



**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 NIVEL  
II PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI,  
UTILIZANDO LA NORMA ICREA STD-131 2019 SEGUNDA EDICIÓN”**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

**AUTOR: DAYRA LICETH FIGUEROA VILLARREAL**

**DIRECTOR: MSC. JAIME ROBERTO MICHILENA CALDERÓN**

**ASESOR: MSC. FABIÁN GEOVANNY CUZME RODRÍGUEZ**

**ASESOR: MSC. HERNÁN MAURICIO DOMÍNGUEZ LIMAICO**

**Ibarra-Ecuador**

**2022**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.**

#### IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO			
<b>CÉDULA DE</b>	040185004-5		
<b>APELLIDOS Y</b>	Figuroa Villarreal Dayra Liceth		
<b>DIRECCIÓN</b>	Imbabura y Rafael Arellano. Tulcán, Carchi.		
<b>E-MAIL</b>	dlfiguroav@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO</b>	062240245	<b>TELÉFONO</b>	0983488769

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO</b>	“Diseño de la infraestructura física de un Data Center de nivel II para la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, utilizando las especificaciones de la norma ICREA Std-131 2019 segunda edición”
<b>AUTOR</b>	Figuroa Villarreal Dayra Liceth
<b>FECHA</b>	25 de marzo del 2022
<b>PROGRAMA</b>	Pregrado
<b>TÍTULO</b>	Ingeniera en Electrónica y Redes de Comunicación
<b>DIRECTOR</b>	Ing. Jaime Roberto Michilena Calderón, MsC.

**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 la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 25 días del mes de marzo de 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Dayra Liceth Figuerola Villarreal', with a large, stylized flourish above it.

EL AUTOR

Dayra Liceth Figuerola Villarreal

CI: 040185004-5



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

#### CERTIFICACIÓN.

MAGISTER JAIME MICHILENA, DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA:

Que, el presente trabajo de Titulación “DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE UN DATA CENTER DE NIVEL II PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI, UTILIZANDO LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA ICREA STD-131 2019 SEGUNDA EDICIÓN.” Ha sido desarrollado por la señorita Dayra Liceth Figueroa Villarreal bajo mi supervisión.

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

Ing. Jaime Roberto Michilena Calderón, MsC.

CC: 100219843-8

## AGRADECIMIENTO

*A Dios, mis padres y hermano, quienes son el pilar fundamental de mi vida y mi soporte para cada día querer superarme.*

*A mis maestros, mis asesores de tesis y de manera especial a mi director Msc. Jaime Michilena, por su dedicación, paciencia y su buena predisposición siempre para guiarme con mi proyecto de titulación.*

*A la Universidad Técnica del Norte, por abrirme las puertas para realizar mis estudios y obtener los conocimientos que me servirán a lo largo de mi vida profesional.*

*A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por permitirme desarrollar mi proyecto de titulación, Al Departamento de Redes y de manera especial al Ing. Javier Torres, gracias por la ayuda brindada y predisposición para el desarrollo de mi proyecto.*

*Dayra Liceth Figueroa Villarreal*

## DEDICATORIA

*A mis amados padres, Fernando y Susana, mis ejemplos de perseverancia y sacrificio, gracias por su inmenso amor, por su apoyo incondicional, trabajo constante, por inculcar en mí valores que me han permitido ser una persona de bien.*

*A mi amado hermano Erik, quien fue mi compañía en tantas noches de desvelo, apoyándome y siempre animándome a salir adelante y no decaer.*

*A mis queridos abuelitos, Segundo, Blanca y Florinda, gracias por todo el cariño que me han dado, desde lo más profundo de mi corazón agradezco tenerlos en mi vida.*

*A, Jeffer, gracias por motivarme cada día en salir adelante, lograr mis metas con éxito, compartir buenos y malos momentos juntos y siempre apoyarme en mis decisiones.*

*Dayra Liceth Figueroa Villarreal*

## RESUMEN

El presente proyecto plantea la realización de una guía, la cual abarca lineamientos y recomendaciones para el Diseño de la Infraestructura Física de un Data Center Nivel II para la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, utilizando las especificaciones que presenta la norma ICREA Std-131 2019 Segunda Edición, la cual presenta recomendaciones que permiten brindar soluciones para el correcto funcionamiento de los 6 sistemas del Data Center. El punto de partida radica en la identificación de la problemática, mediante visitas técnicas realizadas se logró evidenciar varias falencias en lo que respecta a los sistemas instalados, seguridad en el manejo de información, equipamiento obsoleto, falta de equipos, y ausencia de energía de respaldo, los puntos expuestos dificultan proporcionar servicios de calidad a la comunidad universitaria dado que, es una institución de educación superior referente del norte del país, requiere contar con soluciones de última tecnología que le permitan escalabilidad a futuro y seguridad para el desarrollo de sus funciones.

La infraestructura actual del Data Center no cuenta con el respaldo de una norma que avale el correcto funcionamiento de este, sin embargo, esta premisa permite conocer las características y el funcionamiento de los sistemas instalados. El desarrollo de la propuesta está orientado al mejoramiento de los sistemas que la norma ICREA Std-131 2019 establece para Nivel II, el cual comprende el Sistema de Ámbito, Comunicaciones, Climatización, Instalaciones de seguridad e Instalaciones Eléctricas, utilizando las correspondientes recomendaciones de sustentabilidad con el propósito de reducir el impacto ambiental.

Los resultados obtenidos han sido socializados y aprobados por el Departamento de TIC de la institución, en lo que respecta al diseño del Data Center en base a la norma ICREA, se

encuentran documentados los criterios de diseño en las guías de los sistemas: Ámbito, Comunicaciones, Climatización, Seguridad, Instalaciones Eléctricas y Sustentabilidad. La ubicación de los dispositivos se evidencia en las animaciones realizadas en herramientas de simulación 2D AutoCAD y en 3D SketchUP. El análisis costo beneficio presentado dispone de un valor referencial que le permite a los Administradores del Departamento de Redes conocer cuál es la cantidad de inversión económica requerida para la implementación del proyecto, considerando además el beneficio y desarrollo tecnológico que presenta el proyecto a largo plazo.



## ABSTRACT

The present project proposes the realization of a guide, which includes guidelines and recommendations for the Design of the Physical Infrastructure of a Data Center Level II for “Universidad Politécnica Estatal del Carchi”, using the specifications presented by the ICREA Std-131 2019 Second Edition, which presents recommendations that allow solutions to be provided for the proper functioning of the six Data Center systems. The starting point lies in the identification of the problem, through technical visits carried out, it was possible to demonstrate several shortcomings with regard to the installed systems, security in the handling of information, obsolete equipment, lack of equipment, and absence of backup energy, the points exposed make it difficult to provide quality services to the university community since, as it is a benchmark higher education institution in the north of the country, it requires the latest technology solutions that allow future scalability and security for the development of its functions.

The current infrastructure of the Data Center doesn't have the support of a standard that guarantees its correct operation, however, this premise allows knowing the characteristics and operation of the installed systems. The development of the proposal is aimed at improving the systems that the ICREA Std-131 2019 standard establishes for Level II, which includes the Scope System, Communications, Air Conditioning, Security Installations and Electrical Installations, using the corresponding sustainability recommendations in order to reduce the environmental impact.

The results obtained have been socialized with the TIC Department of the institution, with regard to the design of the Data Center based on the ICREA standard, the design criteria are

documented in the system guides: Infraestructure, Communications, Air conditioning, Security, Electrical Installations and Sustainability. The location of the devices is evidenced in the animations made in 2D AutoCAD simulation tools and in 3D SketchUP. The cost-benefit analysis presented has a reference value that allows the Administrators of the Networks Department to know the amount of economic investment required for the implementation of the project, also considering the benefit and technological development that the project presents in the long term.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTO .....	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT .....	VIII
1  CAPÍTULO I: ANTECEDENTES.....	1
1.1  Tema.....	1
1.2  Problema.....	1
1.3  Objetivos.....	4
1.3.1  Objetivo General.....	4
1.3.2  Objetivos Específicos.....	4
1.4  Alcance .....	5
1.5  Justificación .....	8
2  CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	11
2.1  Data Center .....	11
2.2.  Normativas Internacionales de Data Center .....	13
2.2.1  ANSI/TIA 942 .....	13
2.2.2  Uptime Institute.....	14
2.2.3  ANSI/BICSI.....	15

2.3. Norma ICREA-STD-131 2019 .....	16
2.3.1 Objetivo .....	16
2.3.2 Referencias .....	16
2.3.3 Equipos a considerar .....	17
2.3.4 Lugar para la instalación .....	17
2.3.5 Proyectos a considerar .....	18
2.3.6 Niveles de Data Center basados en la disponibilidad .....	18
2.4. Instalaciones Eléctricas.....	21
2.4.1 Sistema de puesta a tierra normal y aislada .....	22
2.4.1.1 Unión del conductor de puesta a tierra con neutro .....	22
2.4.1.2 Electrodo y conductores de puesta a tierra .....	23
2.4.1.3 Características de las Barras de Tierra del CPD.....	23
2.4.1.4 Malla de Referencia de Seguridad (Reference Grid).....	24
2.4.1.5 Protección contra descargas atmosféricas .....	25
2.4.2 Acometidas y alimentadores eléctricos .....	26
2.4.3 Protecciones .....	26
2.4.4 Identificación y terminación .....	27
2.4.5 Circuitos derivados de carga Ininterrumpible.....	27
2.4.5.1 Calibre de conductores.....	28
2.4.5.2 Tipos de aislamientos permitidos .....	28

2.4.5.3	Toma Corrientes y Clavijas .....	28
2.4.6	Canalizaciones .....	29
2.4.7	Tableros eléctricos .....	31
2.4.7.1	Sistema modular de distribución de energía (PDU) .....	31
2.4.7.2	Identificación y ubicación de tableros .....	31
2.4.8	Sistemas de medición y monitoreo .....	32
2.4.9	Grupos electrógenos de Energía de Respaldo.....	32
2.4.9.1	Sistema de escape de gases .....	33
2.4.9.2	Sistemas de combustible .....	33
2.4.9.3	Ventilación y Sistema de Supresión de Fuego .....	34
2.4.9.4	Cableado de las señales de control .....	35
2.4.10	Transformadores .....	35
2.4.11	Sistemas de energía ininterrumpida (UPS).....	36
2.4.11.1	UPS del tipo estático, modulares y no modulares .....	37
2.4.11.2	Baterías para UPS .....	38
2.4.11.3	Alimentadores para UPS .....	39
2.4.12	SPD (Surge Protective Devices) .....	39
2.4.13	Baterías .....	41
2.4.14	Confiabilidad y Eficiencia en relación al MTBF.....	42
2.5.	Climatización .....	42

2.5.1.1	Componentes del sistema de climatización.....	42
2.5.1.2	Necesidad de Climatización .....	44
2.5.1.3	Alimentación eléctrica para equipos de climatización dentro del CPD...44	
2.5.1.4	Redundancia en Climatización .....	45
2.5.1.5	Derrames accidentales de agua.....	45
2.5.1.6	Cuidados al ambiente.....	46
2.5.1.7	Tuberías de agua.....	47
2.5.2	Ventilación con presión positiva y Limpieza de aire dentro del CPD .....	47
2.5.3	Limpieza del aire dentro del CPD.....	47
2.5.4	Temperatura y humedad .....	48
2.5.5	Rejillas difusoras y de retorno .....	49
2.5.6	Zonas de seguridad en unidades condensadoras .....	50
2.6.	Instalaciones de Seguridad.....	50
2.6.1	Requerimientos para Nivel II.....	51
2.6.2	Equipos dentro del CPD .....	51
2.6.3	Consideraciones constructivas .....	52
2.6.4	Control de acceso .....	52
2.6.4.1	Puertas de emergencia.....	53
2.6.4.2	Número de personas dentro de la sala.....	54
2.6.4.3	Chapas y cerraduras .....	54

2.6.5	Detección de fuego.....	55
2.6.6	Extinción de fuego .....	56
2.6.7	Sistemas por inundación con agentes extintores limpios .....	56
2.6.8	Barreras de protección.....	57
2.6.9	Protección de medios de respaldo .....	58
2.6.10	CCTV o Sistema de Video Vigilancia .....	58
2.6.10.1	Posición de cámaras.....	59
2.6.10.2	Grabación de CCTV o Sistemas de Video Vigilancia .....	59
2.6.11	Equipos y Comunicaciones de seguridad .....	60
2.7.	Comunicaciones .....	60
2.7.1	Especificaciones (del Sistema de Cableado Estructurado).....	61
2.7.1.1	Elementos funcionales .....	61
2.7.1.2	Subsistemas .....	63
2.7.1.3	Conexión directa entre equipos .....	63
2.7.1.4	Redundancia .....	64
2.7.1.5	Conexiones de Equipo (Interfaces).....	65
2.7.1.6	Empalmes y conexiones derivadas .....	65
2.7.1.7	Diseños de las Salidas de Equipo .....	66
2.7.1.8	Diseño con Punto de Consolidación .....	66
2.7.1.9	Especificaciones de Cableado de Par Trenzado Balanceado .....	67

2.7.1.10	Especificaciones de cableado de Fibra Óptica .....	68
2.7.1.11	Conectores de Fibra Óptica .....	69
2.7.2	Práctica de Instalación .....	69
2.7.2.1	Instalación de Cableado de Par Trenzado Balanceado .....	70
2.7.2.2	Instalación de cable de Fibra Óptica .....	71
2.7.3	Canalizaciones y espacios para comunicaciones .....	72
2.7.4	Sistema de administración y documentación .....	73
2.7.5	Redundancia en Equipos de Red .....	73
2.8.	Ámbito .....	74
2.8.1	Obra civil .....	74
2.8.1.1	Muros .....	74
2.8.1.2	Techo o cielo .....	74
2.8.1.3	Cielo falso o falso plafón .....	75
2.8.1.4	Piso o suelo verdadero .....	75
2.8.1.5	Puertas .....	76
2.8.1.6	Acabados .....	77
2.8.2	Piso técnico .....	77
2.8.2.1	Rampa de Acceso para equipos .....	78
2.8.2.2	Remoción de Módulos o Baldosas .....	78
2.8.2.3	Altura libre entre plafón y piso técnico .....	79



2.8.2.4	Resistencia Mecánica.....	79
2.8.2.5	Puesta a Tierra.....	80
2.8.2.6	Altura entre el piso verdadero y el Piso Técnico.....	80
2.8.3	Interferencia electromagnética (EMC) y Compatibilidad electromagnética..	80
2.8.4	Localización de equipos de TIC .....	81
2.8.5	Vibración .....	81
2.8.6	Sistemas de Iluminación.....	82
2.9.	Sustentabilidad .....	83
2.9.1	Recomendaciones.....	83
2.9.2	Energías Renovables .....	85
3	CAPITULO III: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA UPEC .....	86
3.1	Descripción general de la metodología para levantamiento de información.....	86
3.2	Situación Actual.....	86
3.2.1	Tabla Resumida de Elementos.....	87
3.2.2	Ubicación Física de la Institución.....	90
3.2.3	Infraestructura Física.....	91
3.2.4	Topología de Red.....	97
3.2.5	Infraestructura Física del Data Center.....	101
3.2.6	Sistema Eléctrico.....	101
3.2.6.1	Acometida Eléctrica.....	102

3.2.6.2	Sistema de Puesta a Tierra .....	104
3.2.6.3	Protección contra descargas atmosféricas .....	107
3.2.6.4	Tablero Eléctrico .....	107
3.2.6.5	Grupos electrógenos de energía de respaldo .....	110
3.2.6.6	Sistema de Energía Ininterrumpida (UPS).....	110
3.2.7	Sistema de Climatización .....	111
3.2.7.1	Limpieza del aire dentro del Data Center .....	112
3.2.7.2	Temperatura y Humedad Relativa .....	115
3.2.8	Sistema de Seguridad .....	116
3.2.8.1	Contenidos dentro del Data Center.....	116
3.2.8.2	Control de Acceso.....	116
3.2.8.3	Detección y extinción de fuego .....	120
3.2.8.4	Medios de almacenamiento de Datos .....	122
3.2.8.5	CCTV o Video Vigilancia.....	123
3.2.9	Sistema de Comunicaciones .....	125
3.2.9.1	Acometida de Datos.....	125
3.2.9.2	Dispositivos de Red Activos y Pasivos.....	126
3.2.9.3	Canalizaciones y espacios para comunicaciones.....	133
3.2.10	Sistema de Ámbito .....	137
3.2.10.1	Muros .....	137

3.2.10.2	Techo y piso falso .....	139
3.2.10.3	Puertas de Acceso .....	142
3.2.10.4	Sistema de Iluminación .....	144
4	CAPÍTULO IV: DISEÑO DEL DATA CENTER DE LA UPEC.....	146
4.1	Metodología de diseño.....	146
4.2	Sistema de Ámbito .....	146
4.2.1	Obra Civil .....	146
4.2.2	Cielo falso.....	148
4.2.3	Puertas de acceso al personal y equipos dentro del CPD .....	150
4.2.4	Acabados .....	152
4.2.5	Piso Técnico.....	152
4.2.6	Localización de equipos de TIC .....	158
4.2.7	Sistemas de iluminación .....	159
4.3	Comunicaciones .....	164
4.3.1	Especificaciones del Sistema de Cableado Estructurado .....	165
4.3.1.1	Elementos Funcionales y Subsistemas.....	165
4.3.1.2	Redundancia .....	166
4.3.1.3	Diseño y ubicación de racks de comunicaciones.....	167
4.3.1.4	Especificaciones de Cableado Estructurado.....	172
4.3.1.5	Especificaciones de canalizaciones y espacios.....	174

4.3.2	Sistema de Administración .....	181
4.3.2.1	Identificación de gabinetes.....	182
4.3.2.2	Identificación de hardware de conexión .....	183
4.4	Climatización .....	185
4.5	Instalaciones de Seguridad.....	194
4.5.1	Control de Acceso .....	194
4.5.1.1	Puerta de seguridad.....	195
4.5.1.2	Sistema de control de acceso.....	199
4.5.2	Sistema de Detección de Fuego .....	201
4.5.2.1	Subsistema de detección de incendio.....	201
4.5.2.2	Subsistema de alarma.....	204
4.5.2.3	Subsistema de extinción de incendio .....	205
4.5.3	Sistema de Video Vigilancia CCTV .....	210
4.6	Instalaciones eléctricas .....	212
4.6.1	Dimensionamiento de la carga eléctrica.....	212
4.6.2	Acometidas y Alimentadores Eléctricos .....	218
4.6.3	Doble vía de alimentación .....	219
4.6.4	Sistema de Puesta a Tierra.....	219
4.6.4.1	Sistema de puesta a tierra aislada .....	219
4.6.4.2	Malla de Referencia de seguridad.....	220

4.6.5	Protección contra descargas atmosféricas .....	221
4.6.6	Tableros Eléctricos.....	223
4.6.6.1	Tablero Eléctrico Principal de la Institución TG.....	223
4.6.6.2	Tablero de Transferencia Automática TTA .....	225
4.6.6.3	Tablero general de energía ininterrumpida TGEI.....	225
4.6.6.4	Tablero general de energía de apoyo TGEA.....	226
4.6.7	Planta Generadora de Energía de Apoyo PGEA.....	227
4.6.8	Circuitos Derivados.....	229
4.6.9	Supresores de Transitorios.....	230
4.6.10	Sistema de energía Ininterrumpida UPS.....	232
4.6.11	Cableado de energía eléctrica .....	234
4.6.12	Canalizaciones de circuitos derivados.....	235
4.7	Sustentabilidad .....	237
5	CAPÍTULO V: ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL DATA CENTER .....	239
5.1	Análisis Costo .....	239
5.1.1	Presupuesto Referencial Data Center UPEC .....	240
5.2	Análisis Beneficio .....	248
	CONCLUSIONES.....	250
	RECOMENDACIONES.....	251

BIBLIOGRAFÍA.....	252
ANEXOS .....	265
ANEXO A. POLÍTICAS DE INGRESO Y USO DEL DATA CENTER	
UNIVERSITARIO.....	265
ANEXO B. GUÍA CRITERIOS DE DISEÑO DATA CENTER UPEC.....	268

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Esquema sistema de puesta a tierra .....	22
<b>Figura 2</b>	Simbología y medidas de barra de puesta a tierra .....	24
<b>Figura 3</b>	Clavija NEMA 2 polos / 3 polos .....	29
<b>Figura 4</b>	Tomacorrientes de Tierra Aislada .....	29
<b>Figura 5</b>	Rejilla portacables y canalizaciones portacables de ranuras.....	30
<b>Figura 6</b>	Sistema de Energía Ininterrumpida .....	37
<b>Figura 7</b>	Control de acceso manual .....	53
<b>Figura 8</b>	Puerta de Emergencia Data Center.....	54
<b>Figura 9</b>	Detector de humo para techo.....	55
<b>Figura 10</b>	Sistema de Seguridad Electrónica CCTV .....	59
<b>Figura 11</b>	Elementos Funcionales para un CPD .....	63
<b>Figura 12</b>	Redundancia del cableado de acceso a la red Nivel II.....	64
<b>Figura 13</b>	Cable de Par Trenzado Balanceado y no Balanceado .....	67
<b>Figura 14</b>	Fibras monomodo y multimodo .....	68
<b>Figura 15</b>	Clasificación según la distancia y el Ancho de Banda .....	69
<b>Figura 16</b>	Falso Plafón Instalado.....	75
<b>Figura 17</b>	Piso Falso Instalado .....	78
<b>Figura 18</b>	Localización de Áreas dentro del CPD.....	81
<b>Figura 19</b>	Ubicación geográfica de la UPEC.....	90
<b>Figura 20</b>	Visualización de la distribución de los bloques en la Institución.....	97
<b>Figura 21</b>	Topología de red UPEC.....	99
<b>Figura 22</b>	Topología Lógica de Red.....	100

<b>Figura 23</b> Ubicación física del Data Center UPEC .....	101
<b>Figura 24</b> Acometida eléctrica de media y baja tensión .....	102
<b>Figura 25</b> Vista exterior de la cámara de transformación.....	103
<b>Figura 26</b> Elementos internos de la cámara de transformación .....	103
<b>Figura 27</b> Plano de AutoCAD Ubicación Puesta a Tierra Edificio Administrativo.....	104
<b>Figura 28</b> Caja de revisión puesta a tierra Edificio Administrativo .....	105
<b>Figura 29</b> Características de la barra de puesta a tierra .....	106
<b>Figura 30</b> Pararrayos edificio administrativo.....	107
<b>Figura 31</b> Tablero de energía red UPS .....	108
<b>Figura 32</b> Tablero de energía red normal .....	109
<b>Figura 33</b> Tableros Circuitos UPS 6KVA .....	109
<b>Figura 34</b> Cámara de transformación de la energía de media tensión a baja tensión.....	110
<b>Figura 35</b> Sistema de UPS .....	111
<b>Figura 36</b> Sistema de aire acondicionado parte frontal .....	112
<b>Figura 37</b> Elementos al interior del Data Center.....	113
<b>Figura 38</b> Sección posterior de los racks .....	114
<b>Figura 39</b> Visualización del cableado debajo de los paneles de piso técnico.....	114
<b>Figura 40</b> Control de temperatura de aire acondicionado.....	115
<b>Figura 41</b> Puerta de ingreso del Departamento de Redes y Telecomunicaciones.....	117
<b>Figura 42</b> Segundo ingreso hacia la oficina del Departamento de Redes y Telecomunicaciones .....	117
<b>Figura 43</b> Puerta de ingreso al Data Center, vista exterior .....	118
<b>Figura 44</b> Puerta de salida desde el interior del Data Center.....	119



<b>Figura 45</b> Acceso numérico para el ingreso al Data Center .....	119
<b>Figura 46</b> Detector óptico de humo y temperatura.....	120
<b>Figura 47</b> Extintor portátil .....	121
<b>Figura 48</b> Alarma contra incendios, señalética en el pasillo.....	121
<b>Figura 49</b> Luces de emergencia.....	122
<b>Figura 50</b> Disco duro de almacenamiento .....	122
<b>Figura 51</b> Cámara 1, ingreso al Departamento de Redes y Telecomunicaciones .....	123
<b>Figura 52</b> Cámara 2, al interior del Departamento de Redes y Telecomunicaciones ....	124
<b>Figura 53</b> Cámara 3, Visualización del ingreso al Data Center.....	124
<b>Figura 54</b> Canalizaciones subterráneas de Fibra Óptica Cedia y Telconet .....	126
<b>Figura 55</b> Rack Servidores.....	128
<b>Figura 56</b> Enlaces CEDIA y Telconet .....	129
<b>Figura 57</b> Rack Routing.....	130
<b>Figura 58</b> Rack Switching.....	132
<b>Figura 59</b> Backbone Principal.....	134
<b>Figura 60</b> Visualización recorrido cableado eléctrico y de comunicaciones.....	135
<b>Figura 61</b> Visualización de cableado debajo del piso técnico .....	135
<b>Figura 62</b> Interconexión de equipos sin etiquetado.....	136
<b>Figura 63</b> Desorganización en la parte posterior de los racks .....	136
<b>Figura 64</b> Plano en AutoCAD de las dimensiones del cuarto de equipos .....	138
<b>Figura 65</b> Ventana dentro del cuarto de equipos.....	139
<b>Figura 66</b> Techo falso del cuarto de equipos .....	140
<b>Figura 67</b> Visualización de los travesaños metálicos .....	140

<b>Figura 68</b> Desnivel ingreso al Data Center .....	141
<b>Figura 69</b> Orificios en el piso técnico conductores de aire.....	142
<b>Figura 70</b> Puerta de ingreso hacia el interior del Data Center .....	143
<b>Figura 71</b> Verificación de apertura hacia afuera de la puerta de ingreso al Data Center .....	144
<b>Figura 72</b> Lámparas tipo LED para iluminación Data Center .....	145
<b>Figura 73</b> Interruptor de luces dentro del Data Center .....	145
<b>Figura 74</b> Plano de cerrado hermético de paredes y ubicación de puertas .....	147
<b>Figura 75</b> Ubicación de plafón falso en NOC y CPD .....	150
<b>Figura 76</b> Elementos para instalación de piso técnico.....	153
<b>Figura 77</b> Ventosa doble para retiro de piso falso.....	154
<b>Figura 78</b> Rejillas de piso técnico .....	155
<b>Figura 79</b> Ubicación de Piso técnico, travesaños y pedestales .....	156
<b>Figura 80</b> Ilustración de la rampa mediante el triángulo de Pitágoras .....	157
<b>Figura 81</b> Cuadrícula para localización de equipos.....	159
<b>Figura 82</b> Tubo LED y Rejilla para luminaria .....	160
<b>Figura 83</b> Ubicación de luminarias .....	163
<b>Figura 84</b> Ubicación de los interruptores.....	164
<b>Figura 85</b> Diseño de Elementos funcionales y Subsistemas .....	166
<b>Figura 86</b> Redundancia en Elementos Funcionales.....	167
<b>Figura 87</b> Recomendaciones de gabinete para CPD .....	170
<b>Figura 88</b> Distribución de gabinetes sobre el piso falso .....	172
<b>Figura 89</b> Canalizaciones tipo rejilla para transporte de cableado estructurado.....	176

<b>Figura 90</b> Salidas suaves de cableado de fibra óptica .....	177
<b>Figura 91</b> Salidas suaves de Cable UTP .....	178
<b>Figura 92</b> Salidas de Tubo en acero EMT .....	178
<b>Figura 93</b> Canalizaciones bajo el piso técnico .....	180
<b>Figura 94</b> Canalizaciones sobre el cielo falso.....	181
<b>Figura 95</b> Localización de Racks sobre el piso técnico.....	182
<b>Figura 96</b> Ejemplo de etiqueta para patch cord.....	185
<b>Figura 97</b> Ubicación de equipos de climatización .....	187
<b>Figura 98</b> Identificación de pasillo frío y caliente.....	188
<b>Figura 99</b> Paneles de cielo falso perforados para extracción de aire caliente.....	188
<b>Figura 100</b> Equipo de climatización DOWNFLOW .....	192
<b>Figura 101</b> Unidad Externa - Equipo condensador .....	193
<b>Figura 102</b> Instalación vertical de Unidad Exterior .....	194
<b>Figura 103</b> Vista interior puerta de seguridad.....	197
<b>Figura 104</b> Vista Exterior puerta de seguridad .....	198
<b>Figura 105</b> Señalización de salida sobre el marco de la puerta .....	199
<b>Figura 106</b> Capilares de aspiración de humo ubicados en la tubería .....	203
<b>Figura 107</b> Ubicación del detector de alerta temprana y distribución de tubería CPVC204	
<b>Figura 108</b> Sistema de extinción de incendios y sus componentes.....	208
<b>Figura 109</b> Posicionamiento de cámaras en el exterior e interior del CPD.....	211
<b>Figura 110</b> Malla de Referencia de seguridad .....	220
<b>Figura 111</b> Pararrayos multipunta de Franklin .....	223

<b>Figura 112</b> Diagrama de conexión Tableros eléctricos y elementos de energía de respaldo .....	224
<b>Figura 113</b> Etiqueta Tableros de energía eléctrica .....	226
<b>Figura 114</b> UPS 6KVA para montaje en rack.....	233
<b>Figura 115</b> Canalización de cableado de energía eléctrica .....	236

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Niveles de Disponibilidad TIER.....	14
<b>Tabla 2</b> Componentes TIER.....	15
<b>Tabla 3</b> Consideraciones del Sistema de Combustible .....	33
<b>Tabla 4</b> Voltajes de Protección.....	41
<b>Tabla 5</b> Equipos de climatización.....	43
<b>Tabla 6</b> Protección para derrame de líquidos .....	46
<b>Tabla 7</b> Rangos de Tolerancia de Temperatura y humedad en máquinas sin operar .....	49
<b>Tabla 8</b> Rangos de Tolerancia de Temperatura y humedad en máquinas operando .....	49
<b>Tabla 9</b> Elementos Funcionales.....	62
<b>Tabla 10</b> Resistencia Mecánica definida por Nivel .....	79
<b>Tabla 11</b> Altura detallada según el Nivel.....	80
<b>Tabla 12</b> Clasificación de Vibraciones .....	82
<b>Tabla 13</b> Check List Sistema Eléctrico.....	87
<b>Tabla 14</b> Check List Sistema de Climatización.....	88
<b>Tabla 15</b> Check List Sistema de Seguridad .....	88
<b>Tabla 16</b> Check List Sistema de Comunicaciones .....	89
<b>Tabla 17</b> Check List Sistema de Ámbito .....	89
<b>Tabla 18</b> Dependencias Edificio Principal.....	91
<b>Tabla 19</b> Dependencias Edificio Aulas 1 .....	92
<b>Tabla 20</b> Dependencias Edificio Aulas 2.....	93
<b>Tabla 21</b> Dependencias Edificio de Aulas 3 .....	93
<b>Tabla 22</b> Edificio de Aulas 4.....	94

<b>Tabla 23</b> Edificio de Laboratorios .....	95
<b>Tabla 24</b> Dependencias Coliseo Institucional .....	95
<b>Tabla 25</b> Dependencias Centro Infantil .....	95
<b>Tabla 26</b> Dependencias Edificio de Idiomas.....	96
<b>Tabla 27</b> Rack 1 Servidores .....	127
<b>Tabla 28</b> Rack 2 Routing .....	129
<b>Tabla 29</b> Rack 3 Switching .....	131
<b>Tabla 30</b> Número de puntos de red del edificio administrativo .....	133
<b>Tabla 31</b> Identificación y etiquetado de gabinetes .....	183
<b>Tabla 32</b> Determinación de Potencia las cargas.....	215
<b>Tabla 33</b> Estimación del dimensionamiento del servicio eléctrico .....	217
<b>Tabla 34</b> Estimación del dimensionamiento del generador eléctrico de reserva .....	218
<b>Tabla 35</b> Dimensionamiento de Circuitos Derivados .....	230
<b>Tabla 38</b> Presupuesto referencial de obra civil CPD UPEC .....	240
<b>Tabla 39</b> Presupuesto referencial instalación cielo falso CPD UPEC.....	241
<b>Tabla 40</b> Presupuesto referencial instalación piso técnico CPD UPEC .....	241
<b>Tabla 41</b> Presupuesto referencial instalación luminarias CPD UPEC.....	242
<b>Tabla 42</b> Presupuesto referencial Puerta de seguridad y sistema de control de acceso CPD UPEC .....	242
<b>Tabla 43</b> Presupuesto referencial Sistema de detección y extinción de incendios CPD UPEC .....	243
<b>Tabla 44</b> Presupuesto referencial sistema de video vigilancia CPD UPEC.....	243
<b>Tabla 45</b> Presupuesto referencial Sistema de aire acondicionado CPD UPEC.....	244

<b>Tabla 46</b> Presupuesto referencial Sistema de comunicaciones CPD UPEC.....	244
<b>Tabla 47</b> Presupuesto referencial sistema eléctrico CPD UPEC.....	245
<b>Tabla 48</b> Presupuesto final CPD UPEC.....	246

**ÍNDICE DE ECUACIONES**

Ecuación 1 Cálculo del número de paneles de cielo falso CPD .....	149
Ecuación 2 Cálculo del número de paneles de cielo falso NOC.....	149
Ecuación 3 Cálculo del número de paneles de piso técnico CPD.....	153
Ecuación 4 Cálculo del número de paneles de piso técnico NOC .....	153
Ecuación 5 Cálculo Cateto Adyacente Teorema de Pitágoras .....	157
Ecuación 6 Cálculo Hipotenusa Teorema de Pitágoras.....	157
Ecuación 7 Cálculo del Flujo Luminoso Total .....	160
Ecuación 8 Cálculo del número de luminarias.....	161
Ecuación 9 Cálculo del flujo luminoso total CPD .....	161
Ecuación 10 Cálculo del número de luminarias CPD .....	162
Ecuación 11 Cálculo del Flujo luminoso NOC.....	162
Ecuación 12 Cálculo del número de luminarias NOC.....	162
Ecuación 13 Cálculo de la capacidad del aire acondicionado en BTU .....	190
Ecuación 14 Transformación de BTU a Kw.....	191
Ecuación 15 Cálculo de la cantidad en Kg de agente NOVEC 1230.....	206
Ecuación 16 Cálculo del volumen específico .....	207
Ecuación 17 Cálculo cargas críticas dado en Watts .....	212
Ecuación 18 Cálculo cargas críticas dado en Watts .....	213
Ecuación 19 Cálculo de cargas críticas dado en Watts.....	214
Ecuación 20 Cálculo cargas de iluminación .....	214
Ecuación 21 Cálculo cargas de refrigeración.....	214



Ecuación 22 Cálculo de la potencia aparente para un generador eléctrico.....	227
Ecuación 23 Cálculo de la potencia aparente en equipamiento UPS .....	232

## **CAPÍTULO I: ANTECEDENTES**

En el capítulo a continuación, se manifiesta todo lo relacionado al problema en investigación, los objetivos que se van a tratar dentro del proyecto, el alcance del mismo, en donde se detallan las normas y herramientas a utilizar, finalmente se explica las razones por las cuales se está realizando este diseño y cuál es el sector beneficiado.

### **1.1 Tema**

Diseño de la infraestructura física de un Data Center de nivel II para la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, utilizando las especificaciones de la Norma ICREA-STD-131 2019 segunda edición.

### **1.2 Problema**

El diseño de un Data Center, realizado bajo la norma ICREA toma en consideración diferentes aspectos, que en conjunto proporcionan seguridad, disponibilidad y buen rendimiento del Centro de Datos, para el Data Center de Nivel II esta topología aporta un 99% de disponibilidad y es una configuración con redundancia básica (ICREA, 2019). Si no se realiza un adecuado dimensionamiento se generan problemas como sistemas eléctricos sin redundancia (NEXXT, 2020), inexistencia de sistema contra incendios, una mala distribución del cableado estructurado o un sistema de ingreso inadecuado, ocasionando que los equipos activos del Data Center se encuentren vulnerables a fallos, mala manipulación y por el mal dimensionamiento y ubicación del mismo no proporcione escalabilidad a futuro (Sánchez, 2020) que es lo requerido para una institución de Educación Superior.

La Universidad Politécnica Estatal del Carchi se encuentra en la ciudad de Tulcán, provincia del Carchi, en total hay aproximadamente 5500 personas entre estudiantes (extranjeros y nacionales), docentes, funcionarios y trabajadores, distribuidos en las diferentes dependencias

administrativas y en 9 carreras de pregrado como son: Administración de Empresas, Agropecuaria, Enfermería, Logística y Transporte, Sistemas Computacionales, Administración Pública, Alimentos, Comercio Exterior, Turismo y Ecoturismo y 5 maestrías de posgrado: Administración Pública, Agropecuaria, Educación Básica, Logística y Transporte, Turismo y Ecoturismo (UPEC, 2020). El Centro de Redes (Tics) se encarga de administrar y gestionar todas las actividades tecnológicas y de comunicaciones que se desarrollan en esta institución.

Actualmente, la Universidad cuenta con un área designada para el Data Center, que se ubica en el segundo piso del Edificio Principal, en el Centro de Redes, al cual se interconectan todas las subredes de la institución, ésta área no cuenta con las prestaciones necesarias para su funcionamiento, ya que anteriormente era una oficina que se readecuó para colocar varios de los equipos, lo que conlleva a tener una mala infraestructura sin seguridad física ni lógica para los equipos de tecnología y servidores alojados, es decir, no dispone de ninguna norma que garantice el buen funcionamiento del Centro de Procesamiento de Datos (CPD), propiciando así vulnerabilidad debido a una mala manipulación por personal no autorizado, ya que por falta de espacio y organización algunos racks que contiene servidores y equipos de alta sensibilidad se encuentran distribuidos en laboratorios de los Edificios de Aulas 1 y 2 de la institución sin ninguna restricción para el público en general. Los equipos que dispone la Universidad llevan trabajando cerca de 10 años, varios de estos se encuentran obsoletos o ya no poseen soporte de fábrica, además, algunos equipos que disponen no cubren con las necesidades tecnológicas, por lo que se generan fallas constantes, por ejemplo, al darse una suspensión de los servicios eléctricos, el generador que se dispone proporciona únicamente alrededor de 15 minutos para poder apagar de manera adecuada todos los equipos y evitar que estos se quemem, según información proporcionada por los administradores de Red de la Universidad y corroborada por

funcionarios de EMELNORTE, en el año 2019 en la ciudad de Tulcán se registró suspensión de la energía eléctrica en el área que comprende desde el sector de la Terminal Terrestre de Tulcán (Sector en el que se encuentra la Universidad) hasta el Obelisco se ha producido cortes de energía aproximadamente 5 veces ya sea por mantenimiento preventivo o por accidentes generados en los postes de luz eléctrica, razón por la cual al tener equipos de manipulación crítica y de un valor monetario muy alto se vuelve indispensable tener un adecuado sistema de UPS que proporcione la continuidad de los servicios y evite el daño de los equipos. Otro inconveniente que se presenta es, que al no tener todos los equipos concentrados dentro del cuarto designado al Centro de Procesamiento de Datos (CPD), se evidencia la incorrecta distribución y ubicación de los dispositivos, además de no tener una correcta guía de etiquetado, ocasiona que cuando se genera una caída en los servicios debido a cables deteriorados o fallo en los equipos, sea difícil encontrar el lugar en que se desarrolló el inconveniente, ya que no se cuenta con una administración y gestión centralizada que permita verificar y dar una pronta solución al problema. La UPEC no dispone de una seguridad lógica robusta por lo que en ocasiones se ha registrado la caída de servicios universitarios o intentos de acceder a la información de la Universidad, por esta razón se vuelve indispensable aplicar técnicas de seguridad perimetral e interna y que de esta manera se pueda garantizar la disponibilidad, confidencialidad e integridad de los datos (Hogan, 2018).

La propuesta del proyecto establece la realización del diseño de la infraestructura física de un Data Center Nivel II (World Class Quality Assurance Data Center) (ICREA, 2019) utilizando la norma ICREA-Std-131 2019, este tipo de topología proporciona redundancia básica en los equipos, además mediante la utilización de la norma se obtendrá las bases para un rediseño del espacio en el que se aloja el Data Center propiciando así poder concentrar todos los

equipos y que tengan un ambiente propicio para mejorar la disponibilidad y el tiempo de respuesta para encontrar fallos; algunos requerimientos que se deberá tomar en cuenta para el diseño son: tener un techo y piso falso obligatorio, sistema de enfriamiento, sistema detector incendios, un sistema de UPS que abarque todas las necesidades del Centro de Datos y poder tener un servicio continuo sin interrupciones, proporcionar seguridad de la información implementando técnicas de seguridad tanto externa como interna, todos estos lineamientos garantizarán el buen desempeño del Centro de Procesamiento de Datos (CPD) y por tanto la continuidad de negocio (ANIXTER, 2008).

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo General***

Diseñar la infraestructura física del Data Center Nivel II de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi considerando los lineamientos de la norma ICREA-Std-131 2019 para el mejoramiento de la seguridad, confiabilidad, disponibilidad e integridad de la información.

#### ***1.3.2 Objetivos Específicos***

- Analizar las especificaciones que establece la Norma ICREA-Std-131 2019 para el diseño de un Data Center de Nivel II.
- Inspeccionar la situación actual mediante el levantamiento de información en el cuarto de equipos, identificando los problemas que se generan por equipos obsoletos o falta de los mismos.
- Considerar los lineamientos de la norma ICREA-Std-131 2019 para el diseño de los Sistemas de Ámbito, Eléctrico, Climatización, Instalaciones de Seguridad y el Sistema de Comunicaciones, tomando en cuenta las recomendaciones de buenas prácticas de Sustentabilidad para el Data Center.

- Proporcionar una guía con toda la documentación fundamental en la que se evidencien los criterios de diseño del Data Center Universitario.
- Realizar un estudio costo-beneficio del proyecto para una futura implementación.

#### **1.4 Alcance**

El proyecto plantea la realización del diseño de un Data Center de Nivel II basado en los lineamientos de la norma ICREA Std-131-2019 para la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, tomando en cuenta la magnitud e importancia del proyecto se realizará el diseño de Nivel II el cual proporciona Redundancia Básica en los requerimientos como son: Eléctrico, Climatización, Seguridad, Comunicaciones, Ámbito y la aplicación de las recomendaciones de buenas prácticas de Sustentabilidad, que en conjunto aportan un alto porcentaje de disponibilidad y una mejora en el funcionamiento del Centro de procesamiento de Datos (CPD) según lo establece la norma. Con los parámetros nombrados anteriormente se pretende mantener la continuidad de negocio, evitar interrupción en los servicios que se presta y proporcionar seguridad del software y hardware de comunicaciones.

Como primer punto se analizarán recursos bibliográficos referentes a lo que comprende Data Centers y la norma ICREA-Std-131 2019, desglosando cada punto existente en la norma y que se evidencien claramente los sistemas.

Posterior a tener todo el conocimiento teórico se procede a iniciar el análisis de la situación actual de la institución, esto se realizará con la ayuda de los administradores del Centro de Redes de la UPEC, se tomará en cuenta registros de actividad, fallos y equipos que disponen en la actualidad, se efectuará un levantamiento de información mediante la técnica visual y un check list con los puntos más sobresalientes en el cual se identifique como están distribuidos el cableado, sus recorridos y los equipos que se dispongan o estén obsoletos, además, se verificará

el desempeño actual de la red. Esto se desarrollará para reconocer las falencias que existen en el Data Center y poder plantear una solución efectiva que garantice la seguridad e integridad física y lógica de la información (Pacio, 2017).

Para realizar el diseño del Data Center de Nivel II (Sala de cómputo en ambiente Certificado de clase mundial WCQA) se toma en consideración los requerimientos que plantea la norma ICREA, como es la redundancia básica en los equipos y adecuado establecimiento de los sistemas (ICREA, 2019).

En el sistema de Ámbito se considerará el espacio designado para el Data Center, que haya techo y piso falso para facilitar las instalaciones de tuberías, cableado y los diferentes sistemas que se ubican dentro del mismo, las condiciones y cantidad de puertas de ingreso al Centro de Procesamiento de Datos (CPD) deben disponer las seguridades necesarias, todos estos requerimientos deben permitir un crecimiento a futuro, en este sistema se tomará en cuenta todos los aspectos en cuanto a obra civil se refieren (mntnet, 2016).

En el sistema Eléctrico se realizará el cálculo respectivo para el dimensionamiento de cargas en el que se considerará la ubicación de puesta a tierra, acometidas, el cálculo de protecciones necesarias para que los equipos no sufran inconvenientes eléctricos, una planta generadora de energía de respaldo necesaria para mantener la continuidad de los equipos cuando haya cortes de energía y el sistema de iluminación indispensable para el Centro de Procesamiento de Datos (CPD) (Calvo, 2016).

Posterior a este sistema se debe puntualizar la Climatización, se determinan los componentes como son; aire acondicionado (ScheiderElectric, 2016), temperatura y humedad adecuadas para el Data Center (Suárez, Escobar, & Vacca, 2019).

En el análisis del sistema de Seguridad se debe proporcionar un correcto control de acceso al Data Center, dimensionar los sistemas detectores y extintores de incendios (NFPA, 2016), Video Vigilancia o CCTV (ICREA, 2019), todo en conjunto se enfoca en resguardar la seguridad del Centro de Datos y que éste no sufra ninguna vulneración.

Para el sistema de Comunicaciones se verificará las especificaciones adecuadas de cableado estructurado, como son categoría y tipo de cable, canalizaciones correctas, recorrido de cables, ubicación de racks, gabinetes, equipos y servidores de acuerdo a las necesidades de la institución.

Al término de la etapa de diseño del Centro de Datos se plantearán recomendaciones de buenas prácticas (ctic, 2018) de sustentabilidad para ambientes de Tecnologías de la Información, los cuales proporcionen la eficiente utilización de recursos y que puedan contribuir con el medio ambiente, procurando evitar la utilización de combustibles fósiles, el desperdicio de agua, reduciendo de esta manera el consumo de recursos naturales y así contribuir al cuidado del medio ambiente (ICREA, 2019).

Posteriormente se desarrollará el análisis del Costo-Beneficio para identificar los recursos económicos necesarios para la implementación a futuro de la infraestructura del Data Center de Nivel II para la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, esto se desarrollará procurando tener el mayor beneficio, rentabilidad y asegurar la continuidad de negocio en la institución. Una vez finalizado este proceso se continúa con la presentación de toda la documentación de diseño a las autoridades de la institución para en un futuro tomar en cuenta los criterios de diseño que se han realizado y puedan ser implementados, además, se presentará la simulación de la disposición física de los equipos del Data Center en un simulador.



La puesta en marcha del proyecto dependerá de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi para cuando la institución lo crea conveniente y decida realizar la implementación del proyecto planteado.

### **1.5 Justificación**

Según la Ley Orgánica de Comunicación (LOT, 2015), el Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (MINTEL, 2016), y lo que se estipula en la visión y misión del MINTEL (MINTEL, s.f.), se establece fomentar y promover el acceso de calidad a las tecnologías de la información y de alta velocidad, que faciliten a la población acceder a aplicaciones y servicios de internet de banda ancha, procurando así que habitantes de los sectores más vulnerables tengan ingreso a las TIC'S.

En consideración a lo expuesto anteriormente la Universidad Politécnica Estatal del Carchi al ser una entidad Pública de Educación Superior con más de 5500 personas entre Administrativos, Funcionarios, Trabajadores, Docentes, Estudiantes (Nacionales y Extranjeros) que diariamente acceden, a los servicios de internet, portafolios académicos, videoconferencias, clases virtuales y demás bases de información y más aún en la actualidad, debido a la situación Sanitaria del Covid-19 que atraviesa el país y el mundo entero, todos los trabajos y actividades institucionales se están desarrollando de manera virtual y se requiere tener una infraestructura que soporte todo el tráfico que se genera diariamente y es almacenado en los servidores de la institución (DatacenterDynamics, 2020), esto ha llevado a desarrollar grandes desafíos para mantener activa la red y que sea administrable a pesar de las múltiples limitaciones y falencias que presenta el Cuarto de Equipos, por esta razón surge la necesidad de la realización del diseño para el Data Center Universitario con el cual serán beneficiarios todos los integrantes de la Universidad además de la ciudadanía de Tulcán ya que la institución presta servicios tanto

académicos como sociales en beneficio de la comunidad y al ser la primera Institución de Educación Superior gratuita en el Carchi es un referente para la zona norte del país y (García & Igleasias Enríque, 2016). El disponer los equipos concentrados, actualizados y asegurados tanto de manera lógica como física representa la reducción de gastos monetarios para la Universidad debido a que se podrá realizar una administración y gestión controlada, desde las áreas autorizadas y sin la intervención de personas ajenas. Al Centro de Datos se interconectan Servidores, Redes de diferentes Dependencias Administrativas, Laboratorios Informáticos, Centro de Posgrado Edificios de Aulas, Edificio de Laboratorios Experimentales, Coliseo, Biblioteca, Centro Infantil y Centros Agrícolas con los que cuenta la Universidad. Con la implementación de este proyecto se reducirá considerablemente los fallos constantes de la red y caída de los servicios, así como el daño de equipos al haber un corte eléctrico ya que el sistema de UPS será el encargado de mantener la continuidad de energía y por tanto se reducirán los gastos monetarios en la adquisición de equipos nuevos. Los tiempos de respuesta para dar solución a la caída de los servicios o equipos mejorará considerablemente al tener los dispositivos centralizados.

En la actualidad existen varias normas vigentes por mencionar las más actualizadas NORMA ICREA-STD-131-2019, NORMA ANSI/TIA-942 revisión B, UPTIME INSTITUTE, ANSI / BICSI 002-2019, al realizar una inspección sobre todas estas normas se determina que la NORMA ICREA-STD-131-2019 es la más adecuada para la realización del proyecto ya que cuenta con una estructura robusta y toda la información necesaria se encuentra en el mismo documento de la norma ICREA, a diferencia de normas como BICSI que se apoya en la norma ANSI y únicamente presentan los requerimientos básicos sin especificar a detalle los pasos a seguir (BICSI, 2019), el UPTIME INSTITUTE describe el criterio para diferenciar cuatro

clasificaciones de infraestructura basadas en niveles crecientes de componentes de capacidad redundante y rutas de distribución (UptimeInstitute, 2020), este estándar se centra en las definiciones de los cuatro TIERS, no provee las especificaciones de diseño claramente sino de manera general, otra de las razones para implementar la norma ICREA en el diseño del Data Center es que esta norma ha sido recientemente actualizada en el 2019 y es el único Organismo Internacional que norma y certifica especialistas y ambientes de TI (ICREA, 2019) , identifica los sistemas claramente para un fácil desenvolvimiento en la implementación, además es la que según sus criterios de diseño mejor se adapta para Centros de Datos construidos en América Latina a diferencia de ANSI/TIA que certifica mayormente grandes Data Centers en países muy desarrollados.

La norma ICREA es un compendio de aproximadamente 50 normativas internacionales actualizadas que se complementan para mejorar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad de los Data Center o Centros de Misión Crítica (Data Centers, 2016).

Para el desarrollo de la parte metodológica la norma establece el procedimiento correcto y detalla los pasos consecutivamente a seguir para el diseño del Data Center de Nivel II, esto permitirá realizar un correcto desenvolvimiento del proyecto.

## CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En el presente capítulo se abordan bases teóricas del proyecto acerca del Centro de Datos, se realiza un estudio de las normativas internacionales vigentes para Data Centers, el estudio a fondo de la norma ICREA la cual será utilizada para el diseño del proyecto, se describe los sistemas a considerarse para procurar la utilización de buenas prácticas de sustentabilidad.

### 2.1 Data Center

Un Centro de Procesamiento de Datos o Centro de Datos (Data Center) se refiere al espacio físico destinado para almacenar equipos electrónicos entre los cuales se encuentran servidores, equipos de climatización, seguridad, conexiones y demás recursos necesarios para mantener activa una red o un sistema de computadoras (Hostname, 2013).

En la actualidad, de acuerdo con (Networks K. , 2019), los datos se generan a través de dispositivos inteligentes como tabletas, teléfonos, computadoras, electrodomésticos entre otros dispositivos conectados a la nube y que por ende requieren su almacenamiento en un Centro de Datos. Lo mencionado anteriormente necesita contar con energía eléctrica suficiente para mantener a flote todo el sistema, así como los adecuados equipos de ventilación para optimizar su funcionamiento y una gestión avanzada de seguridad que permita precautelar la integridad de los datos.

En la actualidad, la alta demanda de velocidad y almacenamiento de gran cantidad de datos obliga a las empresas a reinventarse y buscar soluciones para mantener operativa la red en todo momento. (T&N, 2017) manifiesta que, los Data Center tienen un papel estratégico dentro de las organizaciones, aportando beneficios de manera que puedan adaptarse a las últimas tecnologías, entre estos se consideran: la continuidad de negocio, velocidad de conexión, seguridad y mayor capacidad de almacenamiento.

En lo que respecta la continuidad de negocio, (Networks O. , 2020) menciona que un Centro de Procesamiento de Datos debe garantizar que las actividades se desarrollen de manera correcta sin intermitencias, de forma que, al suscitarse cualquier evento, este no afecte en nada al funcionamiento del mismo y puedan estar disponibles los servicios tecnológicos las 24 horas del día y los 7 días de la semana...

Por otra parte, en lo referente a velocidad de conexión, (Networks O. , 2020) señala que la rapidez es un componente importante para que una empresa desarrolle sus funciones con total normalidad, las soluciones de fibra óptica han permitido mejorar considerablemente los tiempos de respuesta en la ejecución de funciones, en este sentido la velocidad de respuesta de un Centro de Datos es la clave del negocio, así mismo como contar con tecnologías complejas y robustas que proporcionen una conectividad óptima y permitan garantizar la disponibilidad manteniendo una conectividad adecuada desde los servidores hasta los usuarios finales.

Por otro lado, se manifiesta que un Centro de Datos debe contar con estrictos estándares de seguridad para proteger la información y evitar filtraciones o pérdida de la misma. Los datos que maneja una empresa requieren contar tanto con seguridad física como lógica (Ramírez & Godínez, 2016).

Para seguridad física la aplicación de estas medidas en un Centro de Datos requiere basarse inicialmente desde su construcción, tomando en consideración el lugar de ubicación más adecuado, regirse bajo estándares legales que permitan facilitar su operatividad, en aspectos tales como: perímetro de seguridad física, controles físicos en el ingreso, protección contra amenazas externas y ambientales, mantenimiento de equipos, monitoreo y revisión de los servicios del proveedor, planificación para la continuidad de la seguridad de la información y disponibilidad en instalaciones de procesamiento de información.

Según manifiesta (Ramirez & Godínez, 2016) en lo que respecta a seguridad lógica, se contempla procedimientos que protegen la información, esto se realiza con el propósito de mantener la confiabilidad, integridad, disponibilidad, autenticidad y el no repudio.

La infraestructura de un Data Center proporciona una amplia capacidad de almacenamiento de datos, debido a la magnitud y complejidad de la misma, es posible disponer de equipos físicos, así como también de plataformas en la nube que faculten al soporte y gestión de la información de una manera rápida y accesible desde cualquier punto (Networks O. , 2020).

## **2.2. Normativas Internacionales de Data Center**

Se definen como referencias creadas periódicamente por grupos u organizaciones específicas de expertos en el diseño y construcción de Data Centers. Los estándares internacionales tienen como objetivo fundamental establecer parámetros que permitan mantener un Data Center eficiente, funcional y seguro (mntnet, 2017). Las normativas más sobresalientes utilizadas a nivel mundial son: ANSI/TIA 942, Uptime Institute, ANSI/BICSI, ICREA; el proyecto se enfoca principalmente en el desarrollo a profundidad de esta última.

### **2.2.1 ANSI/TIA 942**

Según especificaciones de (GrupoCOFITEL, 2014) la Telecommunication Industry Association (TIA), publica su estándar TIA-942 con la finalidad de recoger una serie de guías, que sirvan de base en lo que respecta a tecnologías de la información y comunicaciones, basándose en especificaciones que permitan tener las pautas necesarias para el diseño y la construcción de un Centro de Datos y permitir el adecuado funcionamiento del mismo (García G. , 2020). Según indica este estándar los Data Center se componen de cuatro subsistemas: Telecomunicaciones, Arquitectura, Sistema Eléctrico y Mecánico.

El estándar manifiesta que, la clasificación para determinar la capacidad de funcionamiento de los Data Center se denomina TIER y se compone de cuatro niveles los cuales indican la disponibilidad y el tiempo de inoperatividad de un Centro Datos como se menciona en la Tabla 1 (LaSalle, 2019).

**Tabla 1**

*Niveles de Disponibilidad TIER*

<b>TIER</b>	<b>% Disponibilidad</b>	<b>% Parada</b>	<b>Tiempo máximo de parada</b>
TIER I	99,67 %	0,33 %	28,82 horas
TIER II	99,74 %	0,25 %	22,68 horas
TIER III	99.982 %	0,02 %	1,57 horas
TIER IV	1000 %	0,01 %	52,56 minutos

Fuente: (GrupoCOFITEL, 2014)

### **2.2.2 Uptime Institute**

Es un organismo internacional dedicado a la creación de estrictos Estándares y Certificaciones TIER, propone las mejores prácticas para el diseño, operación y administración de un Data Center (MTnet, 2017). Al momento de determinar los niveles de confiabilidad de un Data Center se debe tomar en cuenta varios aspectos de desempeño que facilitan esta clasificación como son los TIER. Según (UptimeInstitute, 2017) se denomina TIER al sistema para determinar el nivel de fiabilidad de un Centros de Datos, esto asociado a los cuatro niveles de disponibilidad que han sido definidos.

Se define los cuatro niveles desde el nivel I más básico hasta el nivel IV considerado el más robusto y menos propenso a fallas como se describe a continuación en la Tabla 2 (Web, 2020):

**Tabla 2**

*Componentes TIER*

<b>Nivel</b>	<b>Consideraciones</b>
TIER I	Componentes sin capacidad redundante
TIER II	Tier I + Dispositivos con componentes redundantes
TIER III	Tier I + Tier II + Equipos de alimentación eléctrica dual y varios enlaces de salida
TIER IV	Tier I + Tier II + Tier III + todos los componentes son completamente tolerante a fallos incluyendo enlaces de datos, almacenamiento, aire acondicionado, energía eléctrica.

Fuente: (Web, 2020)

### **2.2.3 ANSI/BICSI**

La norma internacional ANSI/BICSI 002 tiene como base fundamental el diseño de Data Center y la implementación de mejores prácticas, para lo cual BICSI crea los estándares y ANSI los acredita (Estándares BICSI, 2019). Por otro lado, de acuerdo a lo que establece (BICSI, 2020) , esta norma presenta un diseño básico, abarcando tópicos referentes a sistemas eléctricos, infraestructura de red y telecomunicaciones, arquitectura física, sistema de seguridad, sistema mecánico, etc.



### **2.3. Norma ICREA-STD-131 2019**

ICREA por sus siglas “International Computer Room Experts Association” es una organización internacional sin fines de lucro dedicada a la realización de estándares para el diseño de Data Centers y Centros de Misión Crítica; este gran equipo se conforma por expertos en el área de redes entre ellos: ingenieros especialistas en diseño, construcción operación, administración, mantenimiento, adquisición y auditoría de Centros de Datos (Aguilar, 2017). La norma ICREA-Std-131 2019 es la versión más actualizada, contiene en su mayoría un compendio de varias normas especializadas en las áreas de seguridad, climatización, energía eléctrica, sustentabilidad, escalabilidad y confiabilidad (Company, 2019) en general se expresan todos los requerimientos mínimos para cada nivel.

#### **2.3.1 Objetivo**

Según detalla la norma (ICREA, 2019) , el objetivo fundamental se enfoca en proveer una guía que contenga todos los lineamientos y directrices de diseño, construcción e implementación de ambientes de tecnologías de la información. para lo cual en los criterios utilizados se debe priorizar la continuidad, confiabilidad, disponibilidad y seguridad de las instalaciones de TICS.

#### **2.3.2 Referencias**

La norma ICREA es un compendio de normativas de varias organizaciones que han desarrollado documentos y guías que servirán de soporte para el desarrollo de este diseño.

Entre las organizaciones que se ha tomado como referencia se encuentran: IEC (International Electrotechnical Commission), IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), ISO (International Organization for Standardization), NEMA (National Electrical Manufacturers Association), ABNT (Asociación Brasileña de Normas Técnicas), NFPA

(National Fire Protection Association), TIA (Telecommunications Industry Association), CSA (Canadian Standards Association), ANSI (American National Standards Institute), UL (Underwriters Laboratories), ASTM (American Society of Testing Materials), AHRI (Air-Conditioning, Heating and Refrigeration Institute), entre otras.

### **2.3.3 Equipos a considerar**

Se establece que los equipos de cómputo a considerar son aquellos que, se encuentren conectados a la misma red de comunicaciones, dispongan de una puesta a tierra en común y que la calidad de la energía eléctrica tenga parámetros mínimos aceptables como una distorsión total por armónicos menores al 5%, el desbalanceo en voltaje entre fases, no excederá el 3%, el desbalanceo en corriente entre fases no excederá el 5% y la frecuencia se debe mantener en un rango de entre +/- 0,5% del valor nominal. La norma exige que todos los “Equipos de soporte” y “Dispositivos de protección y operación” deben mantenerse conectados y en ejecución (ICREA, 2019).

### **2.3.4 Lugar para la instalación**

La elección del lugar para la instalación de un Centro de Datos requiere la realización de un previo estudio de riesgos para constatar que las condiciones del sitio en el que se ubica el edificio que va a hospedar al Data Center sea el correcto, es decir, debe contar con los requerimientos necesarios para proporcionar seguridad y un ambiente óptimo para su funcionamiento; entre los puntos a analizar se encuentran los posibles problemas estructurales, localización y accesos, que el material de construcción sea no combustible, vibraciones, inundaciones, aspectos hidrológicos, problemas sociales, zonas cercanas a centros recreativos o educativos.

### **2.3.5 *Proyectos a considerar***

En la planificación de instalación de un Centro de Datos los aspectos fundamentales a desarrollarse son: Obra civil, Instalaciones Eléctricas, Climatización y Ventilación, Ámbito, Comunicaciones, Seguridad y Sustentabilidad. La ubicación de las instalaciones del Cuarto de Equipos es importante y deberá colocarse en el lugar que sea menos propenso en cuanto a riesgos se refiere como: la exposición al fuego, materiales corrosivos o tóxicos, calor, humedad, humo e intervención de personas a las instalaciones.

### **2.3.6 *Niveles de Data Center basados en la disponibilidad***

De acuerdo con lo que afirma (ICREA, 2019), los criterios necesarios que se debe aplicar para la correcta puesta en marcha de un Data Center se basan en función a la disponibilidad en relación con el tiempo que se mantiene operativo y clasifica sus instalaciones en NIVELES siguiendo determinados requerimientos.

Para indicar la redundancia que se aplica en cada nivel se utiliza el término N, en caso de requerir redundancia en el UPS la nomenclatura indica que se colocaría N+1, si se dispone de dos vías de alimentación hacia el CPD y en cada vía se coloca un UPS, entonces, se tiene una redundancia 2N. Los Niveles de clasificación para Data Center son los siguientes:

- Nivel I: Quality Assurance Data Center, este nivel aporta con un 95% de disponibilidad.
- Nivel II: World Class Quality Assurance, para este nivel se tiene una disponibilidad del 99%, a más de que cuenta con una redundancia básica en los sistemas que se tratarán más adelante.

- Nivel III: Safety World Class Quality, cuenta con una disponibilidad del 99.9%, cuenta con una configuración con redundancia y permite dar mantenimiento sin suspender las operaciones.
- Nivel IV: High Security World Class Quality Assurance, este nivel cuenta con una disponibilidad del 99.99%, es una configuración con redundancia y permite darle mantenimiento con elementos propios y fijos sin suspender la operación, además muestra tolerancia a fallos.
- Nivel V: High available World Class Quality Assurance, este nivel presenta una disponibilidad del 99.999%, cuenta con una redundancia sin puntos de falla y tolerante a las mismas.

Para efectos de la investigación, se ahondará en el estudio del Nivel II, tomando como referencia lo expuesto en la norma ICREA.

***Nivel II: World Class Quality Assurance:*** Sala de cómputo con infraestructura certificada de clase mundial WCQA, este nivel aporta con un 99% de disponibilidad, lo que corresponde a 87.6 horas fuera de servicio. Para esta configuración con redundancia básica en el sistema eléctrico, climatización, comunicaciones y seguridad, en lo que respecta al Sistema Eléctrico son requeridos los siguientes ítems:

- Una acometida en baja o mediana tensión y grupo electrógeno fijo se consideran redundantes entre sí.
- Utilizando 2 acometidas independientes en mediana o baja tensión. No se requiere de grupo electrógeno fijo.
- Una acometida y un sistema de generación propio a tiempo completo las 24h del día los 365 días del año.

- Sistema de UPS con redundancia N+1
- Trayectoria única SVA
- Tablero general de distribución de energía ininterrumpida o PDU, ambos con transformador tipo K13 y redundancia N+1
- Sistema de supresión de transitorios (SPD) categoría A, B y C tipo 1, con filtro EM1/RF1
- De acuerdo con la normativa se debe contar con el “Diagrama Unifilar” y el “Diagrama de Puesta a Tierra” de todos los sistemas.
- Verificar que el estado de las baterías se encuentre en una capacidad por debajo al 80% y contar con los siguientes parámetros adecuados de corriente, voltaje, temperatura y resistencia.

Para el sistema de Climatización la norma aporta que se requiere lo siguiente:

- Capacidad de enfriamiento con redundancia N+1
- Equipo de climatización con redundancia N+1
- Necesidad de Climatización con sistemas diseñados y construidos para tener un control preciso de temperatura y humedad, con componentes para aplicación de misión crítica.
- Circuitos hidráulicos sin redundancia en sistemas de agua helada
- Alimentación eléctrica a equipos de climatización y enfriamiento en SVA
- Climatización en zona de UPS deberá cumplir con lo mencionado en los anteriores puntos

En cuanto al Sistema de Seguridad se requiere disponer de:

- Dos controles de acceso para ingresar al CPD y equipos de comunicaciones, un control de acceso para ingresar al NOC, SOC y Equipos de soporte.
- Sistemas contra fuego: detección convencional y extintores manuales

El Sistema de Comunicaciones determinado para un Nivel II según determina la norma (ICREA, 2019), en adición a lo que se establece en el Nivel I se deberá cumplir con lo siguiente:

- Los equipos de Tecnologías de la Información y Comunicaciones deben conectarse por medio de un sistema de cableado estructurado, ya sea de Par Trenzado, Fibra Óptica o ambos, permitiendo de esta manera únicamente conexiones directas entre equipos que se encuentren en el mismo gabinete o en el caso de tener un paso con organizadores entre gabinetes adyacentes solo en este caso se permite conexiones directas, la longitud máxima permitida será de 7m.
- Para el cableado de Par Trenzado y Fibra Óptica se debe procurar no exceder los radios de curvatura, evitar generar daños en los cables o hilos de fibra, los cables no deben estar expuestos a temperaturas muy altas, entre otros requerimientos que en conjunto previenen que el cableado sufra daños que afecten a sus funciones.
- Se requiere redundancia en cableado de acceso a la red.

#### **2.4. Instalaciones Eléctricas**

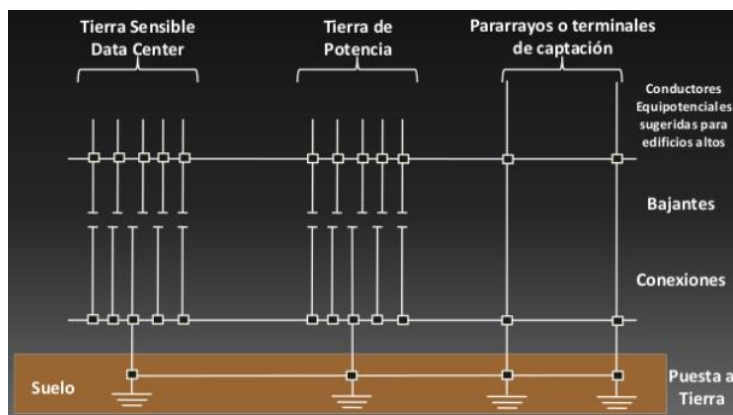
Una instalación eléctrica para un Cuarto de Equipos se refiere a aquel sistema destinado a proporcionar energía eléctrica de calidad según las exigencias de los sistemas que se alimentarán como son: Equipos de Cómputo, Comunicaciones, Equipos de Soporte incluyendo todos los accesorios necesarios para su funcionamiento.

### 2.4.1 Sistema de puesta a tierra normal y aislada

Tal como plantea (Rojas G. , 2016), el sistema de puesta a tierra tiene como objetivo fundamental proteger todos los dispositivos y sistemas que se encuentren conectados a las instalaciones eléctricas, así como también proporcionar protección al personal que se encuentre laborando, generando un punto de descarga para las instalaciones. La puesta de tierra aislada se compone básicamente de un conductor forrado con aislamiento, este elemento se instala junto con los conductores de Fase, conductor Neutro y el conductor de Puesta a Tierra de los equipos en la misma canalización (ICREA, 2019). En la Figura 1 se muestra el diagrama de conexión de un sistema de puesta a tierra aislada requerida para un Data Center.

**Figura 1**

*Esquema sistema de puesta a tierra*



Fuente: (Inga, 2013)

#### 2.4.1.1 Unión del conductor de puesta a tierra con neutro

Como plantea (ICREA, 2019), estos dos elementos no deberán conectarse entre sí, salvo en un único punto general que será el punto de referencia en común y el cual por lo general se encuentra cerca a la acometida de energía eléctrica del edificio o bien a la salida de un sistema

derivado separado. Pasado este punto de unión, el neutro y el conductor de puesta a tierra no deberán volver a unirse.

#### **2.4.1.2 Electrodo y conductores de puesta a tierra**

Para sistemas de puesta a tierra es necesario utilizar electrodos destinados específicamente para ese fin. El arreglo que se utiliza para el sistema de puesta a tierra puede organizarse de diferentes maneras: en delta, estrella, círculo, línea o mallas, evitando así el uso y contacto con la infraestructura del edificio por no contar con una impedancia confiable. Será posible utilizar la estructura del edificio siempre y cuando se cuente con evidencia de una correcta y adecuada puesta a tierra.

Para el diseño del sistema de puesta a tierra, debe realizarse el cálculo de la resistividad del suelo para determinar la impedancia del sistema. Las uniones del sistema deberán estar realizadas con soldadura exotérmica de termofusión, no está permitido tales uniones con otros materiales a excepción de las uniones para electrodos de prueba y acopladores de impedancia. Se permite usar aditivos para reducir la impedancia a tierra de los electrodos.

En los equipos de acometida o a la salida de un sistema derivado de manera separada, deberán tener los siguientes componentes: el conductor puesto a tierra o neutro, puesta a tierra de los equipos, electrodo de puesta a tierra.

#### **2.4.1.3 Características de las Barras de Tierra del CPD**

Las características fundamentales de las barras de tierra se encuentran detalladas a continuación:

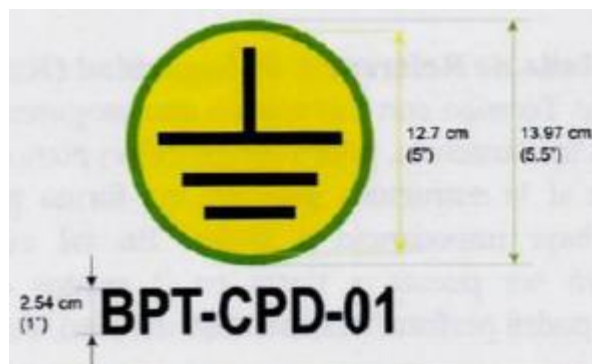
- Material de cobre electrolítico de 0.63cm de espesor por 10.16cm de ancho y de una longitud mayor dependiendo del crecimiento estimado.



- Cada barra debe estar sujeta al muro con un aislador eléctrico en cada extremo a modo de soporte moldeado en poliéster reforzado con fibra de vidrio o resina epóxica para un voltaje de funcionamiento que no sea menos de 600 Volts, no menor a 5 cm de altura, mismos que quedarán respectivamente sobre un soporte de solera de fierro galvanizado en caliente. Para identificar la ubicación de las barras de puesta a tierra del CPD se debe realizar un gráfico con las medidas y símbolos como se detalla en la Figura 2:

**Figura 2**

*Simbología y medidas de barra de puesta a tierra*



Fuente: (ICREA,2019)

La nomenclatura utilizada corresponde a la identificación de la barra de puesta a tierra principal BPT-CPD o la barra secundaria BSPT-CPD de manera que facilite su identificación. Los materiales y elementos utilizados en el sistema de puesta a tierra como tornillos y tuercas deben ser de bronce al silicio y estar protegidos con algún antioxidante en los puntos de contacto con la barra.

#### 2.4.1.4 Malla de Referencia de Seguridad (Reference Grid)

Se presentan dos casos:

- Caso 1: Un piso técnico con travesaños que aseguren la continuidad eléctrica en toda la estructura, podrá servir como plano de referencia a tierra, sí y solo sí la estructura presenta en forma permanente una trayectoria de baja impedancia a tierra, en esa circunstancia, la estructura deberá ser puesta a tierra en 2 puntos diametralmente opuestos. No se podrá perforar la estructura del piso técnico.
- Caso 2: Si la continuidad eléctrica permanece en la estructura no se puede garantizar, entonces se deberá instalar una malla independiente de 1.22 x 1.22 m de cobre construida a base de cable calibre #8 y deberá estar fija a los pedestales del Piso Técnico con elementos diseñados para tal fin. La malla deberá abarcar todo el cuarto.

Este punto se exige para los niveles II, III, IV y V.

Como mínimo de dos puntos diagonalmente opuestos de la malla de referencia de seguridad, se deberán conectar a la barra de tierra del CPD.

#### **2.4.1.5 Protección contra descargas atmosféricas**

Es necesarios contar con un sistema que proporcione seguridad en su totalidad al CPD y las zonas de Equipos de Soporte mediante un sistema de protección contra descargas atmosféricas, el cual debe ser diseñado tomando como bases normativas locales que, faciliten esta información, en caso de que no haya alguna normativa local, el diseño y la instalación se basarán en normativas internacionales.

El sistema de protección contra descargas atmosféricas debe contar con una puesta a tierra independiente, para esto se deben utilizar dos o más conductores de bajada, de utilizarse solamente dos, estos deben ser diametralmente opuestos, si se utiliza más de dos conductores de bajada, se debe distribuir en el perímetro del inmueble que se está protegiendo a una distancia no mayor a 30m entre ellos.

### **2.4.2 Acometidas y alimentadores eléctricos**

La acometida eléctrica se define como un suministro de energía que proviene desde la empresa proveedora y hasta llegar al tablero de distribución principal. Las acometidas de baja tensión terminan en el tablero eléctrico del inmueble, por otro lado, la acometida de media tensión termina en los centros de transformación y se distribuye de acuerdo a los requerimientos de la instalación (Aduarte, 2018).

En las especificaciones de la norma (ICREA, 2019) se detalla que el calibre del alimentador y el neutro deben ser sobredimensionados, tomando en consideración un crecimiento de la red eléctrica a futuro después de aproximadamente 5 años, lo cual puede representar alrededor de 30% o 40%.

### **2.4.3 Protecciones**

Tomando en consideración que el paso de cargas es no lineal y la consecuente presencia de armónicos, es necesario realizar un cálculo de protecciones para el total de las cargas de acuerdo con lo que se menciona a continuación:

- El cálculo de protecciones se realiza de acuerdo con lo que establece la norma NFPA 70
- Se deberá realizar un estudio de coordinación de protecciones de acuerdo con las recomendaciones de IEEE-Std-242-2001 y IEEE-Std-C62.41.
- Para la localización de las protecciones no está permitido instalar protecciones en el piso o techo falso.
- En el caso de contar con suministros de energía de media o alta tensión, se debe realizar un estudio de corto circuito.

- Si el usuario utiliza niveles de tensión mayores a 1 KV para la distribución de energía eléctrica y que de esta dependa el suministro de energía al CPD, se deberá realizar un estudio de coordinación de aislamientos.
- Se deberá instalar supresores de sobre tensiones transitorias (SPD) en los tableros eléctricos de distribución que van desde la acometida principal y hasta el tablero final del CPD.
- Identificación de interruptores mediante una etiqueta que indique donde están conectados.
- No se permite conectar varios alimentadores para diferentes cargas en las terminales de un mismo interruptor, ni derivaciones directas de cables.

Así mismo, se deberán considerar interruptores tipo RMS.

#### ***2.4.4 Identificación y terminación***

Todos los cables conductores deberán estar correctamente identificados mediante etiquetas en ambos extremos con el mismo número indicando el origen y destino del conductor. Para este fin, los colores a utilizarse son los siguientes: puesta a tierra aislada color verde, puesta a tierra de equipos verde con amarillo, conductores de fase se deberá usar un código de colores de acuerdo con la tensión de operación, tomando como referencia los códigos locales, neutro de energía ininterrumpida de color gris, neutro normal de color blanco. No se permite que vayan cables sin canalizaciones.

#### ***2.4.5 Circuitos derivados de carga Ininterrumpible***

El sistema Ininterrumpible de energía es definido como el equipamiento destinado a suministrar energía a cargas críticas, de manera que, se pueda garantizar la disponibilidad de

alimentación eléctrica, evitando que los equipos conectados sufran cortes inesperados o fluctuaciones de voltaje (APC, 2019).

#### **2.4.5.1 Calibre de conductores**

En lo que respecta al calibre de conductores según especifica la norma (ICREA, 2019), se presentan dos situaciones:

La primera indica que no se podrá usar un calibre que sea menor a los 12 AWG, para circuitos derivados a equipos de cómputo o de comunicaciones, la segunda consideración manifiesta que la carga que se instala en un circuito no podrá ser superior al 80% de la capacidad del circuito.

#### **2.4.5.2 Tipos de aislamientos permitidos**

Se permite en los casos de 75°C o mayor y del tipo de baja emisión de humos y cero emisiones de halógenos (LSOH). Además, en los niveles I, II, III si los conductores eléctricos no cuentan con aislamientos de baja emisión de humos y cero halógenos, es necesarios instalar un sistema de detección temprana o sistema de detección de humo por aspiración de alta sensibilidad.

#### **2.4.5.3 Toma Corrientes y Clavijas**

Todos los tomacorrientes que se instalen deben contar con un sistema de tierra aislada de acuerdo con las cargas que vayan a conectarse. No está permitido usar contactos con capacidad menor a 20 A. En esta sección deberá existir una red de circuitos no alimentados con energía ininterrumpida, con tomacorriente para uso en mantenimiento claramente identificado. Los tomacorrientes para este fin se deben colocar en un lugar que sea visible, además, el material de las tapas para los tomacorrientes debe ser aislante, en la Figura 3, se ilustra los enchufes de dos y tres polos requeridos para la conexión del equipamiento a la alimentación eléctrica.

**Figura 3**

*Clavija NEMA 2 polos / 3 polos*



Fuente: (Industry, 2021)

**Figura 4**

*Tomacorrientes de Tierra Aislada*



Fuente: (VETO, 2020)

Los tomacorrientes que cuenten con conexión a tierra como lo exige la norma, deberán disponer de un color identificativo, en este caso anaranjado, visualizar Figura 4. Cada tomacorriente múltiple dispondrá de su propio circuito dedicado con su requerimiento eléctrico. Los Racks debe utilizar un circuito independiente como mínimo. Para cargas superiores a 20 A, se deberán proveer circuitos independientes. Los circuitos derivados deben recorrer mediante tuberías, charolas, bandejas adecuadas para contener todo el cableado eléctrico.

#### **2.4.6 Canalizaciones**

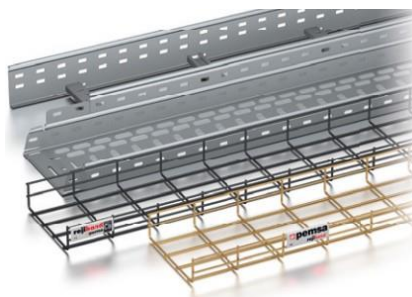
Las canalizaciones son colocadas en interiores y exteriores, todas estas deben ser metálicas, para los circuitos eléctricos se deben usar canalizaciones adecuadas destinadas para

este fin, entre sus principales características deben ser de materiales resistentes a la oxidación y la corrosión, de esta manera es posible garantizar la protección ambiental y mecánica de los cables. Las canalizaciones metálicas deben contar con su respectiva puesta a tierra.

El material utilizado en elementos como esterillas, charolas o bandejas metálicas es el aluminio o en su defecto puede ser de acero con travesaños a no más de 15cm de distancia entre estos. Se requiere que las canalizaciones y soportes se encuentren sujetas adecuadamente al techo, muro, piso o en la estructura del edificio, además es necesario acotar que el material recomendado para estos elementos debe ser metálico y anticorrosivo, en la Figura 5, se observa las canalizaciones recomendadas para el paso de cables.

#### **Figura 5**

*Rejilla portacables y canalizaciones portacables de ranuras*



Fuente: (SMV, 2018)

A las canaletas se debe asignar los respectivos nombres para identificar a qué tipo de recorrido corresponde cada canaleta:

- “CÓMPUTO- Normal/respaldo”
- = “CÓMPUTO- Ininterrumpible”

La identificación no es exigible si la canalización recorre por lugares públicos que no correspondan a la infraestructura del CPD, caso contrario se identificará los cables con etiquetas

en cada extremo. El etiquetado se debe repetir cada 6 m utilizando una etiqueta de fondo amarillo y letras negras. En lo que respecta a identificación de cajas de registro, si las cajas tienen dimensiones mayores a 20x20 cm se coloca una identificación indicando el tipo de servicio.

#### **2.4.7 Tableros eléctricos**

(Córdova, 2019) define a los tableros eléctricos como gabinetes que concentran dispositivos de conexión, los cuales permiten el correcto funcionamiento de las instalaciones eléctricas. Se aplica a cualquier sistema de distribución de energía de circuitos derivados para ambientes de Tecnologías de la Información y Comunicación.

##### **2.4.7.1 Sistema modular de distribución de energía (PDU)**

Se debe contar con un equipo de medición, un transformador de aislamiento (opcional para Niveles I y II), sistema de monitoreo y alarma del sistema eléctrico incluyendo también el sistema de tierra física. También es importante contar con tableros para colocar interruptores termomagnéticos del tipo atornillable a barras o interruptores que aseguren la conexión eléctrica a la entrada del interruptor. El alimentador contará con un acceso independiente, es decir, separado del acceso a circuitos derivados. El PDU deberá certificarse por un organismo que lo acredite internacionalmente. Las variables a medirse son las siguientes: voltaje entre fases y fase a neutro, corriente de fases, neutro y tierra, frecuencia distorsión total por armónicas en voltaje por fase.

##### **2.4.7.2 Identificación y ubicación de tableros**

Para ubicar la identificación en cada tablero se debe colocar el número o nombre del tablero que le corresponda, la tensión de operación que maneja e incluir el tipo de energía que distribuyen:



- “CÓMPUTO - Normal”
- “CÓMPUTO - Ininterrumpible”

Se coloca en letras negras, de un tamaño no menor a 2 cm en un fondo amarillo y centradas, este deberá ser del doble en relación con el tamaño de la letra.

- El tablero o PDU que distribuya circuitos derivados del CPD deberá quedar en la zona AC-0a es decir dentro del CPD.
- Los tableros TGEA y TGEI deberán encontrarse en una zona al cual solamente tenga acceso el personal autorizado.

Los tableros deben colocarse siempre en lugares visibles y en una zona de fácil acceso, no se debe colocar el tablero dentro del piso o techo falso.

#### **2.4.8 *Sistemas de medición y monitoreo***

El Sistema de Medición en Sitio tiene como función la medición de las variantes eléctricas, que puede darse en: la acometida, tableros principales, tableros de transferencia de los grupos electrógenos, tableros de energía de apoyo y UPS, se deben instalar en lugares de fácil visibilidad. Las variables consideradas para medición son: Voltaje de fase a neutro (V), Voltaje entre fases (V), Voltaje entre neutro y tierra física (V), Corriente en cada fase (A), Corriente de Neutro (A), Potencia activa (KW) total, Potencia reactiva (KVAR) total, Factor de potencia, Distorsión total por armónicos (THD). En el caso se suscitarse inconvenientes, estos deben atenderse de inmediato y de manera jerárquica (ICREA, 2019).

#### **2.4.9 *Grupos electrógenos de Energía de Respaldo***

(Rojas G. , 2018) menciona que los Grupos Electrógenos son llamados también Plantas Eléctricas, este dispositivo contiene en su interior un generador eléctrico el cual se acciona mediante un motor de combustión interna. Este tipo de dispositivos es utilizado mayormente en

ambientes de misión crítica; su característica principal es su capacidad de funcionar independiente de la red eléctrica, este sistema se pone en marcha en casos de fallos eléctricos o de no existencia de energía en el sitio. Se debe contar con un sistema de puesta a tierra para grupos electrógenos.

La capacidad se debe dimensionar para satisfacer el 125% de la carga proyectada. En dicha carga se deberá incluir los dispositivos tecnológicos, equipos de cómputo y comunicaciones, equipos de climatización para el CPD, controles de acceso, CCTV o Sistema de Video Vigilancia (SVV), sistemas de monitorización y alarma del espacio, así como también los sistemas contra incendio e iluminación. Para el nivel II, el Grupo Electrónico deberá ser del tipo “PRIME”

#### **2.4.9.1 Sistema de escape de gases**

Para este sistema se debe contar con un tubo de escape construido de lámina bastante resistente a la corrosión que es causada por el CO<sub>2</sub>, CO y el O<sub>2</sub>. Se deberá contar con un silenciador que mantenga en el exterior los niveles de ruido establecidos en Niveles Acústicos.

Los Niveles Acústicos que se generan al exterior del cuarto de máquinas no deben exceder los 65dB en lo que respecta a 2m de distancia y 1,45m de altura. Se sugiere contar con equipos de protección de seguridad auditiva cuando se encuentre cerca o en el interior del cuarto de máquinas.

#### **2.4.9.2 Sistemas de combustible**

En la Tabla 3, se describe las características con las que debe contar el sistema de combustible.

#### **Tabla 3**

*Consideraciones del Sistema de Combustible*

<b>Ubicación tanque de combustible</b>	<b>Ventilación de tanque de combustible</b>	<b>Recirculación de combustible</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estos sistemas deben colocarse al lado opuesto del Grupo Electrónico de energía.</li> <li>- Deberá tener una distancia de 15m desde el tanque de diario al Grupo Electrónico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los tanques deberán ser del tipo “Corta Fuego”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se debe proveer de un sistema de circulación y filtrado de combustible</li> <li>- La frecuencia debe ser semestral</li> </ul>

Fuente: (ICREA, 2019)

Las tuberías mediante las cuales se transporta el combustible deben ser de material de fierro negro, que es el único aceptado. Se deben ubicar de manera fija y visible, además el acoplamiento al Grupo Electrónico se debe realizar mediante mangueras flexibles y su longitud debe ser no mayor a 60 cm para una presión de 14 bar utilizando conectores de alta presión. Este sistema debe contar con su propia puesta a tierra.

#### **2.4.9.3 Ventilación y Sistema de Supresión de Fuego**

El sistema de ventilación es diferente al sistema de enfriamiento que requiere el grupo electrónico de energía de respaldo, se permitirá un flujo de aire constante para el cuarto en el que se encuentra el grupo electrónico. En este caso el área de desfogue no puede ser menor a 1.5 veces el área efectiva del radiador del grupo electrónico (ICREA, 2019).

Según determina la norma ICREA para la utilización de sistemas de supresión de fuego, en la locación que se encuentren los grupos electrógenos de energía de respaldo se debe contar con un sistema de extinción a base de agua pulverizada, sistema de bióxido de carbono o polvo químico para combatir cualquier indicio de incendio que pueda surgir en esta área. Muy aparte de este sistema es necesario que exista un sistema de extinción que tenga base de espuma en el área del tanque de combustible, no se permite que los extintores sean a base de agua.

#### **2.4.9.4 Cableado de las señales de control**

El cableado correspondiente a señal y control del Grupo Electrógeno se deberá colocar en tubería Conduit galvanizada de pared gruesa, además deberá contar con todos los accesorios necesarios para este fin y tener una resistencia al polvo y goteo. Los cables de energía eléctrica deberán contar con cualesquiera de los aislamientos que se presentan a continuación:

Tipo THW-2, THHW-2, THHN, THWN-2.

Para el cableado de control y monitoreo remoto deberá ser blindado y trenzado.

#### **2.4.10 Transformadores**

En esta sección se indica que los transformadores que se colocan en ambientes de TIC deben soportar armónicos bastante altos y corrientes de excitación de hasta 400 veces las corrientes nominales de los equipos; por esta razón los transformadores utilizados deberán ser del tipo de alto factor K.

- El factor K para subestaciones que alimenten equipos de TIC no debe ser menor a K3.
- El factor K no debe ser menor a 13 en zonas posteriores a los UPS.

Se deberá contar con todas las protecciones tal y como lo establece la norma NEC-450 en sus artículos 240 y 250.

#### ***2.4.11 Sistemas de energía ininterrumpida (UPS)***

UPS por sus siglas en inglés Uninterrumpible Power Supply, este dispositivo proporciona energía eléctrica, de manera que, si existe un corte eléctrico, el UPS (ver Figura 6) permitirá mantener activos los equipos durante un determinado tiempo hasta que estos puedan ser apagados correctamente (Legrand, 2018).

**Figura 6***Sistema de Energía Ininterrumpida*

Fuente: (Talius, 2020)

Los equipos de UPS manejan unidades de medida denominadas KVA por sus siglas Kilo Voltio amperio y se refiere a la unidad de potencia aparente de un aparato eléctrico que presente principalmente características inductivas cuando éste funciona mediante corriente alterna, para este caso su equivalencia aplicando un factor de potencia medianamente estandarizado es  $1\text{KVA} = 0.8\text{KW}$  (ALFAGENERATORS, s.f).

#### 2.4.11.1 **UPS del tipo estático, modulares y no modulares**

Debe contar con un tiempo de transferencia menor a 4ms entre el modo normal a baterías y viceversa, de Doble Conversión, para ello mínimo debe tener los siguientes parámetros:

A la Entrada del UPS: Tensión nominal, ventana de tensión: +10 a -15% sin entrar en modo de baterías, frecuencia:  $50/60\text{ Hz} \pm 5\%$ , factor de potencia:  $\geq 0.90\%$ , distorsión total de la onda de corriente reflejada a la entrada del UPS deberá ser menor al 10%.

A la salida del UPS: Tensión nominal, estabilidad de tensión:  $\pm 1\%$  (estática) /  $\pm 2\%$  (dinámica), frecuencia nominal de 50/60 Hz, estabilidad frecuencia:  $\pm 1\%$ , forma de onda Senoidal, distorsión de la onda de voltaje por armónicas:  $\leq 5\%$  THD y  $< 3\%$  en armónica simple

con cargas no lineales, tiempo de recuperación:  $< 10$  ms al  $\pm 2\%$  de la tensión nominal, eficiencia:  $> 90\%$  a plena carga.

#### 2.4.11.2 **Baterías para UPS**

Este tipo de baterías deben garantizar que los UPS se mantengan en óptimas condiciones en todo momento, esto se refiere a que las baterías que se encuentren en un nivel inferior al 80% de la capacidad que ha especificado el fabricante quedarán fuera de funcionamiento. Los parámetros que van a medirse de acuerdo con las especificaciones del fabricante para determinar el estado de las baterías son:

- Voltaje de flotación del banco de baterías, medido del borne positivo de la primera batería al borne negativo de la última batería del banco.
- Voltaje y corriente de salida del cargador
- Temperatura de ambiente
- Corriente de flotación
- Valores óhmicos de la celda/batería (Impedancia, Conductancia, Resistencia)
- Temperatura en las terminales negativas de cada celda/batería
- Voltaje de cada celda/batería
- Resistencia de interconexión de celda/batería a celda/batería
- Voltaje de rizo en la celda batería

Esto es aplicable a todos los niveles, sin embargo, la periodicidad de las mediciones en unos casos se realizará de manera mensual, en otros puntos de manera semestral y en otros de manera anual. Este sistema proporciona aplicabilidad a: UPS y Grupos electrógenos, Equipos de conmutación y transferencia, Unidades de disparo en interruptores que deban ser operados aún en ausencia de energía eléctrica de la red comercial y/o de grupos electrógenos, Sistemas de

seguridad (SVV, detección, extinción, control de acceso) que operen con baterías, Equipos de monitoreo remoto que opere con baterías aun en ausencia de la red comercial.

#### 2.4.11.3 **Alimentadores para UPS**

Se considerará una capacidad de sobrecarga del 25% derivado de la potencia necesaria para la recarga de las baterías. La configuración de estos alimentadores puede darse en delta o estrella, en el caso de que sea en estrella, el neutro de la estrella deberá sobredimensionarse en un 173% para manejar de manera correcta las corrientes armónicas. Las canalizaciones y alimentadores deben colocarse de acuerdo con lo que especifica el tema de canalizaciones tratado anteriormente.

Las protecciones requeridas para el sistema de UPS se deben considerar para soportar las corrientes de excitación de los UPS. Es necesario incluir una protección diferencial. La potencia de UPS deberá calcularse para alcanzar su máxima eficiencia en operación continua, además se debe considerar el crecimiento con un impacto mínimo en la eficiencia del sistema. La redundancia que se aplicará a los UPS dependerá directamente del Nivel de disponibilidad que se indique para el CPD.

#### **2.4.12 SPD (*Surge Protective Devices*)**

La instalación de un SPD se debe realizar en los tableros eléctricos de distribución iniciando desde la acometida principal hasta el tablero final del CPD.

Se deben considerar tres niveles de supresión para llegar a tener una efectiva protección.

- Alta Incidencia: Clase C, en tableros principales, secundario del transformador de bajada o tablero general.
- Mediana Incidencia: Clase B, tableros secundarios



- Baja Incidencia: Clase A, tableros de cargas sensibles directamente donde se distribuye energía de calidad a las cargas finales a proteger.

Las capacidades de protección mínimas que se requiere se describen a continuación:

- 300 a 400 kA de protección por fase en zona de Transformadores y subestaciones
- 140 a 200 kA de protección por fase en zona de tableros generales
- 100 a 140 kA de protección por fase en zona de Tableros de Distribución y PDU.

Es necesario realizar una cascada de protección, para esto se debe considerar la capacidad del SPD (Surge Protective Device) con la ayuda de un diagrama es posible determinar el nivel de incidencia de Sobre Tensiones Transitorias. Se debe considerar la existencia de los SPD en todas las categorías que se han indicado anteriormente, en el sistema eléctrico de distribución, en todos los conectores de: Telecom (EI, TI), voz, datos, corriente continua, coaxiales y en todas partes donde pueda existir una diferencia de potencial.

Para los requisitos eléctricos del voltaje operativo nominal del SPD depende del voltaje nominal del sistema de suministro de energía. El voltaje máximo de operación continuo de cada dispositivo de protección del sistema de SPD será igual o mayor al 125% para 120V y 115% para 220V y 277V. Para SPD tipo 2 se debe colocar filtros EMI/RFI, estos filtros tendrán una atenuación de 50db a 100kHz. Entre las frecuencias de operación que manejará el sistema están 50Hz o 60Hz. En la Tabla 4 a continuación, se registran los voltajes requeridos según el nivel de protección.

**Tabla 4***Voltajes de Protección*

<b>Voltaje individual operativo nominal del SPD</b>	<b>(VPR)</b>		
	<b>Voltaje de Protección según la 4ta Edición de UL 1449</b>		
	<b>Sistema en zonas de alta exposición (Clase C)</b>	<b>Sistema en zonas de exposición media (Clase B)</b>	<b>Sistema en zonas de exposición baja (Clase A)</b>
<b>120</b>	700	700	700
<b>240</b>	1200	1200	1200
<b>277</b>	1200	1200	N/A
<b>380</b>	1800	1800	N/A
<b>480</b>	1800	1800	N/A
<b>600</b>	2500	2000	N/A

Fuente: (ICREA, 2019)

**2.4.13 Baterías**

Las baterías de plomo- ácido húmedas y/o Valve Regulated Lead Acid (VRLA), se encuentran ubicadas en varios sistemas como: UPS y grupos electrógenos, equipos de conmutación y transferencia, unidades de disparo de interruptores, sistemas de seguridad, equipos de monitoreo remoto. Es importante considerar que las baterías se encuentren dentro del rango de temperatura que especifica el fabricante, con esto es posible poder ampliar el tiempo de vida de estas.

#### **2.4.14 Confiabilidad y Eficiencia en relación al MTBF**

En base al MTBF (Tiempo medio entre averías) de los equipos es posible proveer el cálculo de confiabilidad, cada proveedor de los equipos de soporte debe proporcionar este dato e integrarlo a la documentación del CPD. Incluir la información de las caídas de servicio de la infraestructura durante el último año en lo que consta: fecha y hora del suceso, tiempo requerido para la solución del problema, duración de la interrupción, tiempo requerido para regresar a la normalidad, causa del evento, medidas tomadas para evitar que el suceso vuelva a darse (ICREA, 2019).

### **2.5. Climatización**

En las especificaciones que rige la norma (ICREA, 2019) expresa que el sistema de climatización CRAC (Computer Room Air Conditioner) fundamentalmente está destinado a proporcionar el enfriamiento necesario, así como el control de la humedad y la remoción de partículas de polvo. Las unidades de medida que maneja un sistema de aire acondicionado se denominan BTU por siglas en español Unidad Térmica Británica, un BTU proporciona información sobre la cantidad de calor que una unidad de aire acondicionado puede extraer de un lugar cerrado, mayor cantidad de BTU en un aparato realiza el enfriamiento de manera más rápida.

#### **2.5.1.1 Componentes del sistema de climatización**

En la Tabla 5, se detalla los componentes necesarios de climatización para que el CPD funcione de una manera adecuada y cuente con el enfriamiento que requiere.

**Tabla 5***Equipos de climatización*

<b>Equipo</b>	<b>Denominación</b>
CRAC (Computer Room Air Conditioning)	Equipo de “Unidad de Aire Acondicionado de Expansión Directa”.
CRAH (Computer Room Air Handler)	Se denomina Equipo de “Unidad Manejadora de Aire”.
CAHU (Central Air-Handling Unit)	Es denominado como Equipo de “Unidad Manejadora de Aire”.
CCCU (Close Coupled Cooling Unit)	Se denomina Equipo de “Unidad de Enfriamiento en hilera”
DEC (Direct economizer cooling)	Unidad manejadora de aire, utilizando free cooling directo
IDEC (Indirect economizer cooling)	Unidad manejadora de aire, utilizando free cooling indirecto
Gabinetes para soluciones EDGE	Solución de climatización divididas o autocontenidas de expansión directa de agua helada
Chiller	Es un generador del sistema de agua helada que utiliza refrigerante y agua para intercambiar calor, condensado por aire o condensado por agua
Condensadora	Existen condensadores por aire y agua
Torre de enfriamiento	Se utiliza para rechazar el calor hacia el exterior
Equipos híbridos	Son sistemas que manejan combinaciones de diferentes tecnologías de enfriamiento

Fuente: Investigación propia

El sistema de red hidráulica se refiere a los elementos necesarios para permitir al sistema de Climatización llevar el agua helada para enfriar el Centro de Datos. Los sistemas a base de

agua son los siguientes: bombas primarias y secundarias, tanques separadores de aire, tanques de expansión, tuberías y válvulas, sensores, tanques de almacenamiento de agua helada. La sección de distribución del aire se refiere al conjunto de elementos tales que, permitan llevar al CPD el caudal de aire frío que requieren los equipos de TIC y se tienen los siguientes: ductos, cámara plena, confinamiento, compuertas, rejillas de inyección y retorno, sensores.

#### **2.5.1.2 Necesidad de Climatización**

Para el diseño de un CPD es necesario contemplar un sistema de climatización precisa, que se ubicará en un lugar en donde generalmente no haya presencia de personas, este sistema será el encargado de controlar la temperatura, humedad relativa y limpieza de aire. La capacidad mayor será por calor sensible. Este sistema de climatización deberá tener un diseño que permita un control preciso de temperatura y humedad, además debe permitir una operación de las 24 horas y los 7 días de la semana.

Es necesario que los sistemas de climatización cuenten con equipos de control de humedad instalados específicamente para cuartos de cómputo y que mantengan disponibilidad a toda hora. La humidificación se realiza con vapor de agua evitando el rocío de agua en fase líquida. También se debe tomar en consideración la instalación de una barrera de vapor. La eficiencia de energía es necesaria, ya que podría suceder que un equipo se encuentre humificando el sitio y otro este retirando el humo al mismo tiempo.

#### **2.5.1.3 Alimentación eléctrica para equipos de climatización dentro del CPD**

Este sistema se deberá alimentar con energía del Grupo Electrógeno y sin compartir el alimentador con otras cargas. Los alimentadores y circuitos derivados que se utilicen deben contar con sus protecciones contra todos los riesgos eléctricos según sea el caso:

Nivel II y III: Podrá ser en sistema SVA o DVA.

Los equipos como chillers y torres de enfriamiento deben contar con un interruptor de seguridad para dar mantenimiento a los equipos, todos estos implementos deben encontrarse conectados a tierra.

#### 2.5.1.4 Redundancia en Climatización

La redundancia se refiere a tener más de un equipo funcionando para asegurar la disponibilidad y continuidad de los equipos, en este caso se refiere a tener múltiples equipos de climatización para garantizar el funcionamiento del sistema en todo momento.

La capacidad requerida por el sistema de climatización se determina de acuerdo con la clasificación del ambiente TIC, se establece la redundancia que se especifica en cada nivel. Entre los requerimientos mínimos que se establece según la norma ICREA 2019 para el Nivel II de CPD se encuentran:

- Capacidad de enfriamiento con redundancia N+ 1
- Equipo de climatización con redundancia N+ 1
- Cumplir con la climatización adecuada
- Circuitos hidráulicos sin redundancia en sistemas de agua helada
- Alimentación eléctrica a equipos SVA
- Climatización en zona de UPS deberá cumplir con redundancia N+1

#### 2.5.1.5 Derrames accidentales de agua

Para la detección de líquidos se debe colocar este sistema dentro del Piso Técnico o en áreas donde pasen tuberías de agua, en el caso de derrame de líquidos se debe tener una alarma que dé aviso del suceso y proporcionar corrección al problema. En la Tabla 6, se observan los modos de prevención para el derrame de líquidos dentro del Data Center.

**Tabla 6***Protección para derrame de líquidos*

<b>Dren para derrames accidentales de agua</b>	<b>Dique de contención para derrames accidentales de agua</b>	<b>Válvulas para inhibir derrames accidentales de agua</b>
Drenaje por gravedad para desagüe de una sola vía	Dique que contiene los derrames de agua por mal funcionamiento	Válvulas para cierre de agua en caso de una fuga
Es un drenaje particular al principal	Necesita un detector de agua para alertar a los operadores sobre la presencia de agua	Deberán estar en el área, pero por fuera del CPD
Necesita un detector de agua dentro del CPD		Exigible para Nivel IV y V
Exigible para Nivel III, IV y V		

Fuente: Investigación propia

**2.5.1.6 Cuidados al ambiente**

En lo que respecta a la utilización de refrigerantes a partir del 2019, la norma (ICREA, 2019) acota que se debe tomar en consideración los tratados de Kioto, Paris y Montreal (PNUMA, 2016), en los cuales se expresa claramente que los elementos utilizados para este fin deben contribuir a la reducción de emisión de gases que afecten al medio ambiente y la capa de

ozono, en adición a lo anterior, es importante seguir las recomendaciones que se establece en ISO 817 y ASHRAE 34.

#### **2.5.1.7 Tuberías de agua**

La colocación de tuberías de agua en la parte superior del Cuarto de Equipos está prohibida, en el caso de que sea necesario colocar tuberías en este sitio, se lo debe realizar por el centro del pasillo, teniendo un diseño correcto con el objetivo de que haya el mínimo riesgo de fugas de agua, no se permite conexiones intermedias mientras esta canalización atraviesa el Centro de Cómputo. Este tipo de conexión se permite para los Niveles I, II y III, por lo que se requiere realizar una serie de pruebas que garanticen el buen funcionamiento del sistema de tuberías.

#### **2.5.2 Ventilación con presión positiva y Limpieza de aire dentro del CPD**

Como plantea (ICREA, 2019), la presión positiva con aire externo se utiliza también para mantener fuera del Centro de Datos a partículas contaminantes. Este aire externo debe ser prefiltrado y deberá ser ingresado al CPD por arriba de su temperatura de rocío y en el retorno del aire caliente hacia las CRAC.

#### **2.5.3 Limpieza del aire dentro del CPD**

Los filtros de aire que se requieren dentro del CPD son puntos relevantes que se deben seguir para garantizar la calidad del aire que ingresa al mismo, entre ellos se encuentran:

- La calidad del aire del CPD debe cumplir con el nivel de limpieza ISO clase 8
- ASHRAE 127 recomienda que el aire de la sala debe filtrarse continuamente con filtros MERV 8.
- Según recomienda ASHRAE (2009b) el aire exterior que ingresa al CPD puede filtrarse con filtros MERV 11 o MERV 13.



- En Centros de Datos que utilizan refrigeración por “free cooling” o “air-side economizers” la elección de los filtros para lograr el nivel de limpieza ISO clase 8 depende de las condiciones específicas presentes en el ambiente que rodea al CPD.

La utilización de filtros de carbón activado se realiza evitando los siguientes contaminantes: VOC (Volatile Organic Compounds), partículas de hollín, partículas de condensados como carbonatos, partículas de concreto, partículas metálicas, detergente con alto contenido de amoníaco, polvos y tiras de papel, productos químicos derivados de equipos de reproducción de microfichas

Los contaminantes del aire mencionados anteriormente provocan daños y un mal funcionamiento a los equipos de Tecnologías de la Información, por esta razón se debe precautelar la limpieza en lugares como: ductos, canalizaciones, piso y cielo falso, cables y equipos. En el Cuarto de Equipos se debe colocar únicamente lo que corresponde al funcionamiento de este, si se tiene elementos o equipos fuera de funcionamiento, estos deben ser retirados.

#### ***2.5.4 Temperatura y humedad***

Los fabricantes de equipos electrónicos especifican los rangos de temperatura y humedad aptas para el funcionamiento de estos. El diseño debe permitir estabilidad de estos dos parámetros con la finalidad de precautelar que el CPD se mantenga en buen estado. La norma ASHRAE es la encargada de proporcionar los lineamientos necesarios para controlar los factores de temperatura y humedad. Se deberá considerar la instalación de una barrera de vapor y aislamiento térmico en paredes, techo y piso de la sala, esto con la finalidad de disminuir la utilización de humidificadores/deshumidificadores y reducir la transferencia de calor y humedad desde el exterior al interior del CPD.

En las Tablas 7 y 8, se ilustra los rangos adecuados de temperatura y humedad que deben mantener los Cuartos de Equipos para operar de manera correcta.

**Tabla 7**

*Rangos de Tolerancia de Temperatura y humedad en máquinas sin operar*

<b>Tolerancia de temperatura y humedad para máquinas sin operar</b>			
	<b>Temperatura en °C</b>	<b>Humedad</b>	
	<b>(°F)</b>	<b>Relativa en %</b>	
		<b>Máxima Temperatura °C</b>	
		<b>(°F) de Bulbo Húmedo</b>	
Rango	5° - 45° (41°-113°)	8% - 80%	60° (140°)

Fuente: (ICREA, 2019)

**Tabla 8**

*Rangos de Tolerancia de Temperatura y humedad en máquinas operando*

<b>Tolerancia de temperatura y humedad para máquinas operando</b>	
<b>Temperatura en °C (°F)</b>	<b>Humedad</b>
	De -9°C (-15.8°F) de punto de rocío a
Rango	De 18°C (64.4°F) a 15°C (59°F) de punto de rocío y
	27°C (80.6°F)
	60% HR máxima
	Sin condensación

Fuente: (ICREA, 2019)

### 2.5.5 *Rejillas difusoras y de retorno*

El material utilizado debe ser metálico resistente a la oxidación y de fabricación con retardante al fuego. Las rejillas deben tener un ángulo de deflexión que es requerido para proveer un flujo de aire acorde a los requerimientos del hardware. Por lo general, se establece de 25° a

35° del eje vertical, en el caso de que el hardware se encuentre justo enfrente a la rejilla. Por otro lado, los módulos de piso perforados están permitidos para colocarse dentro del CPD, con el fin de permitir la distribución del aire en el interior del cuarto.

Para la utilización de tolvas en la descarga de aire de manejadoras, es necesario considerar que, en el caso de que se utilicen ventiladores centrífugos, se requiere que se coloquen tolvas deflectoras para evitar que la descarga de aire de las unidades de climatización choque directamente en el piso real dentro del plénum del piso falso.

#### **2.5.6 Zonas de seguridad en unidades condensadoras**

Se deberá realizar una señalación con una franja amarilla colocada sobre el piso, tendrá un ancho de mínimo 5 cm en forma perimetral el área de seguridad de las unidades exteriores entre las que se encuentran condensadoras o cambiadoras de calor, dejando un espacio considerable entre la unidad y la franja que tiene un mínimo de 40 cm en forma perimetral.

También es necesario contar con un letrero a la entrada del área de condensadores con acceso controlado en la que conste con la siguiente leyenda “Precaución Equipo de Arranque Automático”. Se requiere clasificar como área de control AC-3 a la zona de las unidades condensadoras. En lo que respecta a las compuertas de aire en manejadoras, tienen la finalidad de evitar que el aire ingrese hacia adentro del CPD cuando éstas se encuentren inoperativas, en este caso las compuertas deberán cerrarse.

### **2.6. Instalaciones de Seguridad**

En esta sección se tratarán tópicos sobre seguridad en los ambientes de Tecnologías de la Información, para ello se realiza el estudio de métodos, sistemas e instalaciones que permiten precautelar la integridad física del personal, información y los equipos que se encuentran dentro del Data Center, no se aceptan instalaciones provisionales dentro del CPD, además se requiere

que este sistema disponga de su propia instalación de puesta a tierra que se conectará al sistema general.

### **2.6.1 *Requerimientos para Nivel II***

Para el caso de estudio se tomará el Nivel II, a continuación, se detallan los requerimientos para este nivel según (ICREA, 2019):

- Dos controles de acceso para entrar a las áreas AC-0a, AC-0b y un control de acceso para entrar a las áreas AC-3<sup>a</sup> y AC-3b.
- Sistemas contra fuego: detección convencional con activación cruzada en las zonas AC-0a, AC-0b y AC-1.
- CCTV o Sistema de Video Vigilancia (SVV)
- Protección balística de las zonas AC-0a, AC-0b de al menos 500 Joules
- La resistencia al fuego de pisos, muros, techos y puertas de las zonas AC-0a, AC-0b, AC-1, AC-3<sup>a</sup> y AC-3b deberán ser F60.

### **2.6.2 *Equipos dentro del CPD***

Según rige la norma ICREA, dentro del Data Center deben instalarse equipos tecnológicos de proceso y almacenamiento de datos, así como también equipos de comunicaciones. Otro tipo de equipos que se permite son los de soporte como los UPS que no superen los 100 KVA, también distribuidores de circuitos eléctricos, equipos de seguridad, sistema de monitoreo remoto y las unidades de climatización.

Se debe precautelar que los materiales y elementos que se encuentren dentro del CPD sean no combustibles, ya que esto representa un riesgo para todo el equipamiento que se encuentra dentro del Cuarto de Equipos, además se debe procurar mantener un ambiente limpio y

está expresamente prohibido utilizar al CPD con fines diferentes a albergar los equipos tecnológicos.

### **2.6.3 Consideraciones constructivas**

En lo que respecta a los Niveles I y II, se requiere tener una resistencia al fuego directo mínimo F60. Los requerimientos son más estrictos entre más alto sea el Nivel de disponibilidad. Los parámetros a analizar son: impedir la propagación de humos, vapores, humedad y polvo hacia el interior del Centro de Datos, evitar la transmisión de calor exterior hacia el interior del CPD. Estas consideraciones tienen la finalidad de garantizar la seguridad contra vandalismo, sabotaje, terrorismo y ataque con armas de fuego.

### **2.6.4 Control de acceso**

Se define como una barrera física que no permite ingresar o acceder a personas sin antes haberse identificado con sus respectivas credenciales, es posible restringir el paso a determinados grupos de personas, restricción por horarios y en situaciones concretas. Esto con la finalidad de proteger el espacio al que se le haya colocado este control de acceso.

El sistema de control deberá contar con un registro y controlar el ingreso y salida de personal, la utilización de un sistema de acceso biométrico (ver Figura7) permite dar solución a este requerimiento. En lo que respecta a los Niveles I y II, se determina que el Data Center puede tener controles de acceso manuales.

**Figura 7***Control de acceso manual*

Fuente: (AutomaticSystem, 2018)

#### 2.6.4.1 Puertas de emergencia

Como su nombre lo indica, serán utilizadas en caso de emergencia y por tanto se deben mantener estos espacios libres de obstáculos, colocadas de tal manera que se abra hacia afuera desde el interior del CPD, otra consideración es que no deben ser corredizas, además de tener un área bastante bien iluminada. En el interior del CPD se debe tener marcada y señalada la ruta de salida. La puerta de emergencia deberá estar monitoreada por el sistema de control de acceso o de panel de incendios. En lo que respecta a ruta de evacuación, es necesario contar con un área bien señalada e iluminada o fosforescente. En la Figura 8, se ilustra la distribución de los elementos que corresponden al funcionamiento de la puerta de emergencia.

**Figura 8***Puerta de Emergencia Data Center*

Fuente: (Pinterest, 2020)

**2.6.4.2 Número de personas dentro de la sala**

La cantidad de personas al interior del CPD es limitada, es decir se permite el acceso al CPD únicamente a personal autorizado como: supervisores, operadores, ingenieros de servicio, personal de conservación y de seguridad, esto con el propósito de que pueda precautelarse la seguridad y no se genere pérdida o daño de equipamiento.

**2.6.4.3 Chapas y cerraduras**

La colocación de chapas y cerraduras de ingreso deben proporcionar alta seguridad y fiabilidad a los sistemas del CPD y los equipos que se encuentran dentro del mismo. No está permitido que la barra antipánico se coloque antes del sistema de control de acceso, a excepción de los casos de emergencia. Será necesaria la ubicación de un sistema de control de acceso mediante electroimán, con esto es posible mantener la puerta del CPD cerrada la mayor parte del tiempo.

### 2.6.5 *Detección de fuego*

Los sistemas de detección de fuego son medios necesarios para proteger de cualquier peligro derivado del fuego, a las personas, equipamiento, sistemas, infraestructura física y demás bienes materiales que se encuentren dentro de un espacio físico (Esplugas, 2016). En lo que respecta a detección temprana, para el caso de los Niveles I, II y III se establece que, si los conductores eléctricos no cuentan con aislamientos de baja emisión de humos y cero halógenos, es necesario la instalación de este sistema de detección. Para el sistema de detección convencional se manifiesta que el CPD no deberá instalar detectores por ionización, para este caso, se requiere disponer de detectores ópticos de humo o tipo multicriterio que se refiere a humo y temperatura, se ilustra en la Figura 9.

Las zonas consideradas para la instalación de este tipo de sistema es en el techo falso y el en el plénum de inyección bajo el Piso Técnico, estos requerimientos deben considerarse de acuerdo a lo que se establece para cada Nivel, con la finalidad que abarque todas las áreas que necesitan ser protegidas.

**Figura 9**

*Detector de humo para techo*



Fuente: (RIMAC, 2017)



### **2.6.6 Extinción de fuego**

Las condiciones y la magnitud que tenga el CPD son factores que facilitan la determinación del tipo de extintor que se requiere, entre ellos se encuentra los extintores portátiles y los extintores fijos y portátiles a Base de CO<sub>2</sub>, este segundo grupo activará una señal audiovisual cuando el ambiente alcance una atmósfera con una concentración del 8% en volumen, indicando a las personas que se encuentren dentro del inmueble que deben salir de inmediato.

Dentro de un CPD se deben colocar los extintores de tal manera que no se deba desplazar más de 12m del lugar en donde se encuentre para encontrar uno de estos, además se requiere que este espacio sea señalado correctamente para evitar dificultades en encontrar los extintores.

### **2.6.7 Sistemas por inundación con agentes extintores limpios**

Según menciona (Cruz, 2018), un agente limpio se denomina a la sustancia extintora que no conduce electricidad, volátil o gaseosa, además no deja residuos tras su evaporación.

Los sistemas de inundación se operarán de manera automática o manual, además después de que el fuego sea extinguido, es necesario expulsar todo el gas hacia el exterior del inmueble, los tanques que se utilicen para este fin, no deberán colocarse en el interior del CPD o zonas cercanas a este; es importante que el Data Center se encuentre protegido en su totalidad.

Según rige las normas establecidas por la NFPA se indica que, entre los agentes limpios permitidos (nombres comerciales) para detener los sucesos de incendio en las Salas de Cómputo son:

CEA-308, CEA-410, EKARO 25, FM-200, FE227, FE-13, Clean Guard FE-36 Exton-flam, Trióxido, Argote, Argonfire, NN100, INERGEN, ARGONITE, NOVEC SAPHIRE, Refrigerante R123 Freon 123.

La utilización de agua como agente extintor, está permitida en el único caso de que se utilice en un sistema de tubería seca a base de agua pulverizada o niebla de agua, si es utilizado este sistema, el CPD deberá contar de manera obligatoria con un Dren que permita retirar el agua hacia afuera del CPD y a su vez impida el ingreso de insectos o impurezas por este drenaje.

En lo que respecta a la zona de Grupos Electrógenos de energía de respaldo, es necesario utilizar un sistema de extinción utilizando como base agua pulverizada.

Por otro lado, cuando exista alerta de fuego e inicie a funcionar la extinción del mismo, los equipos de climatización serán apagados de manera automática.

### **2.6.8 Barreras de protección**

Se requiere que las puertas de ingreso al CPD abran hacia afuera al igual que las puertas de evacuación, éstas deben ser de un material que soporte fuego directo y además poseer un cierrapuertas que funcione de manera automática, lo requerido para niveles I y II es de F60. No se permite que hayan ventanas que den hacia la zona del Ac-0a (Área CPD) o AC-0b (Área Comunicaciones). Según lo indica la norma NFPA, el perímetro del ambiente de tecnologías de la información debe estar compuesto de material protegido con materiales no combustibles y aprobados para este fin; las paredes del CPD deben soportar disparos de un arma de fuego. Además no se permite ningún tipo de material plástico en el CPD.

Las áreas, pasos o aperturas para el paso de cables y charolas deben sellarse con la utilización de Barrera Contra Fuego, de esta manera es posible impedir el paso de humedad, calor, humo, flama y gases que intenten ingresar hacia el interior del CPD, es importante también impedir el ingreso de agua, insectos y roedores a través de las canalizaciones.

### **2.6.9 Protección de medios de respaldo**

Para equipos de almacenamiento de datos o que contengan medios de respaldo es necesario presentar una solución eficaz que garantice la resistencia al fuego por un período de al menos 60 minutos de exposición directa a llamas, es necesarios que los centros donde se ubiquen este tipo de información cuenten con un control ambiental para mantener los niveles de factores como temperatura y humedad, estos datos son indicados por los fabricantes de equipos portadores de datos.

### **2.6.10 CCTV o Sistema de Video Vigilancia**

Tomando como referencia lo que manifiesta (HIKVISION, 2020), CCTV definido por sus siglas como Circuito Cerrado de Televisión, se refiere a un sistema conformado por un grupo de equipos que se encuentran conectados (visualizar Figura 10), a través de los cuales se generan imágenes que serán revisadas por un determinado grupo de personas; según los requerimientos necesarios de cada cliente, pueden adaptarse para realizar videovigilancia, seguridad o mejora de servicio. La norma (ICREA, 2019), plantea que el número de cámaras que se debe instalar en el CPD es de acuerdo al Nivel de disponibilidad, en este caso al referirse al Nivel II, está establecido que el CPD debe contar con:

- Dos controles de acceso para ingresar al CPD y equipos de comunicaciones.
- Un control de acceso para ingresar al NOC y al SOC y Equipos de soporte.

**Figura 10***Sistema de Seguridad Electrónica CCTV*

Fuente: (FIRECONTROL, 2016)

#### 2.6.10.1 **Posición de cámaras**

El CPD debe considerar la ubicación de las cámaras de manera que éstas abarquen la mayor parte del sitio y puedan vigilar como mínimo la entrada principal al área del CPD, el área de Comunicaciones, las Salidas de Emergencia, toda el área interna del CPD, cuartos Distribuidores de Cableado, Equipos de Comunicaciones y la Interfaz de Red Externa.

En conclusión, Para poder garantizar seguridad, todo debe ser visible y en ningún caso debe existir áreas oscuras, también se deberá contar con sistemas PTZ (Pan-Tilt-Zoom) y además que operen con bajo nivel de luz.

#### 2.6.10.2 **Grabación de CCTV o Sistemas de Video Vigilancia**

Es necesario que el CPD cuente con un sistema de video vigilancia que disponga la funcionalidad de grabación por detección de movimiento. Según lo que dicta la norma (ICREA, 2019) , los parámetros de grabación del sistema de CCTV, se toma de acuerdo a los Niveles como se expresa a continuación para el caso requerido de Nivel II:

- Sistema de CCTV o Sistema de Video Vigilancia (SVV) Analógico o IP
- Cámara Día/Noche, con funciones: AGC (Control Automático de Ganancia), EI (Electronic IRIS), BLC (Black Light Compensation).
- Sistema de Grabación de Video Digital
- Mínimo 10 IPS
- Tiempo de almacenamiento interno o externo de video: 21 días

En todos los casos las entradas de la ruta de acceso a las zonas internas del CPD y al área de Soporte, las cámaras deben ser capaces de identificar 250 pixeles/m y las cámaras al interior deben ser capaces de reconocer 100 pixeles/m. Por otro lado, los manuales de operación, de procedimientos de mantenimiento y bitácoras son exigibles para todos los Niveles de Data Center y deberán contar con las recomendaciones de los fabricantes.

#### ***2.6.11 Equipos y Comunicaciones de seguridad***

Si el CPD posee una acometida dedicada, que sea de mediana o alta tensión, se debe realizar un estudio de arco eléctrico para de esta manera contar con un equipo de protección personal. En lo referente a comunicaciones de seguridad, es posible incluir un teléfono dentro de la sala, el cual contará con un acceso a línea exterior desde el interior del CPD, puede darse también que existan otros medios para solicitar ayuda en el caso de que se suscite algún inconveniente.

### **2.7. Comunicaciones**

El tópico de Comunicaciones trata lo referente a la transmisión de señales y datos entre los equipos de Tecnologías de la información como son servidores, equipos de almacenamiento y red. Entre las instalaciones de comunicaciones para un CPD se incluyen:

- Sistema de cableado estructurado

- Sistema de canalizaciones y espacios asociados

Según recomendaciones de la norma (ICREA, 2019), es necesario contar con un sistema de puesta a tierra de comunicaciones, para precautelar la seguridad de los equipos de comunicación.

En lo que respecta a la vida operacional de las instalaciones de comunicaciones, la norma recomienda que deben ser diseñadas e instaladas para tener una duración de 10 años, este equipamiento debe poseer consideraciones de crecimiento para ampliaciones a futuro, además de prevenir el riesgo de pérdida de continuidad en la operación de sus funciones.

### **2.7.1 Especificaciones (del Sistema de Cableado Estructurado)**

La conexión directa dentro del CPD solamente está permitida para equipos que se encuentren uno junto al otro o en el mismo gabinete, en el caso de tener equipos que estén distantes, aún dentro del mismo cuarto no se permitirá este tipo de conexión ya que se generarían problemas de administración o algún tipo de fallas que puedan perjudicar a la continuidad de la operación.

#### **2.7.1.1 Elementos funcionales**

El sistema de cableado estructurado se compone de diferentes elementos funcionales los cuales constituyen los puntos de terminación de los subsistemas de cableado, estos elementos se detallan en la Tabla 9 a continuación:

**Tabla 9***Elementos Funcionales*

<b>Siglas</b>	<b>Significado</b>
ENI	External Network Interface (Interfaz de Red Externa)
MMR	Meet Me Room (Cuarto de Administración de Proveedores)
MPOE	Punto Principal de Entrada (Main Point of Entrance)
POE	Punto de Entrada (Point of Entrance)
POP	Punto de Presencia (Point of Presence)
DMARK	Punto de Demarcación (Demarcation)
DI	Distribuidor de Inmueble
MDA	Main Distribution Area (Área de Distribución Principal)
IDA	Intermediate Distribution Area (Área de Distribución Intermedia)
HDA	Horizontal Distribution Area (Área de Distribución Horizontal)
ZDA	Zone Distribution Area (Área de Distribución de Zona)
CP	Consolidation Point (Punto de Consolidación)
EDA	Equipment Distribution Area (Área de Distribución de Equipos)
EO	Equipment Outlet (Salida de Equipos)

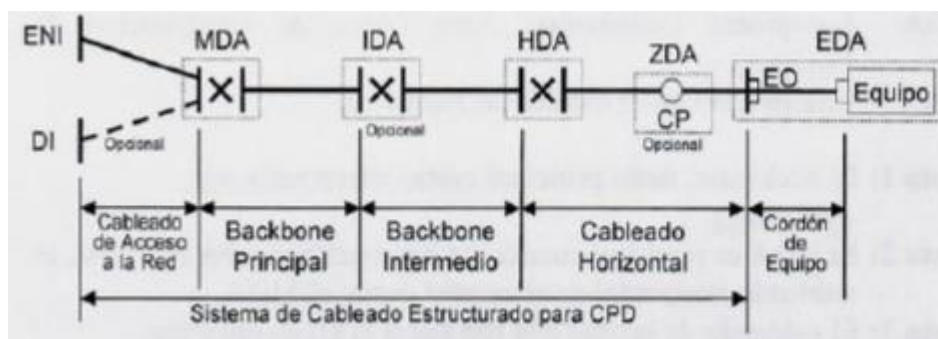
Fuente: (ICREA, 2019)

En la Figura 11, se muestra los elementos funcionales de un Sistemas de Cableado

Estructurado:

**Figura 11**

*Elementos Funcionales para un CPD*



Fuente: (ICREA, 2019)

### 2.7.1.2 Subsistemas

El sistema de cableado estructurado se compone de cuatro subsistemas que son los siguientes: cableado de acceso a la red, backbone principal, backbone intermedio, cableado horizontal. Dependiendo de las dimensiones que tenga el CPD, si éste lo permite, es posible omitirse el backbone principal, el backbone intermedio o en su defecto ambos y de ser así, un MDA (Main Distribution Area) puede desempeñarse como HDA (Horizontal Distribution Area). Los cordones que conectan directamente a los equipos activos no se consideran parte del sistema de cableado.

### 2.7.1.3 Conexión directa entre equipos

Las conexiones directas no están permitidas entre equipos que no se encuentren en el mismo gabinete. Estas conexiones se permiten entre equipos que se encuentren ubicados en el mismo gabinete o en gabinetes adyacentes en el caso de que haya pasos directos entre gabinetes utilizando organizadores de cables.



### 2.7.1.4 Redundancia

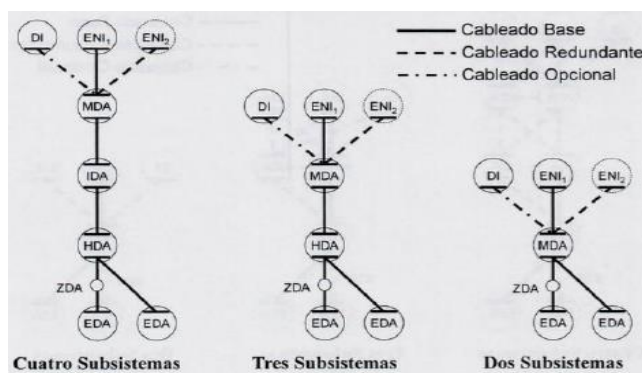
La aplicación de redundancia en el CPD dependerá del Nivel de certificación requerido. Según el nivel, puede darse que haya más de un tipo de elemento funcional dentro de lo que corresponde al CPD, para el caso de estudio a continuación se especifica lo que plantea la norma ICREA 2019 con lo referente a los Niveles I y II respecto a redundancia.

**Nivel I:** Solo se requiere el sistema base para los dos, tres o cuatro subsistemas de cableado presentes. No se requiere redundancia de elementos funcionales.

**Nivel II:** Además de lo requerido por el Nivel I, se requiere redundancia para cableado de acceso a la red como se muestra en la Figura 12 a continuación:

**Figura 12**

*Redundancia del cableado de acceso a la red Nivel II*



Fuente: (ICREA, 2019)

La redundancia que se especifica para todos los Niveles debe ocupar los componentes de cableado, racks/gabinetes, canalizaciones y estructuras de soporte. Por seguridad se manifiesta que las canalizaciones deben dirigirse por diferentes trayectorias físicas independientes, esto para asegurar el cableado y proporcionar una mayor tolerancia a fallos y continuidad de servicio.

### 2.7.1.5 Conexiones de Equipo (Interfaces)

Los equipos activos deben conectarse en las terminaciones de los subsistemas de cableado. No está permitido que el punto de consolidación se use para hacer conexiones de equipo. Para el diseño de canales de transmisión, es posible unir dos o más subsistemas para formar un solo canal, según sea los requerimientos de la infraestructura.

### 2.7.1.6 Empalmes y conexiones derivadas

Los cables utilizados para comunicaciones deben mantenerse íntegros, es decir sin empalmes ni conexiones derivadas que puedan interferir en la transmisión de los datos. Existen dos consideraciones que son las únicas ocasiones en las que se aceptan empalmes, la primera, cuando los empalmes son utilizados para cordones tipo pigtail en los que pueden utilizarse empalmes de fusión para la terminación de las Fibras Ópticas en cordones tipo pigtail; la segunda consideración indica que, si se utiliza empalmes mecánicos para la terminación de pigtails y de conectores con Fibra Óptica pre pulida, si se utiliza una cortadora de precisión. Solamente en estas dos condiciones es aceptado el empalme. Por otro lado, se manifiesta que las conexiones derivadas no están permitidas ni en serie o en paralelo en ningún punto del trayecto, ni tampoco en la terminación de los cables, Interconexiones y conexiones cruzadas

Las interconexiones son utilizadas para la conexión entre circuitos provenientes de los subsistemas de cableado o del equipo activo en la interfaz de red externa MDA, IDA y HDA. Se deben usar interconexiones en las salidas de equipo, entre el equipo activo y cableado horizontal. También deben emplearse interconexiones en el punto de consolidación entre el cableado horizontal hacia el HDA y del cableado horizontal hacia la salida de equipo.

Las conexiones cruzadas pueden utilizarse de manera alternativa para la conexión entre circuitos provenientes de los subsistemas de cableado o del equipo activo en la interfaz de red

externa, MDA, IDA y HDA. Deben emplearse conexiones cruzadas para los equipos que lo requieren para su administración y operación adecuada.

#### **2.7.1.7 Diseños de las Salidas de Equipo**

Las salidas de equipos se deben colocar de manera cercana a los equipos activos y en el hardware de conexión que permita una densidad óptima de puertos maximizando la cantidad de los mismos, sin que se afecte la administración y desempeño del cableado evitando generar saturaciones innecesarias.

En esta sección se indica que los gabinetes a utilizarse deben tener el espacio suficiente para que en su interior se albergue a los equipos y el cableado correspondiente, facilitando de esta manera la administración y gestión de los equipos.

#### **2.7.1.8 Diseño con Punto de Consolidación**

Los puntos de consolidación (CP) son utilizados para casos en los que se tenga una reorganización constante del espacio, puede emplearse en áreas que requieran trasladar y agregar equipos de manera frecuente. La capacidad y número de puntos de consolidación se determinará de acuerdo con las necesidades de los usuarios y tomando en consideración el crecimiento a futuro del área comprendida.

Según los requerimientos de los usuarios, los puntos de consolidación pueden ubicarse en racks de las áreas a las que se proporcionará el servicio, se podrán instalar en cajas destinadas para este fin por encima del cielo falso o debajo del piso técnico. Los medios permitidos para las instalaciones de comunicaciones en el CPD son:

- Par Trenzado Balanceado de 100 Ohm de 4 pares
- Fibra Óptica Multimodo
- Fibra Óptica Monomodo

### 2.7.1.9 Especificaciones de Cableado de Par Trenzado Balanceado

Los sistemas de cableado que se instalen deben contar con los requerimientos mínimos para el correcto desenvolvimiento de las funciones de los equipos y sistemas que alberga el CPD, la correcta dimensión del tipo de cable proporcionará una proyección a futuro de utilización de este, así como también se evitará un posible recableado posterior en el caso de realizar migraciones, además de reducir el riesgo de pérdida de la operación.

Para el Nivel II de CPD se especifica que la categoría mínima recomendada para el tipo de cable es Clase  $E_A$ / Categoría  $6_A$  o superior. El cableado de par trenzado balanceado como mínimo deberá permitir el soporte de Gigabit Ethernet, además deberá estar preparado para el soporte de 10 Gigabit Ethernet. La longitud máxima recomendada para el cableado de Par Trenzado Balanceado de las categorías 3, 5, 5e, 6,  $6_A$ , 7 y  $7_A$  debe ser 100m. En la Figura 13, se visualiza los componentes del cable de par trenzado balanceado y no balanceado.

**Figura 13**

*Cable de Par Trenzado Balanceado y no Balanceado*



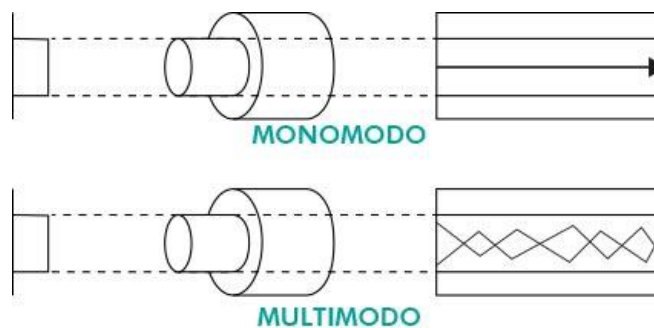
Fuente: (Rodríguez, 2017)

### 2.7.1.10 Especificaciones de cableado de Fibra Óptica

La Fibra Óptica deberá cumplir con los requisitos de longitud máxima de canal y pérdida de inserción máxima de canal para las aplicaciones soportadas. Se requiere que, para los cinco Niveles de Data Center, la categoría de Fibra Óptica debe ser multimodo OM3 en lo que comprende para longitudes de 2 a 300m, multimodo OM4 en longitudes de 2 hasta 400m y en monomodo OS2 en lo que corresponde a longitudes de 2 hasta 40Km. Para el Nivel II, si existe cableados preexistentes, se permitirá como mínimo multimodo OM2, en lo que se refiere a longitudes de 2 hasta 300m, aunque esta acción pueda afectar a la ejecución de aplicaciones. En las Figuras 14 y 15, se muestra la dirección de los haces de luz dentro del núcleo y las ventanas de transmisión en fibra monomodo y multimodo.

**Figura 14**




*Fibras monomodo y multimodo*



Fuente: (FibraMarket, 2018)

**Figura 15**

*Clasificación según la distancia y el Ancho de Banda*

OM1	OM2	OM3	OM4	OM5	OS1/2
		Multimode			Singlemode
62,5/125 $\mu$ m	50/125 $\mu$ m				9/125 $\mu$ m
					
2000 m	550 m	300 m	125 m	440 - 150 m	10 Km
10/100 Mb/s	1 Gb/s	10 Gb/s	10 Gb/s	40-100 Gb/s	*

Fuente: (IBERTRONICS, 2018)

### 2.7.1.11 Conectores de Fibra Óptica

Los tipos de conectores usados en las terminaciones de los cables de acceso, cables de distribución principal y zonal son los siguientes:

- Tipo LC, para interfaces con una o dos fibras ópticas.
- Tipo MPO o MTP, para interfaces con más de dos fibras ópticas

Estos conectores se rigen bajo las especificaciones del OEC y TIA. En lo que respecta a la atenuación máxima de conectores y empalmes, la norma establece dos recomendaciones:

- El par trenzado de conectores acoplados no debe tener una atenuación mayor a 0,5dB.
- Los empalmes de fusión no deben tener una atenuación mayor a 0,5dB, los empalmes mecánicos no deben tener una atenuación mayor a 0,2dB.

### 2.7.2 Práctica de Instalación

Es importante mantener la organización del cableado de comunicaciones para facilitar la administración de este, de modo que, si es necesario mover o reemplazar algún equipo, esta acción no se dificulte y se siga manteniendo la integridad física y el correcto desempeño de transmisión.

### 2.7.2.1 Instalación de Cableado de Par Trenzado Balanceado

Entre las recomendaciones que especifica la norma (ICREA, 2019), se detalla que el cable de Par Trenzado se debe instalar sin deformar la geometría del mismo, no sobrepasar el radio de curvatura, y no exceder los límites de tensión de jalado, es decir, no se permite ocasionar ningún tipo de daño en la contextura del cable en toda su extensión. A continuación, se indican algunas consideraciones necesarias para la instalación del cableado:

- No se debe exceder una tensión máxima de jalado que excede las especificaciones del fabricante.
- No exceder un radio mínimo de curvatura de:
  - Cuatro veces el diámetro exterior del cable con o sin tensión máxima de jalado, para cables de cuatro pares con o sin blindaje, con conductores sólidos (alambres).
  - Una vez el diámetro exterior del cable, sin tensión de jalado, para cables y cordones de parcheo de cuatro pares con o sin blindaje, con conductores multifilares.
- La terminación del cable debe mantener el mínimo retiro de forro que se requiera para su correcta conexión. No debe haber retiro de forro de cables que deje expuestos sus pares.
- Deben usarse cinturones para sujetar los cables de manera que no se dañen ni se deformen.
- No destrenzar o re-trenzar el cable más de lo mínimo requerido para su terminación, el destrenzado máximo permitido es de 13mm.
- No someter el cable a temperaturas o condiciones ambientales que puedan afectar su desempeño.
- Los cables de par trenzado no deben estar expuestos a daños mecánicos.

- Utilizar canalizaciones adecuadamente diseñados e instaladas, que permitan la instalación del cable sin tensiones excesivas ni radios de curvatura inferiores a los requeridos (ICREA, 2019).

### 2.7.2.2 Instalación de cable de Fibra Óptica

La instalación del cableado estructurado se debe realizar sin deformar la geometría del cable, sin ocasionar daños a sus hilos de fibra y su recubrimiento. Es preciso que, para la instalación, no se exceda los límites de tensión de jalado y radios de curvatura que han sido especificados por el fabricante, a continuación, se detallan los límites:

- No exceder una tensión máxima de jalado que exceda las especificaciones del fabricante.
- No exceder un radio mínimo de curvatura que exceda las especificaciones del fabricante o en su defecto las siguientes especificaciones:
  - 25mm para cable de interiores hasta 4 fibras sin tensión de jalado.
  - 50 mm para cable de interiores hasta 4 fibras durante el jalado.
  - 10 veces el diámetro exterior del cable para otros tipos de cable sin tensión de jalado.
  - 20 veces el diámetro exterior del cable para otros tipos de cable durante el jalado.
- Deben usarse cinturones para sujetar los cables que no se deformen al colocarlos.
- Los cables, conectores y adaptadores de Fibra Óptica deben mantenerse limpios; deben estar libres de polvo o cualquier otro contaminante que afecte su capacidad de transmisión.
- Los conectores y adaptadores que no estén conectados deben tener colocadas sus tapas protectoras.



- Los conectores de Fibra Óptica en los equipos activos deberán contar con sus tapas protectoras para evitar que contaminación por transferencia a los componentes de cableado estructurado.
- No someter el cable a temperaturas o condiciones ambientales que puedan afectar su desempeño.
- Los cables de Fibra Óptica no deben estar expuestos a daños mecánicos.
- Utilizar canalizaciones adecuadamente diseñadas e instaladas, que permitan la instalación del cable sin tensiones excesivas ni radios de curvatura inferiores a los requeridos.

### ***2.7.3 Canalizaciones y espacios para comunicaciones***

El sistema de canalizaciones y espacios para el paso del cableado de comunicaciones abarca tópicos que pueden aportar al correcto funcionamiento del sistema de comunicaciones e incrementar el tiempo de vida útil de los elementos, a continuación, se muestran las consideraciones para el buen mantenimiento de este sistema:

- El sistema de puesta a tierra debe ser colocado de manera independiente para lo que corresponde a las canalizaciones y lo que comprende sus espacios y componentes.
- Las barreras contra fuego se aplican para sellar perforaciones en muros y losas para el paso del cableado y sus canalizaciones.
- Las canalizaciones y espacios destinados al paso de cableado deben mantenerse protegidos contra el ingreso de contaminantes y otros agentes que puedan afectar su desempeño.

- Mantener el cableado instalado en óptimas condiciones, de manera que no sufran daños, por tensión de jalado, aplastamiento, abrasión del forro en el cable, exposición al ambiente o agentes químicos.
- Otro punto importante es la separación electromagnética, en la que se especifica que el cableado estructurado debe viajar por canalizaciones separadas al cableado eléctrico, esto para asegurar la integridad de la señal transmitida.

La capacidad de las canalizaciones se ha de terminado según el Nivel de CPD, en este caso para el Nivel II se tiene capacidad para 24 cables de Par Trenzado más 4 cables de 12 fibras ópticas por cada gabinete o rack.

#### ***2.7.4 Sistema de administración y documentación***

Un sistema de administración se refiere al método de etiquetar, identificar, documentar y registrar todas las acciones y cambios que se realicen en la infraestructura de comunicaciones; los requerimientos exigidos para el Nivel II de Data Center, indica que se debe realizar la documentación respectiva en medios electrónicos, se debe también identificar todos los equipos, racks, gabinetes, hardware de conexión, cordones, cables y canalizaciones, de manera que se permita encontrar fácilmente su ubicación e identificar que funciones desempeña.

La documentación sobre manuales de operación, de procedimientos y mantenimiento, son exigidos para niveles desde el II en adelante, de esta manera es posible contar con una guía en la que se detalle todos los movimientos y cambios de cableado estructurado, es necesario también proporcionar los planos completos de lo que comprenden las instalaciones de comunicaciones.

#### ***2.7.5 Redundancia en Equipos de Red***

Para el Nivel II se determina una configuración que contenga redundancia, los requerimientos para este Nivel especifican que se requiere equipos redundantes para el cableado

de acceso a la red. Cada ENI (Interfaz de Red Externa) dispone de su propio equipo activo de acceso a la red.

## **2.8. Ámbito**

En esta sección se abarcarán tópicos relacionados con la infraestructura que recomienda la norma ICREA 2019 para un CPD, indicando los puntos necesarios para un correcto desempeño de este sistema.

### **2.8.1 *Obra civil***

La obra civil se refiere a la construcción de una edificación, que en este caso servirá para albergar los equipos de tecnologías de la información y que éstos tengan las mejores condiciones para garantizar la seguridad y el buen funcionamiento de los sistemas en su interior.

#### **2.8.1.1 Muros**

En esta sección se define que los muros que rodean al CPD, se deben construir con materiales sólidos y permanentes; se establece que deben ser de piso firme y techo verdadero o losa. Como se ha especificado en el tema de seguridad, se recomienda que el material de construcción debe ser resistente con especificaciones de F60 en lo que respecta a los Niveles I y II, además se recomienda una construcción hermética, de tal manera que, se garantice la impermeabilidad y resistencia sísmica más adecuada. Esta construcción debe impedir que agentes externos y ambientales como humo, vapores, humedad, calor o polvo ingresen hacia el interior del CPD; la construcción que se realice debe contar con protección balística y la seguridad correspondiente para cualquier tipo de atentado.

#### **2.8.1.2 Techo o cielo**

Al igual que los muros, se recomienda que la infraestructura sea hermética y el material de construcción del techo sea sólido y permanente, además resistente al fuego con

especificaciones F60 como se indica para los Niveles I y II; además, no se permite que existan instalaciones hidráulicas y/o sanitarias encima, abajo o dentro del falso plafón. Se deberá tomar las medidas necesarias para evitar la interferencia electromagnética (EMI) y que ésta no afecte a los equipos en el interior del CPD.

### 2.8.1.3 Cielo falso o falso plafón

Dentro del Cuarto de Equipos se requiere que exista cielo falso suspendido o falso plafón, éste deberá ser del tipo “Clean Room”, material que se caracteriza por tener “cero” emisión de partículas, no debe ser combustible, es acústico y no se deforma con la humedad, el aumento o disminución de temperatura. La instalación de paneles de cielo falso se realiza colgado de la losa verdadera como se muestra en la Figura 16.

**Figura 16**

*Falso Plafón Instalado*



Fuente: (CMC, 2016)

### 2.8.1.4 Piso o suelo verdadero

El piso recomendado, debe ser de una losa de concreto armado, acabado fino y pintado resinas epóxicas color rojo ladrillo o parecido. Esta pintura se debe colocar de manera que cubra los muros hasta la altura donde llega el piso técnico, esto se exige desde el Nivel II en adelante. Se especifica que la losa del concreto debe soportar una carga de mínimo  $350\text{kg}/\text{m}^2$ , también se

debe considerar un crecimiento a futuro en relación con la cantidad de equipos. También debe contar con una resistencia al fuego de F60 de acuerdo con lo que rige el Nivel II del CPD.

#### 2.8.1.5 Puertas

La cantidad de puertas para el CPD se considera en función de las necesidades y requerimientos que tenga el Cuarto de Equipos.

- Puertas de acceso principal: la dimensión del claro de acceso principal deberá tener 0.90m como mínimo y ser de material no combustible con resistencia al fuego de F60. Es importante contar con el cerrado automático, además de abrir hacia afuera del CPD. En el caso de no haber energía eléctrica, la puerta debe permitir la salida del lugar a cualquier persona. se recomienda realizar señalización de “Salida” en el interior del CPD, mas no por fuera de este. La señalización debe ser luminosa con respaldo de baterías de 2h en lo que respecta a Niveles I, II y III.
- Puertas de emergencia: la salida de emergencia debe contar con una barrera Antipánico para abrir la puerta, su material de construcción debe ser no combustible con resistencia al fuego F60. Su ubicación debe ser opuesta al acceso principal, con su correspondiente señalización en el interior del CPD, se requiere contar con señalización luminosa con respaldo de baterías de 2h, su ruta de evacuación debe estar claramente marcada. Esta puerta debe contar con apertura hacia afuera. Las medidas recomendadas son de un ancho mínimo de 1.10m y una altura libre de 2.30m. Un dispositivo sonoro indicará que la puerta ha sido abierta.
- Puerta de acceso a equipos dentro del CPD: las dimensiones para esta puerta de acceso deben ser de 1.10m de ancho mínimo y 2.30m de altura, su material de

fabricación debe ser no combustible con resistencia al fuego de F60. Deberá contar con cerrado automático y abatir hacia afuera del CPD.

- Las puertas corredizas no son permitidas para accesos al interior del CPD.
- No se recomienda tener ventanas en el Cuarto de Equipos.

#### 2.8.1.6 Acabados

Se requiere que los acabados en el interior del CPD sean lisos para evitar la acumulación de polvos y pintados con material lavable, utilizando recubrimientos sin textura; la pintura recomendada para ser colocada en el exterior del CPD no debe propiciar el fuego, no está permitido el uso de acabados combustibles en los muros del CPD en el interior ni exterior. La pintura que se utilice deberá ser de materiales auto-extinguibles, es importante también contar con una barrera de vapor en techos muros y pisos, para evitar que vapores, humos y humedad ingrese al interior del CPD. Se reitera que las instalaciones hidráulicas y sanitarias no deben existir dentro del CPD.

#### 2.8.2 *Piso técnico*

Dentro del Cuarto de Equipos se requiere la instalación de un Piso Técnico modular y removible, que facilite la organización de sistemas y cables que se coloquen dentro del piso falso. El piso debe estar constituido de materiales auto-extinguibles y que no propaguen el fuego, además deberá tener una resistencia de carga, por lo que se debe colocar al centro del módulo una placa redonda de  $6.45\text{cm}^2$  que soporte un peso de 450Kg(4400N) y verificando así una deflexión máxima de 0.0025m.

La norma (ICREA, 2019) establece para el Nivel II que la altura entre el piso verdadero y el Piso Técnico debe ser de 40cm como mínimo, no debe estar fabricado de láminas galvanizadas que producen el efecto “Zinc Whiskers” (emisión de partículas metálicas de Zinc). Es necesario

que en la unión entre piso y pared se coloque una cinta de sellado de 10cm, esto para evitar la fuga de aire perimetral.

Todos los cortes realizados deberán quedar completamente cubiertos con hule o material similar de tal forma que, los filos de las láminas no queden expuestos, evitando así que los forros de los cables sufran daños y también el efecto “Zinc Whiskers” que pueden afectar los componentes electrónicos. El acabado del Piso Técnico debe ser cubierto de material laminado antiestático, no debe tener partes metálicas expuestas (visualizar Figura 17).

**Figura 17**

*Piso Falso Instalado*



Fuente: (CMC, 2016)

#### 2.8.2.1 Rampa de Acceso para equipos

Se recomienda colocar un medio de acceso al Piso Técnico, el cual no debe tener una pendiente de inclinación mayor a 12° grados, además deberá contar con un cubrimiento de material antideslizante.

#### 2.8.2.2 Remoción de Módulos o Baldosas

La utilización de herramientas adecuadas para este fin facilitará remover los paneles de Piso Técnico, sin generar ningún tipo de daños.

En el caso de contar con piso de concreto aligerado, esta herramienta deberá contar con dos ventosas que servirán para el retiro de los paneles del piso técnico.

### 2.8.2.3 Altura libre entre plafón y piso técnico

Se indica que la altura libre desde la cara del módulo de falso plafón que da hacia el ambiente TIC hasta de la cara superior de Piso Técnico, deberá ser de 2.60cm como mínimo requerido para los Niveles I y II.

### 2.8.2.4 Resistencia Mecánica

Resistencia mecánica de los Travesaños: se denomina travesaño a la unión entre pedestales del Piso Técnico, según establece la norma se indica que deberán soportar como mínimo una carga concentrada al centro del claro de 204kg, con una deflexión máxima de 0.02cm.

- La resistencia mecánica definida para los módulos o baldosas dependen del Nivel de disponibilidad como se indica en la Tabla 10:

**Tabla 10**

*Resistencia Mecánica definida por Nivel*

Nivel	Resistencia mecánica
Nivel I	454 Kg/in <sup>2</sup> , (70 Kg/cm <sup>2</sup> )
Nivel II	567 Kg/in <sup>2</sup> , (88 Kg/cm <sup>2</sup> )
Nivel III	567 Kg/in <sup>2</sup> , (88 Kg/cm <sup>2</sup> )
Nivel IV	680 Kg/in <sup>2</sup> , (105 Kg/cm <sup>2</sup> )
Nivel V	680 Kg/in <sup>2</sup> , (105 Kg/cm <sup>2</sup> )

Fuente: (ICREA, 2019)



### 2.8.2.5 Puesta a Tierra

La puesta a tierra debe colocarse por lo menos cada dos pedestales con cable calibre 8 AWG. En lo que respecta a la impedancia a tierra, para evitar la acumulación excesiva de carga electrostática la impedancia máxima debe ser de  $2 \times 10^{10}$  Ohm máximo. La resistencia mínima debe ser del  $1.5 \times 10^5$  Ohm.

### 2.8.2.6 Altura entre el piso verdadero y el Piso Técnico

En la Tabla 11, se especifica la altura permitida dependiendo del Nivel de CPD y los requerimientos que se exija según la norma:

**Tabla 11**

*Altura detallada según el Nivel*

Nivel	Altura (cm)
Nivel I	30 cm
Nivel II	40 cm
Nivel III	45 cm
Nivel IV	60 cm
Nivel V	71 cm

Fuente: (ICREA, 2019)

### 2.8.3 Interferencia electromagnética (EMC) y Compatibilidad electromagnética

Según establece la norma ICREA, en ambientes desde baja hasta muy alta frecuencia, los niveles máximos de interferencia electromagnética son de 40 Oerstedes. Si existe un campo de interferencia mayor, se recomienda buscar otro lugar para la ubicación del equipo o instalar un blindaje. Los equipos de procesamiento de datos y de medios de almacenamiento de datos

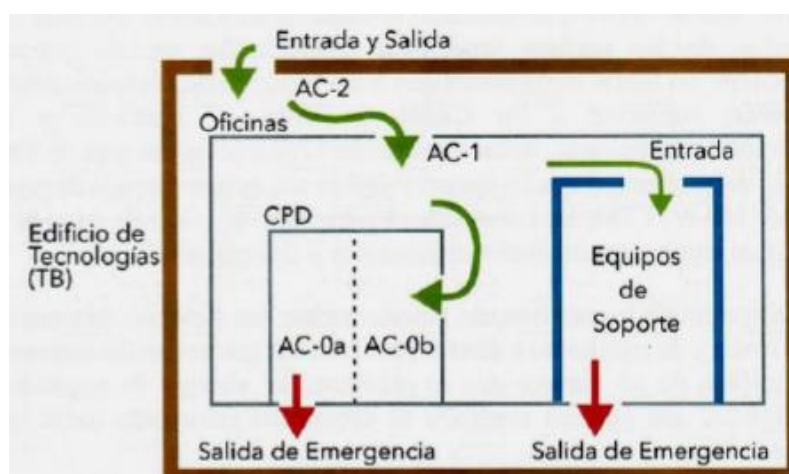
contenidos dentro de un CPD deberán ser tolerantes a una interferencia electromagnética según lo descrito anteriormente.

#### 2.8.4 Localización de equipos de TIC

En la Figura 18, se visualiza los requerimientos para la ubicación de Equipos de cómputo dentro del CPD.

**Figura 18**

*Localización de Áreas dentro del CPD*



Fuente: (ICREA, 2019)

Para la identificación y localización de los equipos y centros de cableado, se recomienda la realización de una cuadrícula en el interior del CPD. Deberá rotularse los identificadores correspondientes, en el eje de las abscisas (X) y en el eje de las ordenadas (Y).

#### 2.8.5 Vibración

Para la instalación del Cuarto Equipos se debe tomar en consideración cual es el sitio de menor incidencia de vibración del edificio. La norma ICREA presenta la clasificación de las vibraciones y se detallan en la Tabla 12:

**Tabla 12***Clasificación de Vibraciones*

<b>Clase</b>	<b>Vibración</b>
V1	Equipo sobre el Piso
V2	Equipo sobre mesa o en muros (PC)
V3	Equipo móvil, ambiente industrial

Fuente: (ICREA, 2019)

### **2.8.6 *Sistemas de Iluminación***

El CPD deberá contar con un sistema de iluminación de emergencia, el cual se mantenga constantemente en funcionamiento, en el caso de ocurrir un corte de energía este sistema continuará en función gracias a las baterías de respaldo, proporcionando visibilidad en áreas como pasillos, salidas de emergencia, accesos y escaleras, permitiendo de esta manera una pronta evacuación en caso de darse algún suceso.

Si el CPD cuenta con un cuarto individual para los Grupos Electrógenos de energía de respaldo, equipos de respaldo, tableros, subestaciones y UPS es necesario instalar luminarias alimentadas con baterías y que proporcionen niveles de iluminación de 250 Lux y cuenten con una autonomía de mínimo 2 horas, las luminarias deben ser colocadas de tal manera que los equipos que se necesiten intervenir estén con la luz adecuada.

Dependiendo de la función que cumplan los ambientes de Tecnologías de la Información, se determina el uso e instalación de luminarias como se indica en los puntos a continuación:

- Ambientes en los que se encuentren terminales o monitores, debe contar con una iluminación normal y respaldo con un nivel de 300 Luxes.

- En el cuarto de máquinas se requiere iluminación normal y respaldo con un nivel de 450 Luxes.
- Los pasillos requieren una iluminación normal y de respaldo con un nivel de 150 Luxes.
- Los cuartos en los que existan equipos de cómputo que no requieran constante atención, deben permanecer con las luces permanentemente apagadas.

La iluminación se deberá medir a 75cm del piso y separado el sensor del cuerpo lo largo del brazo o a la altura de la pantalla de instrumentos (ICREA, 2019).

## **2.9. Sustentabilidad**

Según manifiesta (Sánchez V. , 2019) la sustentabilidad se refiere al modelo de desarrollo económico y social basado en el aprovechamiento sistematizado de los recursos naturales a largo plazo, de manera que las necesidades cubiertas en el ahora, no comprometan el futuro de las siguientes generaciones.

La norma plantea que la sustentabilidad aplicada al CPD debe establecer el equilibrio entre las condiciones económicas, ecológicas, sociales y políticas, de tal manera que su funcionamiento sea armónico con la naturaleza a lo largo del tiempo (ICREA, 2019).

### **2.9.1 Recomendaciones**

En esta sección se presentan las recomendaciones de buenas prácticas de sustentabilidad que promueven la no emisión de gases contaminantes a la capa de ozono y prevención del cambio climático, sin poner en riesgo el funcionamiento, confiabilidad y disponibilidad del CPD.

Los puntos tratados a continuación son recomendaciones que propone (ICREA, 2019) para un mejor desarrollo de los sistemas sustentables, estos puntos pueden ser tomados en consideración según los requerimientos de cada empresa:

- Usos de servidores con fuentes de poder con eficiencias superiores al 90% “Climate Servers Computing Gold Specifications”: Se sustenta en el efecto cascada, con la finalidad de ahorrar energía.
- Implementar el uso de tecnologías Blade, Centralización de proceso y Virtualización: Para la implementación de estas tecnologías se debe tomar muy en cuenta que las estrategias globales deben ir enfocadas en lo que respecta a eficiencia energética, involucrando todas las áreas del CPD.
- Utilizar Sistemas de Potencia Ininterrumpida con Tecnología de Vanguardia: Se recomienda el uso de tecnologías DSP o “transformer less”, lo cual permite alcanzar eficiencias por encima del 92 al 95%, sin necesidad de transformadores que generan pérdidas en el cobre y en el hierro.
- Uso de transformadores de potencia y sistemas de distribución de potencia PDU con transformadores de alta eficiencia.
- Utilizar sistemas de alimentación y distribución de potencia en 480 VAC.
- Uso de climatización de precisión de capacidad variable: Con la finalidad de ajustarse a las necesidades y cambios en la carga del CPD, manteniendo condiciones de operación lo más eficientes posible con los equipos destinados para estas acciones. Se recomienda utilizar equipos de climatización con un NSCOP menor que 2 y trabajar en la zona ideal de la carta psicométrica recomendada por ASHRAE.
- Aprovechar los beneficios del “Free Cooling”: En zonas cuya temperatura media anual sea menor a 20°C.
- Uso de enfriamiento suplementario para manejar condiciones de alta densidad de carga en los gabinetes de servidores.

- Monitoreo y establecimiento de parámetros de eficiencia energética.
- Aplicación de PUE (Power Usage Effectiveness).

WUE (Water Use Efficiency): Medida del uso de agua para enfriar los equipos TI.

Incluye uso para enfriamiento, humidificación y producción de electricidad en sitio.

### ***2.9.2 Energías Renovables***

En las medidas tomadas para no afectar al medio ambiente, se debe considerar el uso de energía renovable como un suministro factible para las cargas No Críticas del CPD. Es posible monitorear en cuanto a su costo por KW/h. Las energías renovables presentan soluciones que pueden ser utilizadas para reducir el cambio climático en el ahora y representar una amplia reducción en el tema de costos, sin embargo, la utilización de este tipo de energía representa un beneficio a futuro.

Por otro lado, la norma (ICREA, 2019) define que la cogeneración es una alternativa de suministro eléctrico variable que permite disminuir el consumo de energía aprovechando el calor generado convirtiéndolo en frío mediante un chiller de absorción.

### **CAPITULO III: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA UPEC**

En el presente capítulo se realiza un compendio de verificación sobre la situación actual en la que se encuentra el Data Center de la institución, sus dependencias, elementos y equipamiento que dispone, así como también, la constatación de equipos obsoletos; todo lo anteriormente expuesto tiene la finalidad de recabar información relevante, que permita conocer cuáles son las características actuales del Cuarto de Equipos, para posteriormente presentar las recomendaciones de las mejoras que se plantearán en el capítulo IV.

#### **3.1 Descripción general de la metodología para levantamiento de información**

La metodología utilizada para la obtención de datos en la institución está basada en la recopilación de información que se realiza mediante entrevistas al personal del Departamento de TIC y el Departamento de Infraestructura, además, este último, hizo la entrega de planos realizados en AutoCAD en lo que respecta a circuitos eléctricos, planos de la red de datos y planos estructurales. El registro del listado de equipos de comunicación, sistema de ventilación, sistema contra incendios, videovigilancia y obra civil se realizó mediante visitas técnicas a la institución, constatando de manera visual los elementos existentes y registrando además con evidencias fotográficas.

#### **3.2 Situación Actual**

El análisis del estado actual del Data Center Universitario se realiza mediante la verificación del levantamiento de datos, tomando en consideración los elementos de los cuales se compone, el estado de los equipos y sistemas dentro del CPD, además de la ubicación y la composición de la infraestructura física del inmueble. Se enfoca en evidenciar las partes, elementos, equipos y sistemas que se encuentran dentro de un CPD.

### 3.2.1 Tabla Resumida de Elementos

En las Tablas desde la 13 a la 17 se recolecta datos respecto al sistema eléctrico, climatización, seguridad, comunicaciones y ámbito en función de las características fundamentales que recomienda la norma ICREA para Data Center:

**Tabla 13**

*Check List Sistema Eléctrico*

<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>			
<b>N°</b>	<b>Elemento</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Sistema de puesta a Tierra individuales		X
2	Transformadores		X
3	Redundancia en sistema eléctrico		X
4	Protección contra descargas atmosféricas	X	
5	Tablero eléctrico individual	X	
6	Grupo electrógeno de energía de respaldo		X
7	Sistema de Energía Ininterrumpida	X	
	<b>Porcentaje %</b>	42,85%	51,15%

Fuente: UPEC



**Tabla 14***Check List Sistema de Climatización*

<b>SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN</b>			
<b>N°</b>	<b>Elemento</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Red Hidráulica para agua helada		X
2	Sistema de puesta a tierra independiente		X
3	Redundancia en Climatización		X
4	Control de Temperatura y humedad	X	
5	Limpieza del aire dentro del CPD		X
6	Equipo de climatización	X	
	<b>Porcentaje %</b>	33,33%	66,66%

Fuente: UPEC

**Tabla 15***Check List Sistema de Seguridad*

<b>SISTEMA DE SEGURIDAD</b>			
<b>N°</b>	<b>Elemento</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Puesta a tierra de seguridad		X
2	Iluminación de respaldo en el CPD		X
3	Sistema de detección de incendios	X	
4	Sistema de extinción de incendios		X
5	Sistema de Videovigilancia	X	
6	Control de Acceso para ingreso al CPD	X	
7	Ruta de evacuación para salida del CPD		X

8	Puertas de acceso de material anti inflamante		X
	<b>Porcentaje %</b>	37,5%	62,5%

Fuente: UPEC

**Tabla 16***Check List Sistema de Comunicaciones***SISTEMA DE COMUNICACIONES**

N°	Elemento	SI	NO
1	Acometida de datos subterránea	X	
2	Puesta a Tierra del Cableado de Comunicaciones		X
3	Protección de cables en canalizaciones		X
4	Separación de fuentes de interferencia electromagnética		X
5	Equipos de Routing y Switching	X	
6			
	<b>Porcentaje %</b>	40%	60%

Fuente: UPEC

**Tabla 17***Check List Sistema de Ámbito***SISTEMA DE ÁMBITO**

N°	Elemento	SI	NO
1	Muros de concreto	X	
2	Techo y Piso de concreto	X	
3	Techo Falso y Piso Técnico	X	
4	Pintura y acabados no combustibles		X
5	Rampa para equipos		X

6	Cuarto cerrado herméticamente		X
	<b>Porcentaje %</b>	50%	50%

Fuente: UPEC

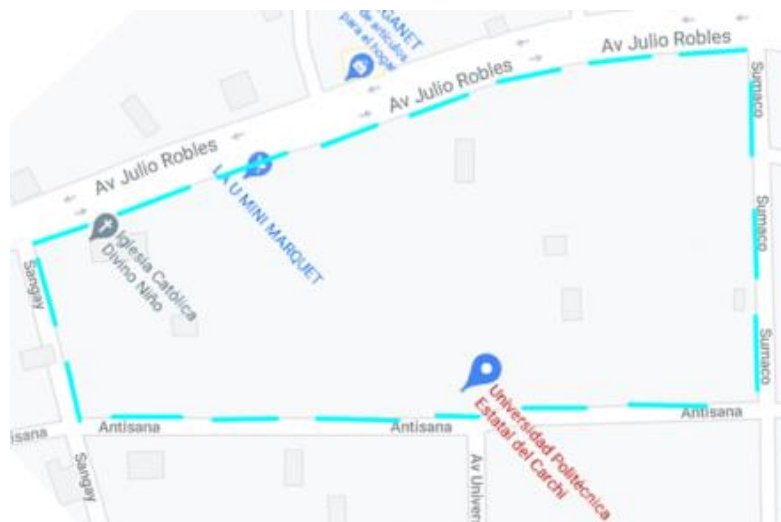
La constatación de datos permite evidenciar que los parámetros fundamentales exigidos para cumplir con la normativa de Data Center Nivel I y Nivel II, no se efectúan en un 58% de manera global, es decir, que las características presentadas no permiten garantizar seguridad e integridad de la información que se maneja en el Cuarto de Equipos.

### **3.2.2 Ubicación Física de la Institución**

La Universidad Politécnica Estatal del Carchi, es una Institución de Educación Superior fundada en abril del 2006, desde entonces hasta la actualidad, lleva prestando sus servicios educativos a la ciudadanía de manera eficiente, formando profesionales en áreas tanto de pregrado y posgrado. La infraestructura del inmueble se encuentra en óptimas condiciones, dado que es una institución relativamente nueva. El campus principal se encuentra ubicado en la calle Antisana y avenida Universitaria (Figura 19), en la ciudad de Tulcán, provincia del Carchi, parroquia urbana Tulcán.

#### **Figura 19**

*Ubicación geográfica de la UPEC*



Fuente: Google MAPS

### 3.2.3 Infraestructura Física

El inmueble de la institución se compone de 9 bloques que son los siguientes: Edificio Principal, Edificio de Aulas 1, Edificio de Aulas 2, Edificio de Aulas 3, Edificio de Aulas 4, Edificio de Laboratorio, Coliseo, Centro de Educación Infantil y el nuevo Edificio de Idiomas que aún se encuentra en fase de construcción, en las Tablas desde la 18 a la 26 se enlista las dependencias que se encuentran en cada edificio.

**Tabla 18**

*Dependencias Edificio Principal*

<b>Bloque</b>	<b>Dependencia</b>
Edificio Principal	Rectorado
	Vicerrectorado
	Dirección Académica
	Radio Online
	Departamento de Comunicaciones
	Planificación
	Centro de Redes
	Secretaría General
	Admisión y Registro
	Empresa Pública
	Bodega
Dirección Financiera	

---

Tesorería  
 Contabilidad  
 Bienestar Universitario  
 Departamento Odontológico  
 Departamento Médico  
 Talento Humano  
 Adquisiciones  
 Departamento de Infraestructura  
 Biblioteca  
 Evaluación Interna  
 Jefatura de Seguridad y Servicios  
 Investigación  
 Vinculación con la Comunidad  
 Laboratorio de Análisis  
 Procuraduría General

---

Fuente: (UPEC, 2020)

**Tabla 19**

*Dependencias Edificio Aulas 1*

<b>Bloque</b>	<b>Dependencia</b>
Edificio Aulas 1	Sala de docentes Comercio Exterior
	Dirección de Comercio Exterior
	Laboratorio de Computación estudiantes Comercio Exterior
	Laboratorio de Computación
	Sala de docentes Administración de Empresas
	Dirección Administración Pública
	Centro de Emprendimiento
	Coordinación de Carrera de Comercio Exterior Aulas
	Dirección Logística y Transporte
	Aulas Carrera de Logística y Transporte
	Sala de docentes Administración Pública
	Aulas Carrera Administración Pública
Sala de Docentes Administración Pública	
Coordinación de Carrera Administración Pública	

---

Fuente: (UPEC, 2020)

**Tabla 20**

*Dependencias Edificio Aulas 2*

<b>Bloque</b>	<b>Dependencia</b>
Edificio Aulas 2	REDEC Sala de docentes de Idiomas Laboratorio de computación Dirección de Carrera Informática Sala de docentes de TICS Archivo CIDEN Sala de Tutorías Centro de posgrado Laboratorio Multimedia Laboratorio de Audio Dirección de Idiomas Asociación Docentes ADUPEC Relaciones Internacionales Sala de Coordinadores de Posgrado Aulas

Fuente: (UPEC, 2020)

**Tabla 21**

*Dependencias Edificio de Aulas 3*

<b>Bloque</b>	<b>Dependencia</b>
Edificio Aulas 3	Sala de docentes de Logística Aula tutorías de Logística Laboratorio de Computación Sala de docentes Enfermería Aulas Aula tutorías Enfermería Dirección Enfermería

Fuente: (UPEC, 2020)

**Tabla 22***Edificio de Aulas 4*

<b>Bloque</b>	<b>Dependencia</b>
Edificio Aulas 4	Sala de docentes Alimentos Sala de docentes Agropecuaria Sala de docentes Computación Sala de docentes Turismo Laboratorios de Computación Dirección de Computación Centro de Investigación y Telemática Dirección de Alimentos Dirección de Turismo Aulas

Fuente: (UPEC, 2020)

**Tabla 23***Edificio de Laboratorios*

<b>Bloque</b>	<b>Dependencia</b>
Edificio de Laboratorios	Auditorio Laboratorio de Análisis Laboratorios Enfermería

Fuente: (UPEC, 2020)

**Tabla 24***Dependencias Coliseo Institucional*

<b>Bloque</b>	<b>Dependencia</b>
Coliseo Institucional	Cabina Graderío Escenario Cancha

Fuente: (UPEC, 2020)

**Tabla 25***Dependencias Centro Infantil*

<b>Bloque</b>	<b>Dependencia</b>
Centro Infantil	Dirección CEI Área Recreativa

Fuente: (UPEC, 2020)



**Tabla 26***Dependencias Edificio de Idiomas*

<b>Bloque</b>	<b>Dependencia</b>
Edificio de Idiomas	En Fase de construcción

Fuente: (UPEC, 2020)

La información recopilada, ha sido enlistada de acuerdo a las visitas técnicas realizadas en la institución para la elaboración del proyecto. En la Figura 20, se visualiza la distribución de los bloques en el Campus Universitario, el bloque que corresponde al Edificio de Idiomas no se observa en la imagen debido a que se encuentra en fase de construcción.

**Figura 20**

*Visualización de la distribución de los bloques en la Institución*



Fuente: (UPEC, 2020)

### **3.2.4 Topología de Red**

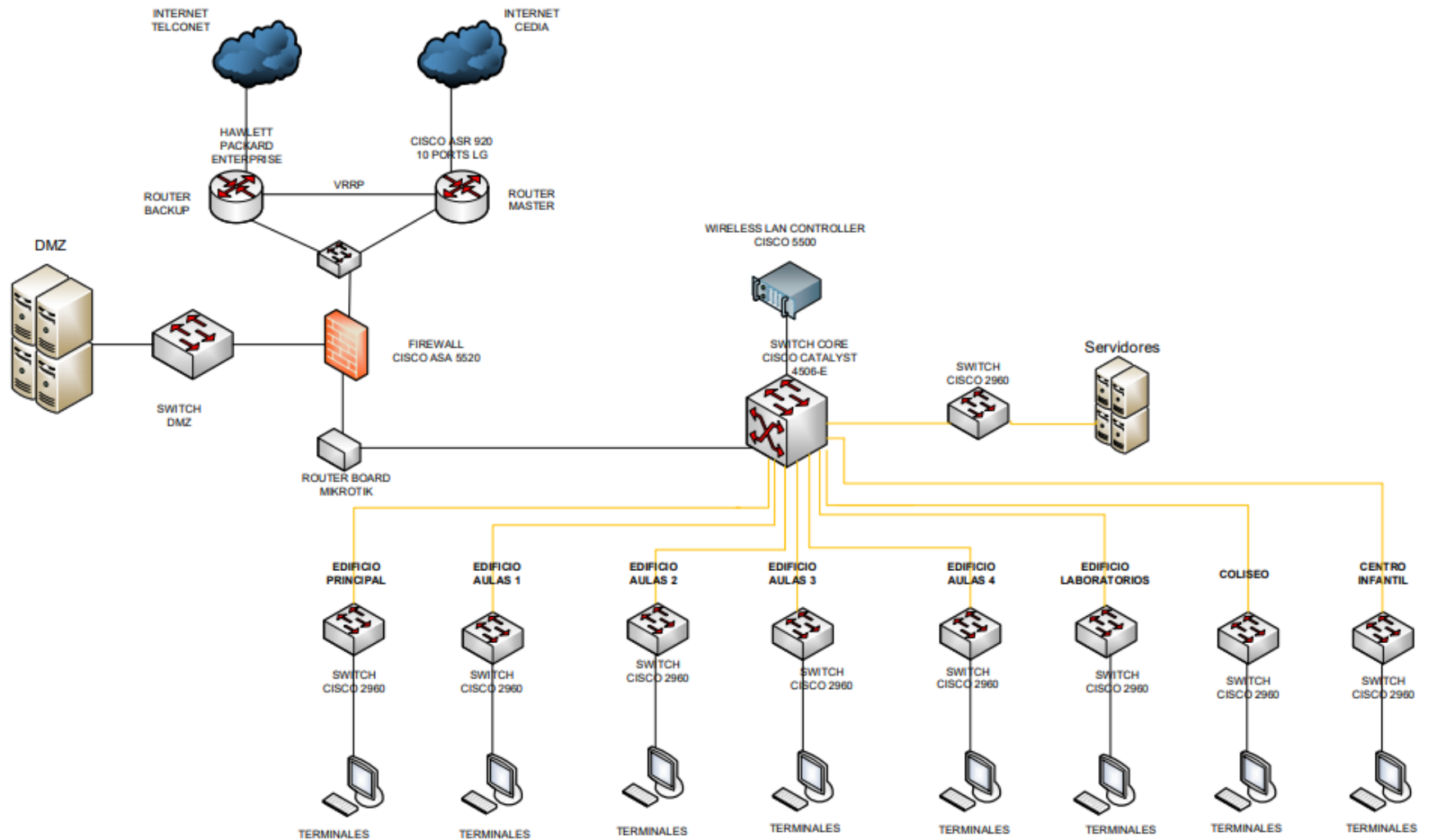
La topología de red de la institución está distribuida a manera de cascada (Observar Figura 21). Inicialmente se cuenta con dos routers principales, conectados a los proveedores de internet CEDIA y TELCONET, los cuales han sido configurados como Máster y Respaldo (respectivamente) para realizar un VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) con el propósito de obtener seguridad y efectividad de la conexión a Internet. En la siguiente sección se localiza la red interna y los Servidores con los que cuenta la Universidad, estos se encuentran protegidos mediante un Firewall que filtra las conexiones entrantes y salientes. Las conexiones en enlaces principales utilizan Fibra óptica, mientras que en los demás enlaces se utiliza Cable Ethernet Cat 6.

El direccionamiento lógico de red se ha segmentado en tres subredes principales, la red interna y la red de servidores, las cuales contienen direcciones de red privadas, asignadas de acuerdo con los requerimientos internos de la institución, mientras que la red que se conecta a

internet contiene direcciones IP Públicas, las cuales permiten su comunicación con el exterior, observar la topología lógica de red que se ilustra en la Figura 22.

Figura 21

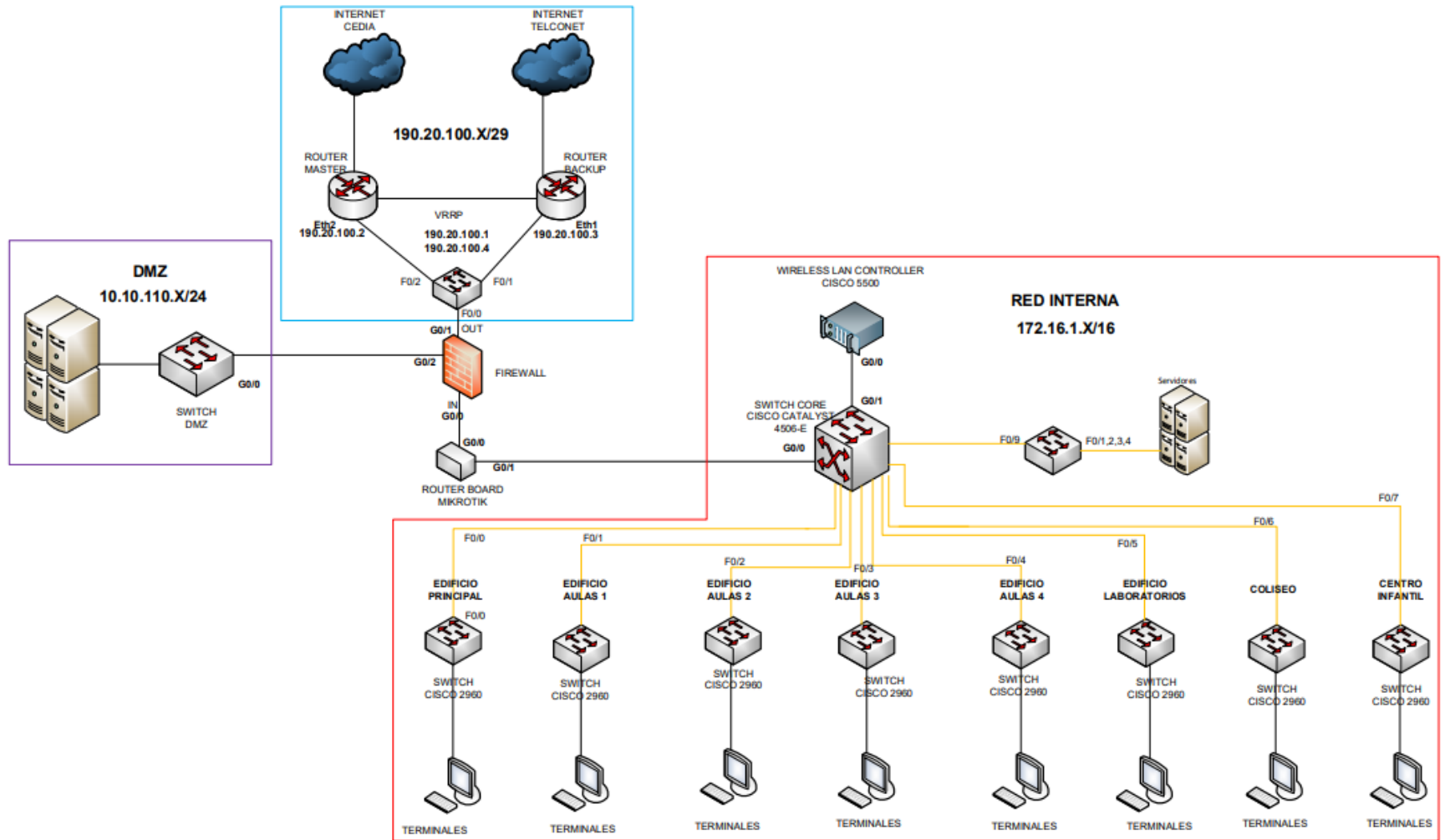
Topología de red UPEC



Fuente: Elaboración propia

Figura 22

Topología Lógica de Red



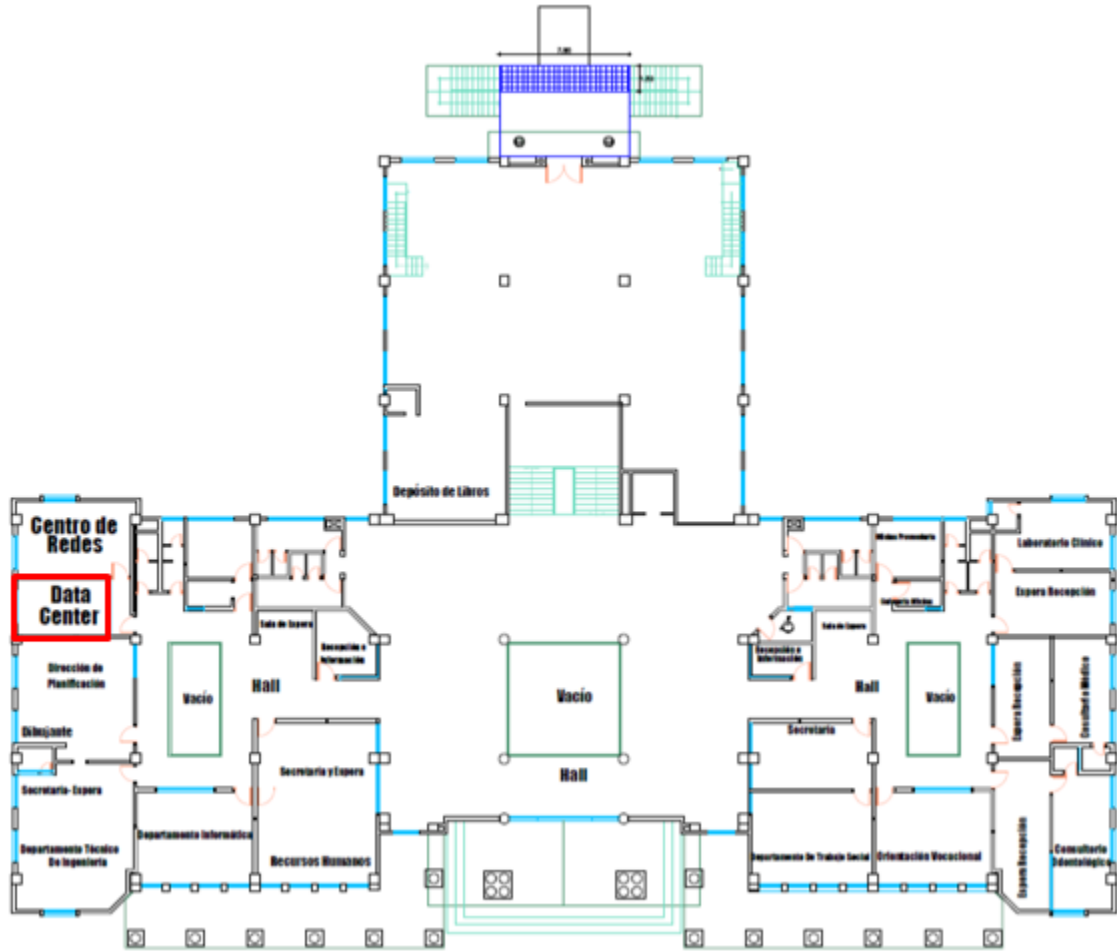
Fuente: Elaboración propia

### 3.2.5 Infraestructura Física del Data Center

El Data Center de la institución se localiza en la Planta Alta 1 del Edificio Principal, al interior del Departamento del Centro de Redes, como se muestra en la Figura 23.

**Figura 23**

*Ubicación física del Data Center UPEC*



Fuente: (UPEC, 2020)

### 3.2.6 Sistema Eléctrico

Este sistema comprende los elementos y componentes que permiten al Data Center disponer de energía eléctrica para mantener su funcionamiento, los detalles que se presentan en

los puntos a continuación han sido recopilados mediante las visitas técnicas realizadas a la institución y además con la verificación de planos eléctricos proporcionados por el Departamento de Infraestructura.

### 3.2.6.1 Acometida Eléctrica

En la sección frontal de la universidad se encuentra la acometida eléctrica (ver Figura 24) a través de ésta se posee una conexión de media y baja tensión, proporcionada por la empresa proveedora de energía eléctrica EMELNORTE, sin embargo por cuestiones de seguridad, se recibe el cable de energía de manera aérea desde el poste ubicado en la calle Antisana y se lo transporta de forma subterránea hasta el transformador que se encuentra al interior de la cámara de transformación, donde se maneja el tablero principal y desde el cual se distribuye la energía eléctrica a todo el campus universitario.

**Figura 24**

*Acometida eléctrica de media y baja tensión*



Fuente: Investigación propia

La cámara de transformación se encuentra ubicada en la parte posterior del edificio administrativo, específicamente en el piso subterráneo, por razones de seguridad el acceso a esta unidad es restringido, no obstante, existe una ventana en esta sección mediante la cual son visibles algunos de los equipos que se encuentran al interior, observar Figura 25. Las conexiones

realizadas en la institución, así como tableros principales, no son visibles ya que han sido colocados en zonas inaccesibles y dentro de la cámara de transformación.

**Figura 25**

*Vista exterior de la cámara de transformación*



Fuente: Investigación propia

**Figura 26**

*Elementos internos de la cámara de transformación*



Fuente: Investigación propia



### 3.2.6.2 Sistema de Puesta a Tierra

Cada uno de los edificios de la institución, cuenta con un sistema de puesta a tierra individual para proteger los circuitos internos de cada edificación, sin embargo, no se cuenta con instalaciones de puesta a tierra individuales para los subsistemas del Cuarto de Equipos, por el contrario, todo lo que corresponde al CPD se encuentra conectado a la puesta a tierra general del Edificio Administrativo. El sistema de puesta a tierra se encuentra al interior de la caja de revisión Figura 28 ubicada en la parte posterior derecha del edificio en mención, como se muestra en la Figura 27.

**Figura 27**

*Plano de AutoCAD Ubicación Puesta a Tierra Edificio Administrativo*



Fuente: Departamento de Infraestructura UPEC

**Figura 28**

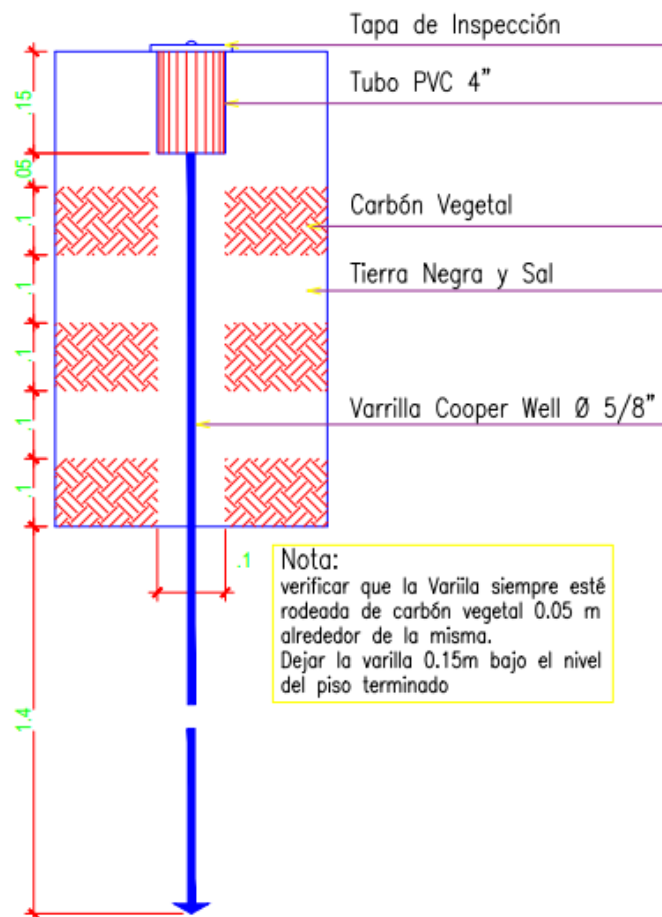
*Caja de revisión puesta a tierra Edificio Administrativo*



Fuente: Investigación propia

El sistema de puesta a tierra que se visualiza en la Figura 29, se encuentra localizado en el área indicada de la Figura 27, enterrado en aproximadamente más de dos metros de profundidad y se compone de los siguientes elementos:

- La tapa de inspección
- Tubo PVC 4"
- Carbón Vegetal
- Tierra negra y sal
- Varilla Cooper Well 0 5/8"

**Figura 29***Características de la barra de puesta a tierra*

Fuente: Departamento de Infraestructura UPEC

Este sistema de puesta a tierra proporciona una protección de manera general, ya que no existe una instalación dedicada solamente para el Data Center, como sugiere la norma ICREA 2019. Por esta razón no es posible garantizar una protección total de los subsistemas del Data Center considerando que, las condiciones presentadas no son las adecuadas.

### 3.2.6.3 Protección contra descargas atmosféricas

El método utilizado para protección contra descargas atmosféricas es el pararrayos de Franklin multipunta, el cual se encuentra instalado en la parte más elevada de cada una de las edificaciones, como se indica en la Figura 30, tiene la función de atraer los rayos eléctricos para dirigirlos a tierra y que de esta manera las descargas no afecten al equipamiento eléctrico de las edificaciones, elementos internos o al personal que labora en el lugar, debido a que se encuentra conectado al sistema de puesta a tierra de cada edificio.

**Figura 30**

*Pararrayos edificio administrativo*



Fuente: Investigación propia

### 3.2.6.4 Tablero Eléctrico

Al interior del Data Center se encuentran las conexiones individuales de tableros eléctricos trifásicos, que corresponden al funcionamiento de los equipos en cada rack, aire acondicionado y UPS. En el primer tablero que se visualiza en la Figura 31, se verifica las

conexiones de los servidores a la red eléctrica, una vez que ya se ha conectado a los UPS, es decir, ya se cuenta con la conexión a la energía de red ininterrumpida.

**Figura 31**

*Tablero de energía red UPS*



Fuente: Investigación propia

En el siguiente tablero eléctrico (Figura 32) se visualiza las protecciones que corresponden al aire acondicionado con una entrada de 220V, además, se encuentra la protección de una alimentación con entrada de 220V al UPS del Data Center y finalmente la protección del UPS de 6 kVA. El tercer tablero eléctrico contiene dos circuitos de UPS de 6 kVA (Ver Figura 33).

**Figura 32**

*Tablero de energía red normal*



Fuente: Investigación propia

**Figura 33**

*Tableros Circuitos UPS 6KVA*



Fuente: Investigación propia

### 3.2.6.5 Grupos electrógenos de energía de respaldo

La institución no posee un generador de energía de respaldo que proporcione las condiciones adecuadas de funcionamiento, lo que al momento se dispone son lámparas de emergencia, las cuales proporcionan energía eléctrica hasta que se reestablezca el servicio y o pueda apagarse el equipamiento de manera manual. El tiempo aproximado de funcionamiento es de 8 horas y a su cargo mantiene la alimentación de todos los equipos, así como la iluminación dentro del campus universitario. Este sistema se encuentra dentro de la cámara de transformación que se visualiza en la Figura 34.

**Figura 34**

*Cámara de transformación de la energía de media tensión a baja tensión*



Fuente: Investigación propia

### 3.2.6.6 Sistema de Energía Ininterrumpida (UPS)

El sistema de energía ininterrumpida (Figura 35) se encuentra instalado al interior del CPD, con una capacidad de 6 KVA de manera individual, proporcionando así un total de 18KVA de protección, esto permite a los equipos instalados al interior del Data Center obtener un respaldo de energía de alrededor de 15 a 30 minutos, para que posterior se ponga en

funcionamiento las lámparas de emergencia y se pueda dar continuidad de energía eléctrica hasta que el servicio sea reestablecido. Los equipos de UPS se encuentran colocados sobre el piso técnico sin ninguna protección u organización establecida.

**Figura 35**

*Sistema de UPS*



Fuente: Investigación propia

### **3.2.7 Sistema de Climatización**

El mecanismo de climatización que dispone el CPD no es el adecuado, considerando que, los cuartos de equipos que albergan equipamiento de misión crítica deben ser refrigerados mediante un sistema de aire acondicionado de precisión, a pesar de que el espacio destinado para colocar los equipos de comunicaciones tiene dimensiones cortas, el sistema actual no abastece ni proporciona las condiciones necesarias.

El equipo de climatización se ubica en la sección de ingreso al CPD, al lado izquierdo superior, los conductos para entrada y salida del aire se encuentran colocados dentro del techo falso, por lo que su visibilidad no es posible; la unidad de climatización que dispone la



institución es un aire acondicionado de confort LG acondicionador de aire piso compresor 36000 Btu techo TV-C362KLAO, observar Figura 36.

**Figura 36**

*Sistema de aire acondicionado parte frontal*



Fuente: Investigación propia

### 3.2.7.1 Limpieza del aire dentro del Data Center

El espacio no es destinado únicamente para albergar los equipos y componentes correspondientes para el funcionamiento del Data Center, sino que también se ha utilizado como bodega para colocar diferentes elementos externos al CPD, como cajas o equipos que ya no se utilizan; la norma sugiere contener elementos que no propicien el fuego, sin embargo, esto no se cumple. En la Figura 37 se observa los elementos no pertenecientes al Data Center.

**Figura 37**

*Elementos al interior del Data Center*

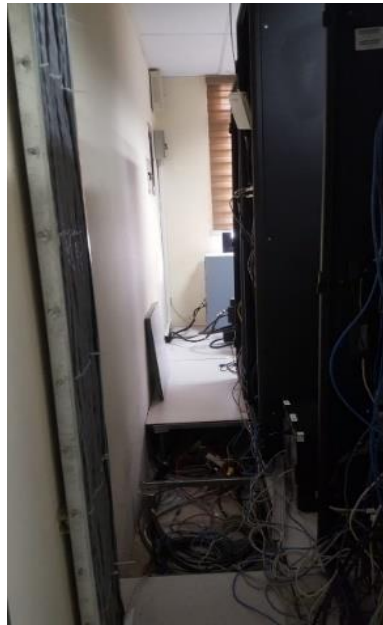


Fuente: Investigación propia

En la parte posterior de los gabinetes se encuentran faltantes varios paneles de piso técnico, con ello se evidencia el desorden del cableado que se encuentra al interior de este y el polvo que hay debajo de él, ver Figuras 38 y 39.

**Figura 38**

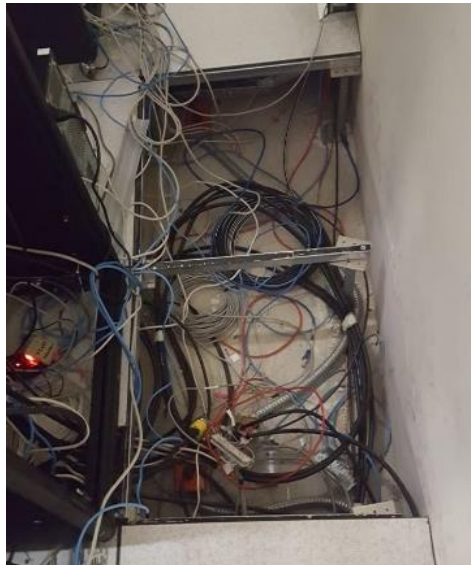
*Sección posterior de los racks*



Fuente: Investigación propia

**Figura 39**

*Visualización del cableado debajo de los paneles de piso técnico*



Fuente: Investigación propia

El Cuarto de Equipos actualmente evidencia un lugar lleno de cosas innecesarias y que por ende proporciona un ambiente poco provechoso para su funcionamiento, además de perjudicar el aire del lugar con partículas de polvo y humedad que se genera por este tipo de elementos ingresados y que a largo plazo podrían afectar al funcionamiento del equipamiento.

### 3.2.7.2 Temperatura y Humedad Relativa

El sistema utilizado para climatización, LG acondicionador de aire piso compresor 36000 Btu techo TV-C362KLAO, permite un rápido enfriamiento y control adecuado del intenso calor regulando su temperatura a la requerida para el corto espacio que se dispone en la actualidad, sin embargo, no proporciona las condiciones adecuadas a largo plazo.

La temperatura establecida ha sido determinada mediante el manejo de un control que sube y baja la temperatura del aire acondicionado (Ver Figura 40) y se modifica según la precisión que el administrador de Tics lo determine, en este caso se ha fijado la temperatura en 18°C, lo cual es un nivel aceptado por la norma.

#### **Figura 40**

*Control de temperatura de aire acondicionado*



Fuente: Investigación propia

### **3.2.8 Sistema de Seguridad**

La seguridad implementada para el Data Center es básica, debido a que solamente se ha colocado el equipamiento primordial para el funcionamiento de este sistema, siendo así, no es posible garantizar la integridad de los elementos que se encuentran dentro del CPD como es la información, dispositivos y personal que labora en el lugar, además, se dificulta satisfacer las necesidades reales que se requieren, teniendo en consideración que, alberga equipos de misión crítica y añadiendo que tienen un alto valor monetario.

#### **3.2.8.1 Contenidos dentro del Data Center**

Al ingresar al interior del Cuarto de equipos se puede evidenciar desorden provocado por elementos innecesarios que se encuentran en el lugar, que, a más de provocar una mala imagen, son productos de carga combustible que podrían generar grandes pérdidas y desastres dentro del cuarto; en el caso de varios servidores y equipos de comunicaciones no se encuentran centralizados dentro del CPD, sino que, están distribuidos en diferentes zonas de la universidad, lo que no propicia un ambiente adecuado, dado que, personal no autorizado tiene fácil acceso a los mismos y podría manipular de manera inadecuada estos equipos, provocando caídas en los servicios, o robo de información importante para la institución.

#### **3.2.8.2 Control de Acceso**

El Data Center actualmente, se encuentra ubicado dentro del Departamento de Redes y Telecomunicaciones de la universidad, por lo que inicialmente mantiene una restricción de acceso de dos puertas de madera; la primera ubicada en el ingreso al Departamento de Redes y Telecomunicaciones Figura 41, posterior se encuentra una segunda puerta para el acceso en sí a la oficina que se encuentra antes de ingresar al Data Center Figura 42. Las puertas manejan cerradura bajo llave, sin embargo, no se exige un estricto control de ingreso ni registro.

**Figura 41**

*Puerta de ingreso del Departamento de Redes y Telecomunicaciones*



Fuente: Investigación propia

**Figura 42**

*Segundo ingreso hacia la oficina del Departamento de Redes y Telecomunicaciones*



Fuente: Investigación propia

Al interior del Departamento de Redes y Telecomunicaciones se encuentra una puerta de aluminio y cristal la cual divide el acceso hacia el interior del CPD Figura 43 y 44, sin embargo, ésta no presenta mayor inconveniente en romperla, por lo que la protección de atentados, asaltos y robos es mínima. Además, desde el exterior del cristal es posible visualizar parcialmente los equipos que se encuentran en el interior del Data Center, la puerta cuenta con una cerradura de cinta electromagnética que es desbloqueada al ingresar el código correspondiente en el control de acceso numérico Figura 45.

**Figura 43**

*Puerta de ingreso al Data Center, vista exterior*



Fuente: Investigación propia

**Figura 44**

*Puerta de salida desde el interior del Data Center*



Fuente: Investigación propia

**Figura 45**

*Acceso numérico para el ingreso al Data Center*



Fuente: Investigación propia

Cabe mencionar que el CPD no posee con un brazo antipánico, salidas ni luces de emergencia, así mismo no existe señalética al interior de este cuarto, por lo que, de suscitarse un accidente al interior del Cuarto de Equipos, la salida se realizaría por la puerta convencional.



### 3.2.8.3 Detección y extinción de fuego

En el centro del techo falso se encuentra instalado un detector óptico multicriterio (humo y temperatura) Figura 46, el cual únicamente da aviso en el caso de ser detectado uno de los parámetros mencionados anteriormente.

**Figura 46**

*Detector óptico de humo y temperatura*



Fuente: Investigación propia

Al interior del CPD y del Departamento del Centro de Redes no existe extintores de fuego portátiles, el más cercano se encuentra ubicado en el pasillo a la salida del departamento Figura 47, sin embargo, la sustancia que se utiliza para la extinción no es la adecuada para el control de fuego en ambientes de TIC.

**Figura 47**

*Extintor portátil*

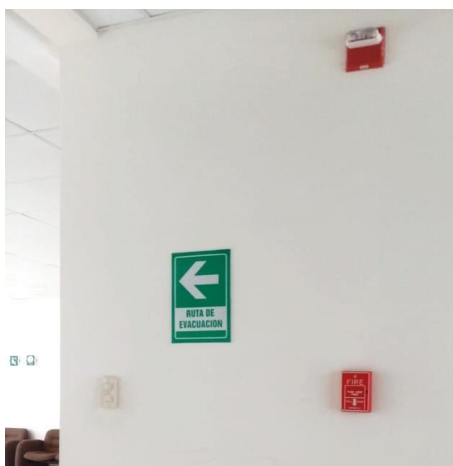


Fuente: Investigación propia

En el pasillo que se encuentra fuera del CPD y en varios lugares estratégicos del edificio, existen sensores con célula fotoeléctrica que activa una alarma de aviso de incendios, además se activan las luces de emergencia como se ilustra en la Figura 48 y 49, por ende, pone en aviso al personal especializado para tratar de combatir este tipo de incidentes y que el resto del personal evacúe la zona.

**Figura 48**

*Alarma contraincendios, señalética en el pasillo*



Fuente: Investigación propia

**Figura 49**

*Luces de emergencia*



Fuente: Investigación propia

#### 3.2.8.4 Medios de almacenamiento de Datos

Al ser una institución de educación superior, lo conveniente sería contar con una red SAN correctamente definida para sus funciones, sin embargo, se ha tomado un disco duro de amplia capacidad en el cual se almacena información relevante; el equipo destinado para almacenamiento no cuenta con ninguna seguridad, es decir, que cualquier persona que ingrese al Data Center podría dañar o sustraer este dispositivo y ante cualquier desastre que se suscite no habrá ninguna protección y se perdería esta información(Ver Figura 50).

**Figura 50**

*Disco duro de almacenamiento*



Fuente: Investigación propia

### 3.2.8.5 CCTV o Video Vigilancia

El ingreso al Departamento de Redes y Telecomunicaciones, así como al Data Center, se encuentra vigilado por tres cámaras IP que monitorean y graban durante todo el tiempo, la primera cámara que se muestra en la Figura 51, se ha colocado apuntando a la entrada de la oficina. De manera que, cada persona que ingrese o salga del lugar quedará registrada en la grabación.

#### Figura 51

*Cámara 1, ingreso al Departamento de Redes y Telecomunicaciones*



Fuente: Investigación propia

Una vez ingresado a la oficina, al otro extremo superior del cuarto se encuentra colocada la segunda cámara IP que apunta al ingreso de la puerta Figura 52, de esta manera se abarca todo lo que sucede en el área de esta oficina.

**Figura 52**

*Cámara 2, al interior del Departamento de Redes y Telecomunicaciones*

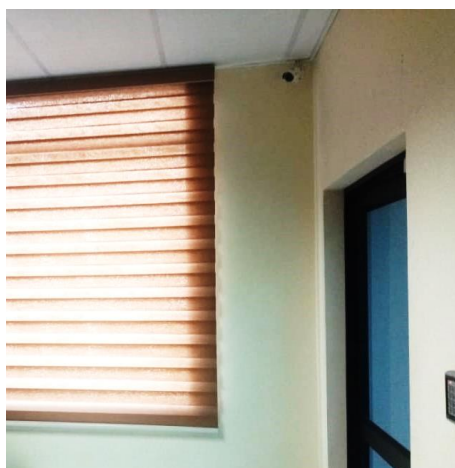


Fuente: Investigación propia

La tercera cámara es la que registra las acciones al interior del Data Center, debido a que se encuentra ubicada en la parte superior derecha de la puerta de ingreso Figura 53, sin embargo, la efectividad de la posición en la que se ha colocado este dispositivo se limita en controlar la entrada y salida del Data Center. Sin duda alguna es necesario la colocación de cámaras IP en diferentes posiciones, con el fin de que, se cubra toda el área, inclusive la parte posterior de los gabinetes, donde al momento se considera un punto ciego.

**Figura 53**

*Cámara 3, Visualización del ingreso al Data Center*



Fuente: Investigación propia

Estos dispositivos se han conectado a un NVR de 8 canales, destinado únicamente para esta sección y se encuentra ubicado en el segundo rack al interior del Data Center. Además, se mantiene vigilancia constante a través de los monitores por parte del personal de seguridad, quienes controlan todas las acciones transmitidas mediante las cámaras.

### **3.2.9 Sistema de Comunicaciones**

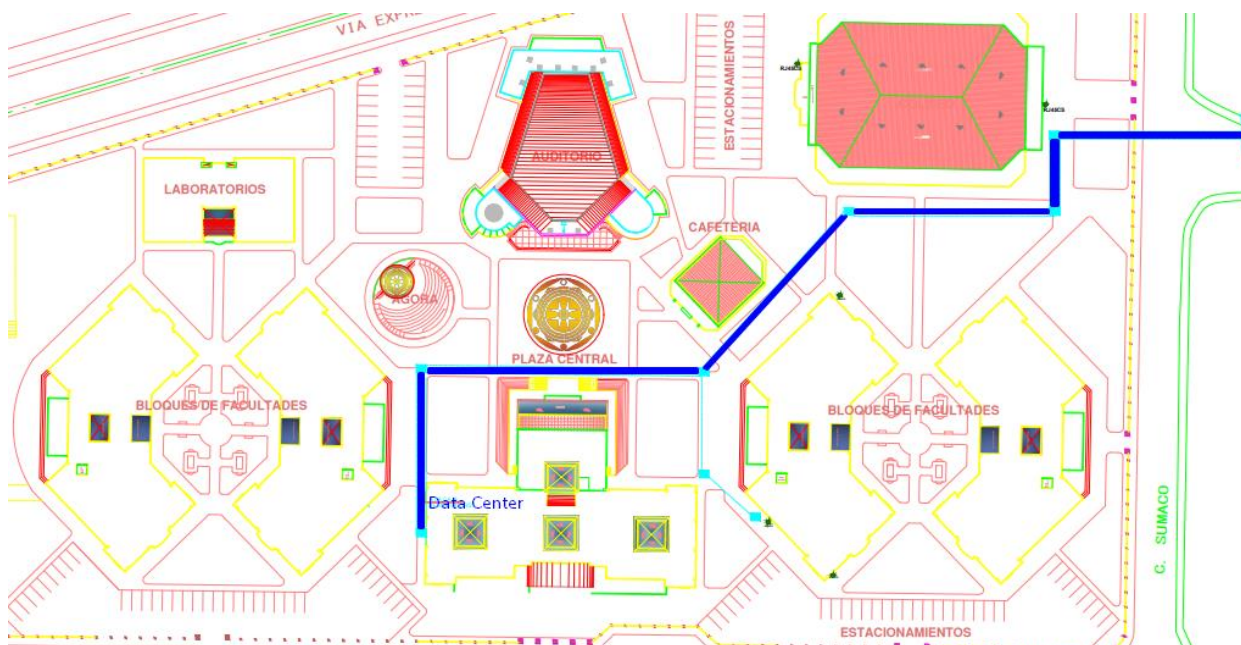
Este sistema se enfoca en constatar las instalaciones de comunicación y como se desarrolla la transmisión de información mediante los equipos de red. La institución utiliza en su mayoría cable UTP Cat 6<sup>a</sup> el cual implica un bajo costo de material, sin embargo, en ciertos requerimientos donde la red implica mayor ancho de banda y una larga distancia de transporte de la información, se utiliza fibra óptica multimodo o monomodo según sea el requerimiento.

#### **3.2.9.1 Acometida de Datos**

La institución mantiene dos enlaces de fibra óptica que proporcionan redundancia en la conexión, el enlace principal se ha contratado con CEDIA, el enlace de backUP mantiene conexión con Telconet, ambos parten desde el poste ubicado en la Av. Julio Robles, posterior a ello atraviesan el campus universitario mediante conductos subterráneos hasta llegar al Data Center el mismo que se encuentra en el Edificio Administrativo. En la Figura 54 a continuación, se observa el paso del cableado de fibra óptica por el campus universitario.

**Figura 54**

*Canalizaciones subterráneas de Fibra Óptica Cedia y Telconet*



Fuente: Departamento de Infraestructura UPEC

### 3.2.9.2 Dispositivos de Red Activos y Pasivos

En el cuarto de equipos existen dispositivos que llevan funcionando desde los inicios de la universidad, es decir, aproximadamente 10 años, entre ellos se encuentran routers, switches, servidores, entre otros; varios de estos ya no cuentan con soporte de fábrica debido a su antigüedad; además, hay ciertos elementos que no permiten escalabilidad a futuro y deben ser reemplazados a la brevedad posible. Al interior del Data Center se ha distribuido los componentes de red en tres racks, en los que se encuentran: Servidores, Routing y Switching.

A continuación, se enlistan los equipos que se encuentran en los gabinetes al interior del Data Center, además se verifica si cuentan con soporte de fábrica o ya están obsoletos.

El rack que se ilustra en la Figura 55 contiene a los equipos de Servidores y se conforma de una base de 42U, el gabinete se encuentra ocupado parcialmente por equipos individuales, así

como también por un Chasis Blade en donde se encuentran varios servicios funcionando, ver Tabla 27.

**Tabla 27**

*Rack 1 Servidores*

<b>Rack 1 Servidores</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Equipo</b>	<b>Soporte de fábrica</b>
1	Chasis Blade Servidor HP c3000 Blc3000 2 Ac 4 Fan Trl ICE	SI
1	Servidor Cisco UCS C22 M3	NO
1	Hawlett Packard Enterprise ProLiant DL 120 9 Generation	SI
1	HP Proliant DL380p Gen 8 ILO	SI
2	HPE Proliant DL380p Gen 10	SI
2	Servidor ILO Default Network Settings ProLiant DL380 Gen 9	SI
1	Switch Cisco Catalyst serie 2960-X	SI
1	D-LINK 4 Port KVM Switch	SI

Fuente: Investigación propia



**Figura 55***Rack Servidores*

Fuente: Investigación propia

El segundo Rack que se visualiza en la Figura 57 corresponde a los equipos de Routing, este gabinete contiene 45U, al cual arriban los dos enlaces de fibra óptica de los proveedores de servicios de internet, Cedia y Telconet, siendo el principal y backup respectivamente Figura 56.

**Figura 56***Enlaces CEDIA y Telconet*

Fuente: Investigación propia

En la parte inferior del rack se localiza el dispositivo utilizado para el almacenamiento de información (Storage), sin embargo, no existe ninguna protección en particular para esta sección. Los equipos que se encuentran en este rack se enlistan en la Tabla 28.

**Tabla 28***Rack 2 Routing*

<b>Rack 2 Routing</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Equipo</b>	<b>Soporte de fábrica</b>
1	Router Cloud Core CCR-1036-12G-4S	SI
1	Router Cisco ASR 920 10 Ports LG	SI
1	Router Cisco ASA 5520 Series Adaptive Security Appliance	NO
1	Router Mikrotik RB951Ui-2HnD	SI

---

1	Humanity Ethernet Fiber Optic transceiver 5V	SI
1	Grandstream AP Gateway de voz	SI
1	Respaldos CPU Core i7 Servidor QBEX Milano	
1	Disco Toshiba Storage	

---

Fuente: Investigación propia

**Figura 57**

*Rack Routing*



Fuente: Investigación propia

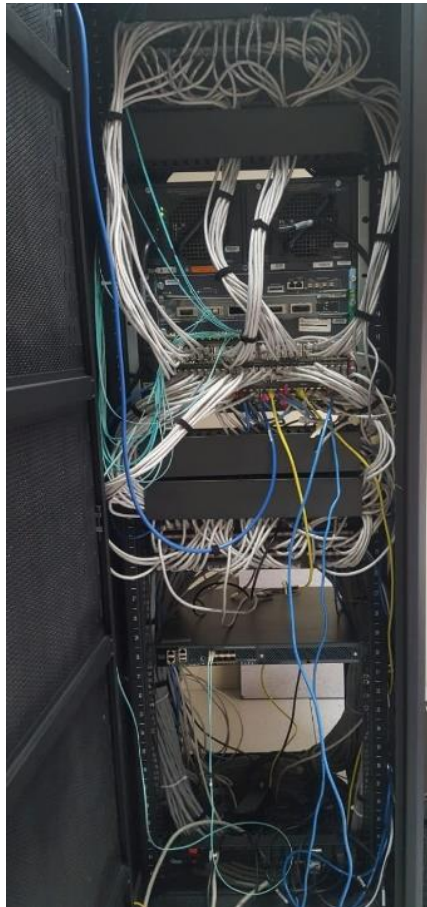
El tercer rack corresponde a Switching ver Figura 58, se compone de 42U, los equipos colocados en este gabinete son relativamente nuevos, por lo que, si cuentan con soporte técnico por el fabricante, el listado de equipos se constata en la Tabla 29.

**Tabla 29**

*Rack 3 Switching*

<b>Rack 3 Switching</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Equipo</b>	<b>Soporte de fábrica</b>
1	Cisco 5500 Series Wireless Controller	SI
	Cisco Catalyst 4506-E Switch	
	Modulo ws-x45-sup7L-e	
1	Modulo ws-x4606-x2-e	SI
	Modulo ws-x4612-sfp-e	
	Modulo ws-x4648-rj45-e	

Fuente: Investigación propia

**Figura 58***Rack Switching*

Fuente: Investigación propia

Los racks verificados, el sistema de cableado estructurado y canalizaciones, no disponen de una identificación de etiquetado, ni tampoco existen registros digitales ordenados del equipamiento de comunicaciones, por otro lado, mediante la realización de visitas técnicas a la institución se ha realizado la constatación del número de puntos de red en cada edificación, como se muestra en la Tabla 30.

**Tabla 30***Número de puntos de red del edificio administrativo*

<b>Edificio</b>	<b>N° Puntos de Red</b>
Administrativo	293
Laboratorios	59
Aulas 1	68
Aulas 2	68
Aulas 3	68
Aulas 4	68
<b>TOTAL</b>	<b>624</b>

Fuente: Investigación propia

### 3.2.9.3 Canalizaciones y espacios para comunicaciones

El cableado vertical, se encuentra distribuido mediante canalizaciones metálicas tipo rejilla y escalera, como se evidencia en la Figura 59; la distribución desde el Data Center a los demás pisos pasa a través de estos medios que se encuentran dentro del techo falso, por otro lado, los puntos de red que han sido diseñados al iniciar la construcción del edificio se encuentran instalados al interior de la pared, sin embargo, en el caso de requerirse nuevos puntos de conexión, se realizan mediante la instalación de canaletas sobre la pared. Cabe mencionar también que las conexiones que pasan de gabinete a gabinete no se están dando de la manera adecuada, debido a que no existen conductos adecuados para este fin, por lo que se encuentra cables colgantes sin ninguna protección ni guía.

**Figura 59***Backbone Principal*

Fuente: Investigación propia

En determinadas áreas en donde es visible el recorrido de los cables tanto del sistema eléctrico, como de comunicaciones, es posible evidenciar (Figura 60) que no se cumple la norma de cableado estructurado, en la que se rige que el cableado eléctrico debe formar un ángulo de  $90^\circ$  con respecto al cableado de comunicaciones para evitar la interferencia electromagnética que existe.

**Figura 60**

*Visualización recorrido cableado eléctrico y de comunicaciones*

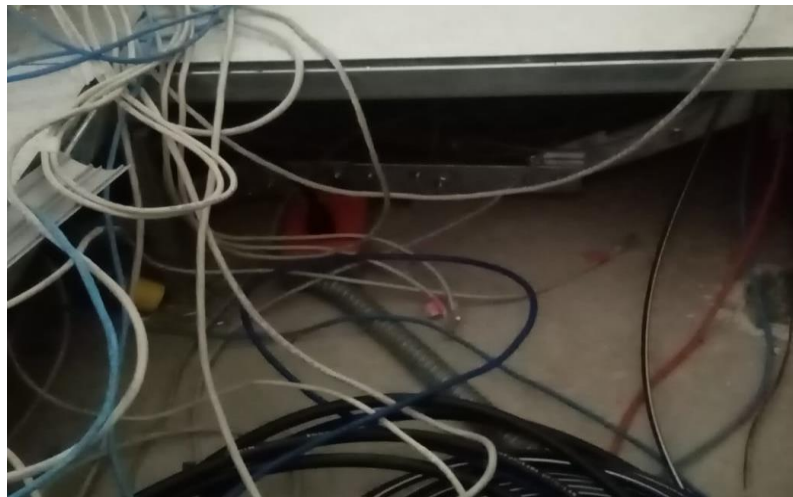


Fuente: Investigación propia

La desorganización en las conexiones del cableado se visualiza fácilmente ver Figura 61, debido a que se observan cables desorganizados que se dirigen de un lugar a otro, sin embargo, no se conoce el punto de origen y destino de varios de estos ya que no existe un etiquetado guía que identifique correctamente a estas conexiones como se evidencia en las Figuras 62 y 63.

**Figura 61**

*Visualización de cableado debajo del piso técnico*

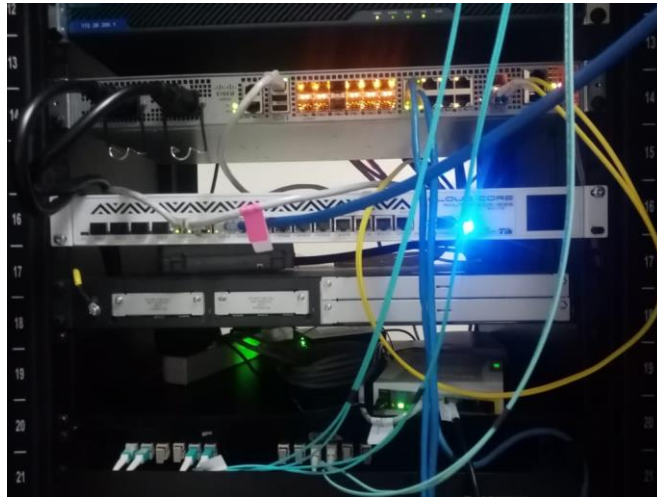


Fuente: Investigación propia



**Figura 62**

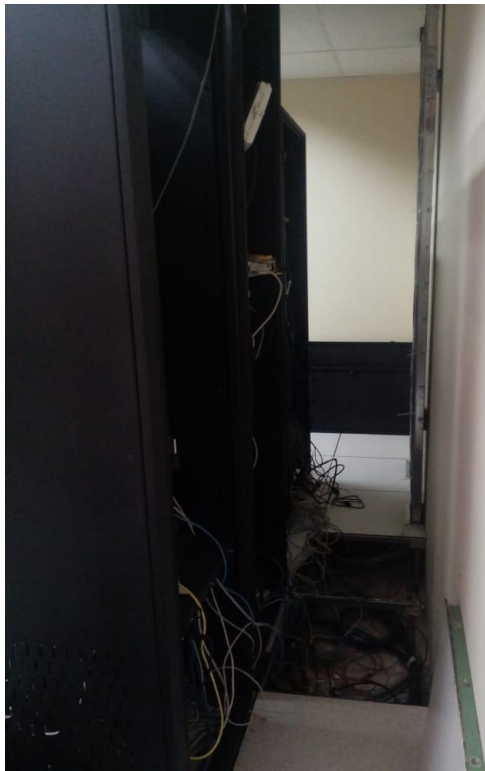
*Interconexión de equipos sin etiquetado*



Fuente: Investigación propia

**Figura 63**

*Desorganización en la parte posterior de los racks*



Fuente: Investigación propia

### **3.2.10 Sistema de Ámbito**

En esta sección se evidencia la infraestructura física que abarca el CPD, como es la construcción de paredes, piso, accesos e iluminación, en sí, el entorno en el que se encuentran los equipos dentro del CPD.

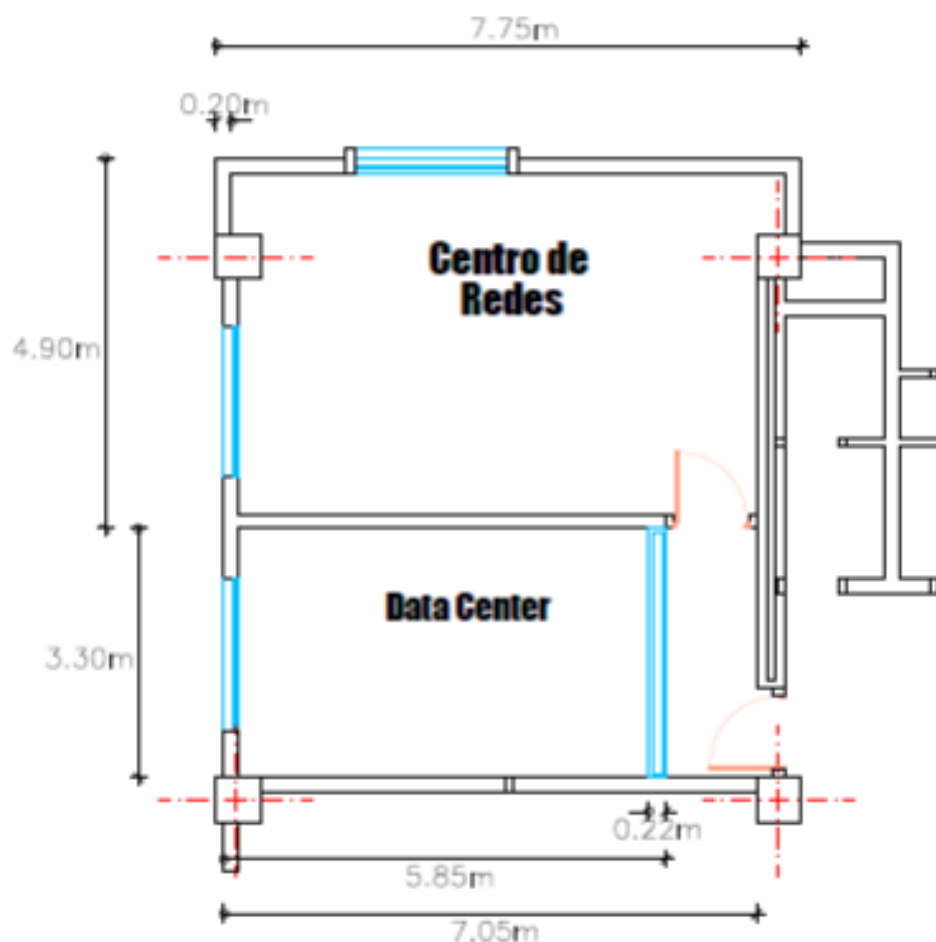
#### **3.2.10.1 Muros**

Los muros se encuentran contruidos con material resistente, teniendo un suelo verdadero y techo realizado de losa resistente. El Data Center no dispone de una ubicación adecuada según lo indica la norma ICREA, debido a que se localiza en la planta alta 1 del Edificio Administrativo, sin embargo, según manifiestan los encargados del departamento de infraestructura de la universidad, la construcción del piso ha sido proyectado para tener una resistencia de al menos 400Kg por cada metro cuadrado, no obstante, el encontrarse en una planta superior propicia el dificultoso traslado de equipos.

La construcción de las paredes en su totalidad está realizada de ladrillo de 20cm y concreto reforzado, a pesar de ello, el espacio destinado para el Data Center no cuenta con columnas propias que le brinden resistencia sísmica de ocurrir un desastre. Las dimensiones del Cuarto de Equipos son de 5,85 m x 3,30m como se muestra en la Figura 64, un espacio bastante reducido en el que no se han alcanzado a ubicar todos los equipos requeridos para el Data Center, razón por la cual se encuentran distribuidos en varios sectores de la universidad, como oficinas y laboratorios.

**Figura 64**

*Plano en AutoCAD de las dimensiones del cuarto de equipos*



Fuente: Departamento de Infraestructura UPEC

El lugar no se encuentra herméticamente cerrado de manera que no es posible impedir y garantizar que no ingrese polvo, humedad o humo al interior del Data Center, debido a que se tiene una amplia ventana que colinda con los exteriores del edificio a la cual se le ha colocado una cortina corrediza que permanece cerrada para evitar que pueda visualizarse desde otros edificios los equipos existentes al interior del CPD. No obstante, este tipo de construcción no es adecuado para un ambiente de TI, por otro lado, es importante mencionar que anteriormente esta zona era una oficina que se readecuó para colocar los equipos de comunicaciones y por esta

razón se han mantenido estas características. La ventana se encuentra ubicada al ingreso del Cuarto de Equipos al lado derecho como se muestra en la Figura 65, y tiene las siguientes dimensiones: 1,70m de alto x 2,05m de ancho.

**Figura 65**

*Ventana dentro del cuarto de equipos*



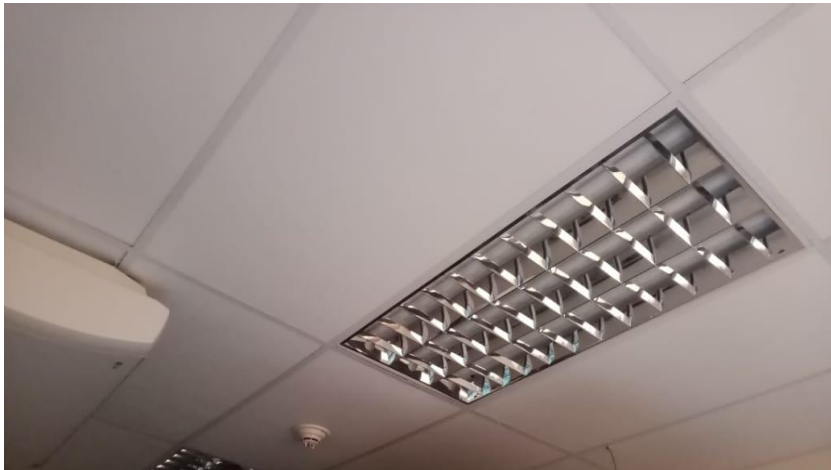
Fuente: Investigación propia

### 3.2.10.2 Techo y piso falso

El CPD cuenta instalaciones de techo y piso falso, que se han colocado sobre el piso verdadero y debajo de la losa; el techo falso que se visualiza en la Figura 66 tiene las siguientes dimensiones: 1,30m de largo x 0,60m de ancho y se encuentra colocado a 40cm del cielo verdadero, cada panel se encuentra soportado mediante pedestales metálicos que se han adherido a la losa y se encuentran colocados 20 paneles en total.

**Figura 66**

*Techo falso del cuarto de equipos*



Fuente: Investigación propia

La instalación de paneles del piso falso se encuentra ubicada a una distancia de 30cm desde el piso verdadero, lo que según indica la norma ICREA es apto para un Nivel I. Las dimensiones de cada panel son de 60cm x 60cm, además, son modulares y removibles. Los travesaños instalados para soportar el piso técnico son de material metálico observar Figura 67, según los requerimientos del CPD, al interior del cuarto se tienen 45 paneles de piso falso.

**Figura 67**

*Visualización de los travesaños metálicos*



Fuente: Investigación propia

Por otro lado, se evidencia el desnivel desde la sección de ingreso hacia el interior del Cuarto de Equipos, según la norma, indica que debería tener un ángulo de inclinación no mayor a 12° y tener un recubrimiento de material antideslizante, no obstante, se ha colocado una grada como se evidencia en la Figura 68, lo que propiciaría un traslado dificultoso de los equipos.

**Figura 68**

*Desnivel ingreso al Data Center*

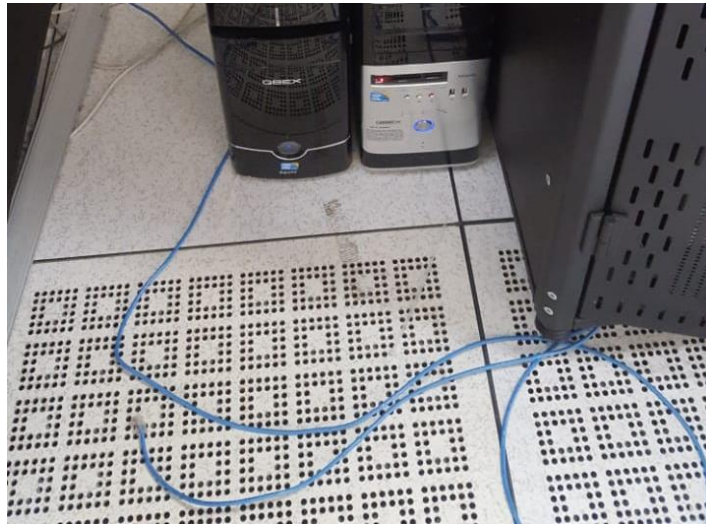


Fuente: Investigación propia

En la sección inferior de los racks se tiene paneles con orificios como se muestra en la Figura 69 que se han colocado para la circulación de aire caliente y frío con la finalidad de climatizar el cuarto.

**Figura 69**

*Orificios en el piso técnico conductores de aire*



Fuente: Investigación propia

### 3.2.10.3 Puertas de Acceso

El CPD cuenta con una puerta de vidrio con marcos de aluminio observar Figura 70, de dimensiones 2,18 m de largo por 1,17 m de ancho, este elemento por su material de construcción no se acoge a la norma, ya que se solicita que sea de materiales resistentes al fuego, desastres y disparos, además, la altura de la puerta no es la adecuada según lo establece la norma ICREA.

**Figura 70**

*Puerta de ingreso hacia el interior del Data Center*



Fuente: Investigación propia

Cuenta con un cerrado automático que utiliza una cerradura magnética ubicada en la parte superior del marco de la puerta, sin embargo, es necesario girar la perilla para que la puerta quede cerrada en su totalidad, la dirección de apertura de la puerta es hacia afuera del CPD como se verifica en la Figura 71.



**Figura 71**

*Verificación de apertura hacia afuera de la puerta de ingreso al Data Center*



Fuente: Investigación propia

El Data Center no cuenta con salida de emergencia y en su interior no se encuentra ninguna señalética ni luces de emergencia, por lo que, en caso de darse un accidente, esto dificultaría la salida de las personas que se encuentren al interior del CPD.

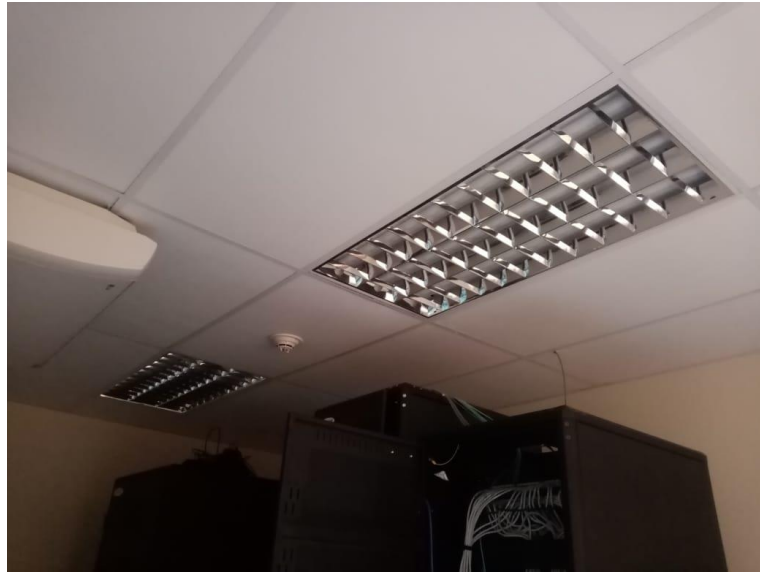
#### 3.2.10.4 **Sistema de Iluminación**

Al interior del CPD se encuentran empotradas en los paneles del techo falso dos Lámparas tipo LED 3 x 18 w-110V ,visualizar Figura 72, las cuales son las encargadas de proporcionar la iluminación al cuarto de equipos, aunque el espacio se considera pequeño, la iluminación proporcionada es insuficiente, debido a no proporciona la luminosidad necesaria

para brindar claridad a todo el espacio determinado para el CPD, el apagador de luz abarca las dos lámparas que se encuentran en el lugar y se encuentra colocado al lado izquierdo de la pared al ingresar al Data Center, verificar Figura 73. Por otro lado, cabe mencionar que, en esta área no existen luces de emergencia, sin embargo, en pasillos y escaleras si se encuentran colocadas.

**Figura 72**

*Lámparas tipo LED para iluminación Data Center*



Fuente: Investigación propia

**Figura 73**

*Interruptor de luces dentro del Data Center*



Fuente: Investigación propia

## **CAPÍTULO IV: DISEÑO DEL DATA CENTER DE LA UPEC**

El desarrollo del presente capítulo plantea el diseño de la infraestructura física del Data Center para la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, utilizando los lineamientos que presenta la norma ICREA-Std 131 2019 para el diseño de los sistemas mencionados a continuación: sistema eléctrico, climatización, seguridad, comunicaciones y ámbito, teniendo en consideración las recomendaciones de sustentabilidad que plantea la norma. Posterior a este desarrollo se procede con el diseño de la infraestructura física en la plataforma SketchUP, que permite realizar un esbozo del Cuarto de Equipos en 3D.

### **4.1 Metodología de diseño**

La metodología de diseño utilizada se enfoca en la aplicación de los puntos planteados por la norma ICREA-Std-131 2019, para lo cual la propuesta se adapta a los requerimientos necesarios que se establece para un Nivel II (World Class Quality Assurance Data Center), este nivel proporciona un 99% de disponibilidad anualmente, además aporta con escalabilidad a futuro en al menos cinco años lo que permitirá al CPD crecer y mejorar sus servicios.

### **4.2 Sistema de Ámbito**

En esta sección se presenta el diseño del CPD utilizando las recomendaciones que propone la norma ICREA sobre el sistema de Ámbito, su principal objetivo es proporcionar el ambiente y las condiciones propicias en lo que respecta a infraestructura física para que el CPD desempeñe con normalidad sus funciones.

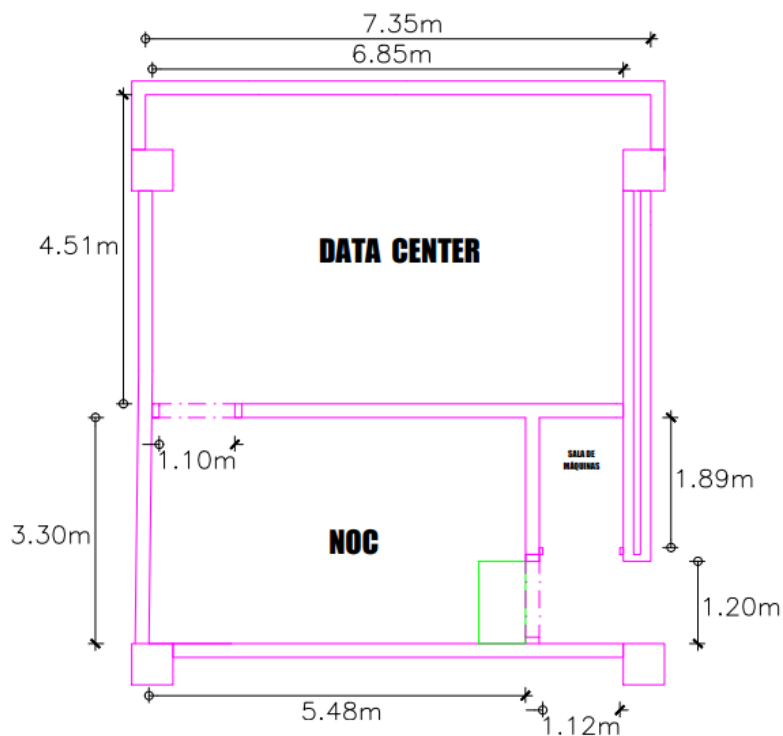
#### **4.2.1 Obra Civil**

El CPD actualmente está ubicado en la Planta Alta 1 del Edificio Administrativo al interior del Departamento de Redes, en esta zona se encuentra un área reducida destinada para colocar los equipos de cómputo; el proyecto propone la ampliación de este espacio, utilizando

como NOC la zona en la que actualmente se encuentra funcionando el Data Center, el espacio en el que se encontraba el pasillo de ingreso a la oficina será destinado para colocar tableros y equipamiento para el sistema de detección y extinción de incendio, finalmente, la sección de oficina del Centro de Redes se destina para el lugar en el que se colocarán los equipos de comunicaciones y los demás sistemas para el funcionamiento del Data Center; la norma específica que el espacio del CPD debe estar cerrado herméticamente de manera que, no ingrese humo o polvos contaminantes desde el exterior hacia el interior y además que no se propague hacia afuera el calor que se genera en el interior debido a las altas temperaturas del equipamiento, por lo que se procede a realizar el respectivo cierre de una de las puertas que funcionaba como ingreso a la oficina y además el cerrado de las ventanas existentes en esta zona, en la Figura 74 se ilustra las dimensiones del Cuarto de Equipos y el cerrado hermético del lugar.

**Figura 74**

*Plano de cerrado hermético de paredes y ubicación de puertas*



Fuente: Elaboración propia

El piso, la losa y las paredes perimetrales que encierran el área deben estar construidas desde el piso verdadero hasta la losa del techo y su composición debe ser de material sólido y resistente, se recomienda realizar la construcción de ladrillo macizo, con recubrimiento aplanado de concreto, de tal manera que proporcione una resistencia al fuego de F60 y una resistencia balística de hasta 500 Joules según lo que se establece para el nivel II. El piso verdadero debe ser pintado con resinas epóxicas color rojo ladrillo o similar, la pintura deberá cubrir todo el piso hasta la sección de las paredes perimetrales en donde se ubica el piso falso, con la finalidad de proporcionar al suelo alta resistencia térmica.

El CPD debe tener un cerramiento hermético, por lo que, las secciones que presentan ventanas u orificios serán reemplazados por la construcción de paredes de ladrillo y concreto. Se debe considerar que el CPD debería estar ubicado en lugares menos propensos a vibraciones, por lo que se recomienda utilizar columnas reforzadas, además el piso verdadero y la losa deberán soportar una carga viva de al menos  $350 \text{ Kg/m}^2$  considerando los equipos a instalarse en esta zona y además la escalabilidad a futuro y, por ende, instalación de nuevos elementos.

#### **4.2.2 Cielo falso**

La norma indica que el cielo falso debe estar sujeto al cielo verdadero mediante tirantes y rieles metálicos recubiertos con agentes antiestáticos los cuales sostienen a los paneles (rectangulares) que se colocarán suspendidos a una distancia de 40 cm de la losa. En la Figura 75 se observa la distribución de los paneles en el CPD, el NOC y la Sala de Máquinas.

Los espacios destinados para Data Center requieren altos niveles de higiene por lo que se recomienda utilizar cielo raso desmontable tipo CLEAN ROOM el cual proporciona las siguientes características:

- Según lo que manifiesta (ESEADE, 2020), para encontrar el número de paneles de cielo falso se deberá realizar la división entre el área total del cuarto entre el área del panel, cada uno de estos paneles tiene las siguientes dimensiones: 1.22m x 0.61m x 0.06m de espesor, de acuerdo a los cálculos realizados en la Ec.1 y Ec.2 se ha determinado que, para el área que comprende tanto al Data Center como al NOC, se requieren 45 y 24 paneles respectivamente, en el cuarto de máquinas se colocarán 3 paneles de cielo falso debido a su reducida área.

Para realizar el cálculo del número de paneles de cielo falso, se requiere disponer de los siguientes valores: área CPD =  $33,14m^2$ , área NOC =  $18,084m^2$  y área panel piso técnico =  $0,7442m^2$

$$N^{\circ} \text{ Paneles} = \frac{33,14m^2}{0,7442m^2} = 44,53 \approx 45 \quad \text{Ec. 1}$$

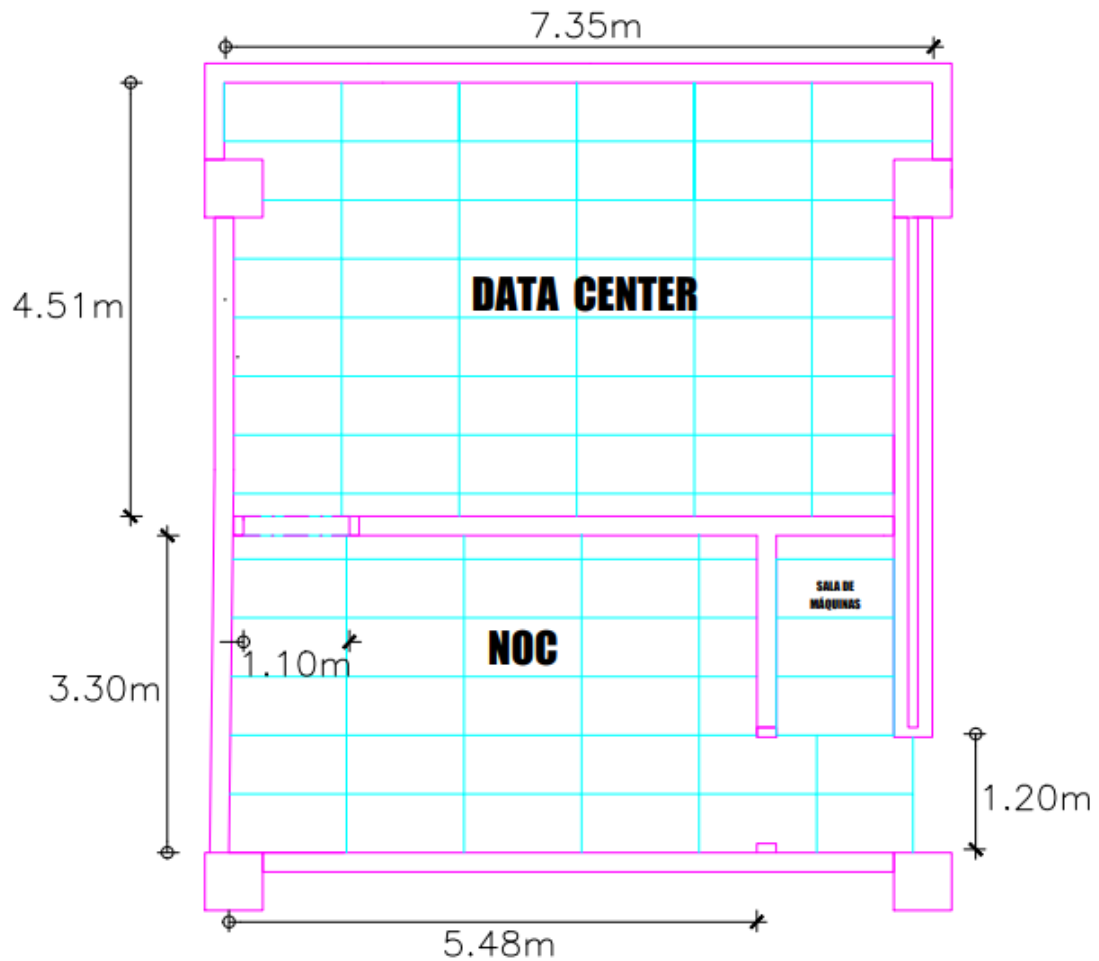
$$N^{\circ} \text{ Paneles} = \frac{18,084m^2}{0,7442m^2} = 24,29 \approx 24 \quad \text{Ec. 2}$$

- Las placas del techo falso presentan componentes de fibra mineral que facilita la limpieza de las placas y por tanto evita que manchas, olores y bacterias se adhieran al material.
- Este tipo de material proporciona características acústicas que reducen el ruido y contribuyen a la absorción de este.
- Es necesario que el ambiente en el que se coloquen las placas mantenga parámetros de temperatura entre los 15 – 30° y una humedad relativa del 90%.
- Color blanco, lo que facilita un reflejo equilibrado de la luz en el ambiente.

- Utiliza perfiles visibles para el sistema de montaje del cielo falso modular.
- Se recomienda que los paneles sean de material biodegradable para disminuir la emisión de partículas contaminantes.

**Figura 75**

*Ubicación de plafón falso en NOC y CPD*



Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.3 Puertas de acceso al personal y equipos dentro del CPD**

Para la entrada al CPD se han colocado dos puertas de acceso para el personal, la primera está ubicada en la sección de ingreso desde el pasillo hacia el interior del NOC, la segunda puerta para acceso al Data Center, esta última se ha ubicado al lado opuesto del ingreso principal, en la

Figura 74 se ilustra la ubicación de las puertas del CPD. Según determina la norma las puertas de acceso al personal deben contar con las siguientes características:

- Las dimensiones mínimas requeridas para las puertas son: 1,10 m de ancho y 2,30 m de largo.
- Las puertas deben estar constituidas de material no combustible con resistencia al fuego de especificaciones F60 y además resistencia balística para soportar 500 Joules de impacto de bala en la puerta.
- El sistema de cerradura magnética debe contar con cinta de electroimán y se coloca en la sección superior del marco y la puerta, este tipo de cerradura es utilizada para restringir el acceso a personal no autorizado, ya que cuenta con cerrado automático.
- La puerta debe abatir hacia afuera del cuarto de Equipos y del NOC.
- La cerradura automática debe ser de tipo FALL SAFE, es decir, el sistema está en funcionamiento mientras exista energía eléctrica en el lugar, caso contrario, la puerta permitirá la salida o entrada al Data Center a cualquier persona que así lo requiera.
- Es necesario tener una señalización luminosa que indique “SALIDA” hacia el exterior del CPD, se requiere contar con respaldo de baterías de al menos 2 horas.
- La puerta de ingreso al CPD deberá contar con un contramarco con tope inferior para mantenerla sellada en los cuatro lados.

Las consideraciones técnicas del tipo de puerta que se requiere para ambientes de tecnologías de la información se especifican de manera detallada en la sección 4.5.1.1 Puerta de seguridad.

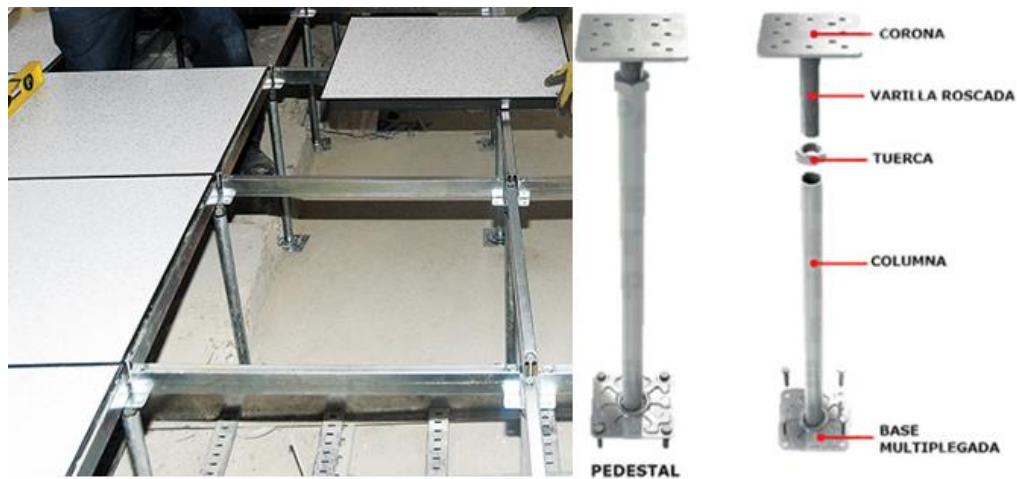


#### **4.2.4 Acabados**

Los acabados en paredes, techos y piso deberán ser lisos para de esta forma prevenir y evitar la acumulación de polvos u otros materiales que puedan generarse en el ambiente, por lo que se recomienda que sean pintados con material lavable y auto extingible, el recubrimiento no debe tener ningún tipo de textura. El color de la pintura que se aplique en interiores debe ser blanco, y se utilizará de tipo ignífuga para retrasar la propagación de la llama, mientras que, para exteriores se recomienda utilizar pintura intumescente, la cual mediante el aumento de temperatura crea una gruesa capa de espuma que aísla los elementos que la recubren. Es necesario que en caso de incendio en el exterior del CPD, se forme una barrera de vapor para evitar que el humo ingrese. No se permite que existan instalaciones hidráulicas o sanitarias en el interior del CPD.

#### **4.2.5 Piso Técnico**

El CPD requiere contar con piso técnico modular y fácil de remover, se debe ubicar a una distancia de 30 cm desde el piso verdadero hasta el piso técnico; para evitar la fuga de aire perimetral en la unión entre piso falso y pared es necesario colocar una cinta de sellado de 10 cm de ancho que, recorrerá toda la sección donde se unen. Los paneles de piso técnico deben estar conformados de material auto extingible y una estructura metálica con núcleo de cemento, los acabados de la superficie del piso técnico deberán estar cubiertos con material laminado antiestático y no tener partes metálicas expuestas, estas características permitirán soportar una carga concentrada de 204Kg. Los paneles presentan forma cuadrada, cada lado tiene 0,60 m de ancho x 0,60 m de largo y 0,035 m de espesor, en la Figura 76 se observa los componentes del piso técnico, como son los paneles, travesaños y pedestales.

**Figura 76***Elementos para instalación de piso técnico*

Fuente: (TELEPARTES, 2012)

Para realizar el cálculo del número de paneles de piso técnico, se requiere disponer de los siguientes valores: área CPD =  $33,14 \text{ m}^2$ , área NOC =  $18,084 \text{ m}^2$  y área panel piso técnico =  $0,36 \text{ m}^2$ .

**Ecuación 3** *Cálculo del número de paneles de piso técnico CPD*

$$N^{\circ} \text{ Paneles} = \frac{33,14 \text{ m}^2}{0,36 \text{ m}^2} = 92,05 \approx 92 \quad \text{Ec. 3}$$

En la Ec. 3 se visualiza el cálculo realizado para determinar la cantidad de paneles de piso técnico para dicha superficie, dando un resultado de 92 paneles de piso técnico y 115 pedestales con los respectivos travesaños fabricados en acero electro galvanizado para garantizar soporte, la placa superior del pedestal tiene 0,10 m de largo x 0,10 m de ancho.

De acuerdo a lo que se visualiza en la Ec. 4 se requieren 50 paneles y se sujetarán mediante 65 pedestales con sus respectivos travesaños.

$$N^{\circ} \text{ Paneles} = \frac{18.084m^2}{0,36m^2} = 50,23 \approx 50 \quad \text{Ec. 4}$$

El diseño del piso técnico se observa en la Figura 79; para elevar o retirar los paneles con facilidad, se debe utilizar un accesorio succionador de piso falso con doble ventosa como el que se visualiza en la Figura 77.

**Figura 77**

*Ventosa doble para retiro de piso falso*

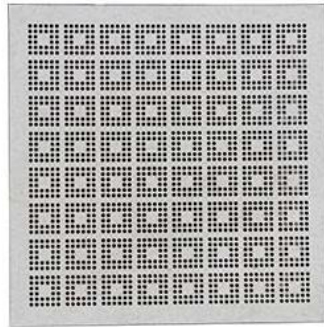


Fuente: (TELEPARTES, 2012)

Para el paso de suministro o retiro de aire, se coloca una rejilla de suelo perforada de acero presentando un índice de ventilación del 17%, el tamaño de estas placas es de 0,6 m x 0,6 m, dimensiones similares a los paneles de piso técnico, por cada rack que se instale en el cuarto, se debe colocar una rejilla debajo del mismo de acuerdo al diseño del sistema de climatización. Estas rejillas y los paneles de piso técnico deberán poseer una resistencia de carga concentrada de 450Kg o mayor, en total se requieren 8 rejillas perforadas para el CPD, este diseño se visualiza en la Figura 78.

**Figura 78**

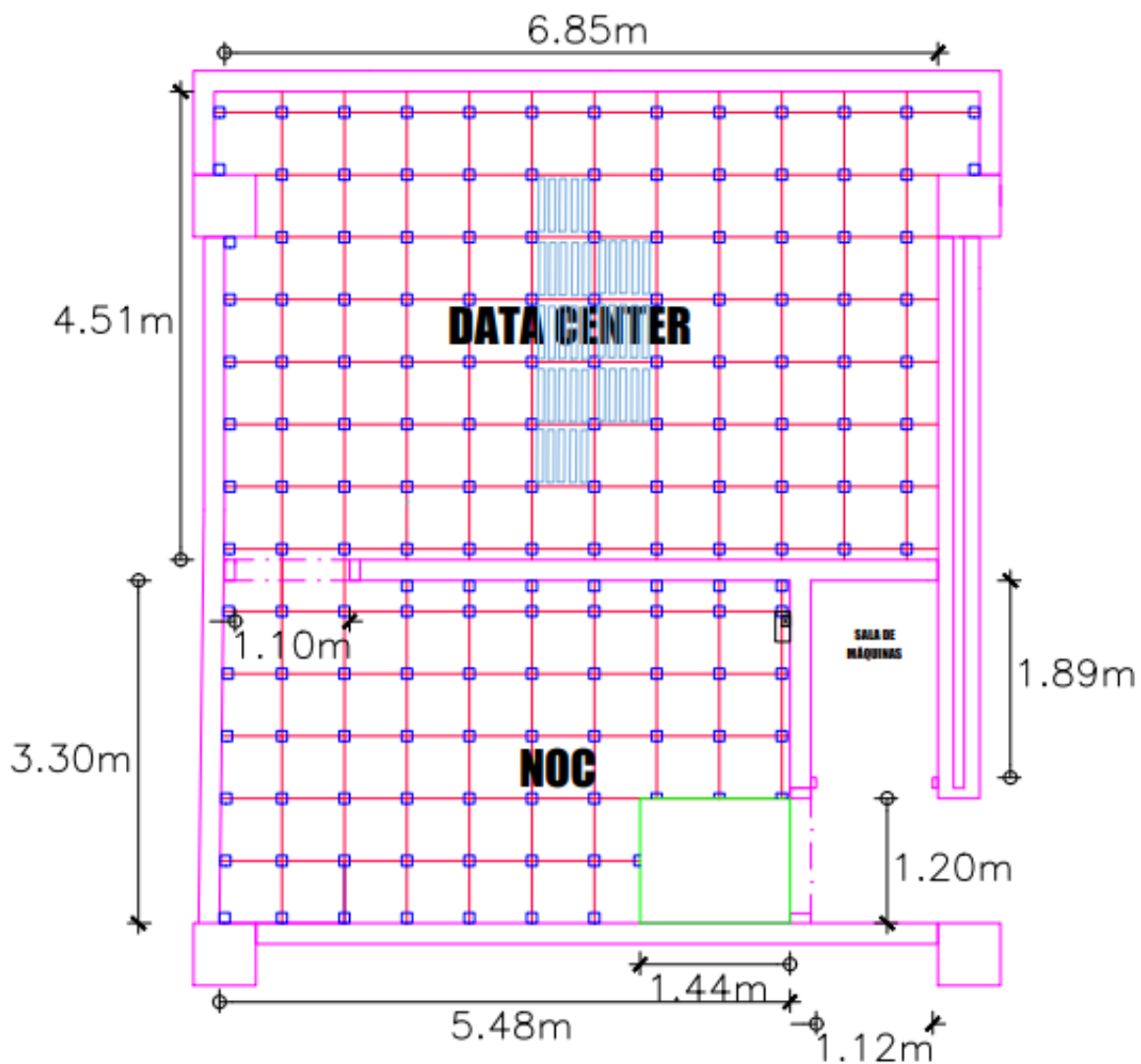
*Rejillas de piso técnico*



Fuente: (POLYGROUP, 2017)

**Figura 79**

*Ubicación de Piso técnico, travesaños y pedestales*



Fuente: Elaboración propia

Debido a la magnitud y peso del equipamiento para el Data Center, se requiere la instalación de una rampa para el ingreso y salida de equipos, observar ubicación en la Figura 79, la norma exige que disponga de una inclinación de  $12^\circ$  desde la entrada de acceso hasta llegar a la altura de piso falso, según los cálculos realizados mediante el Teorema de Pitágoras

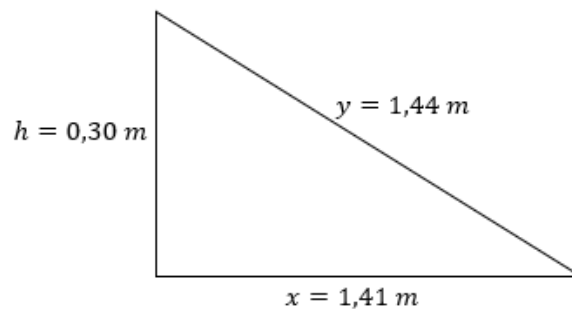
(Mathematics, 2008), en las Ec. 5 y Ec. 6, las dimensiones de la rampa de acceso tienen 0,30 m de altura, 1,41 m de base y 1,44 m de largo de la rampa, esta última sección deberá estar recubierta con material antiderrapante y sujeta mediante pedestales específicamente para rampa, en la Figura 80 se ilustra las dimensiones de la rampa diseñada para el CPD.

$$\tan 12^\circ = \frac{0.30 \text{ m}}{x} = \frac{0.30 \text{ m}}{\tan 12^\circ} = 1,41 \text{ m} \quad \text{Ec. 5}$$

$$\text{sen } 12^\circ = \frac{0.30 \text{ m}}{y} = \frac{0.30 \text{ m}}{\text{sen } 12^\circ} = 1,44 \text{ m} \quad \text{Ec. 6}$$

**Figura 80**

*Dimensiones rampa antiderrape, obtenidas mediante el Teorema de Pitágoras*



Fuente: Elaboración propia

Según la norma, se determina que, se debe conectar a tierra al menos cada dos pedestales y se lo realizará utilizando cable calibre 8 AWG lo que facultará disipar la electrostática que se genere en los materiales metálicos.

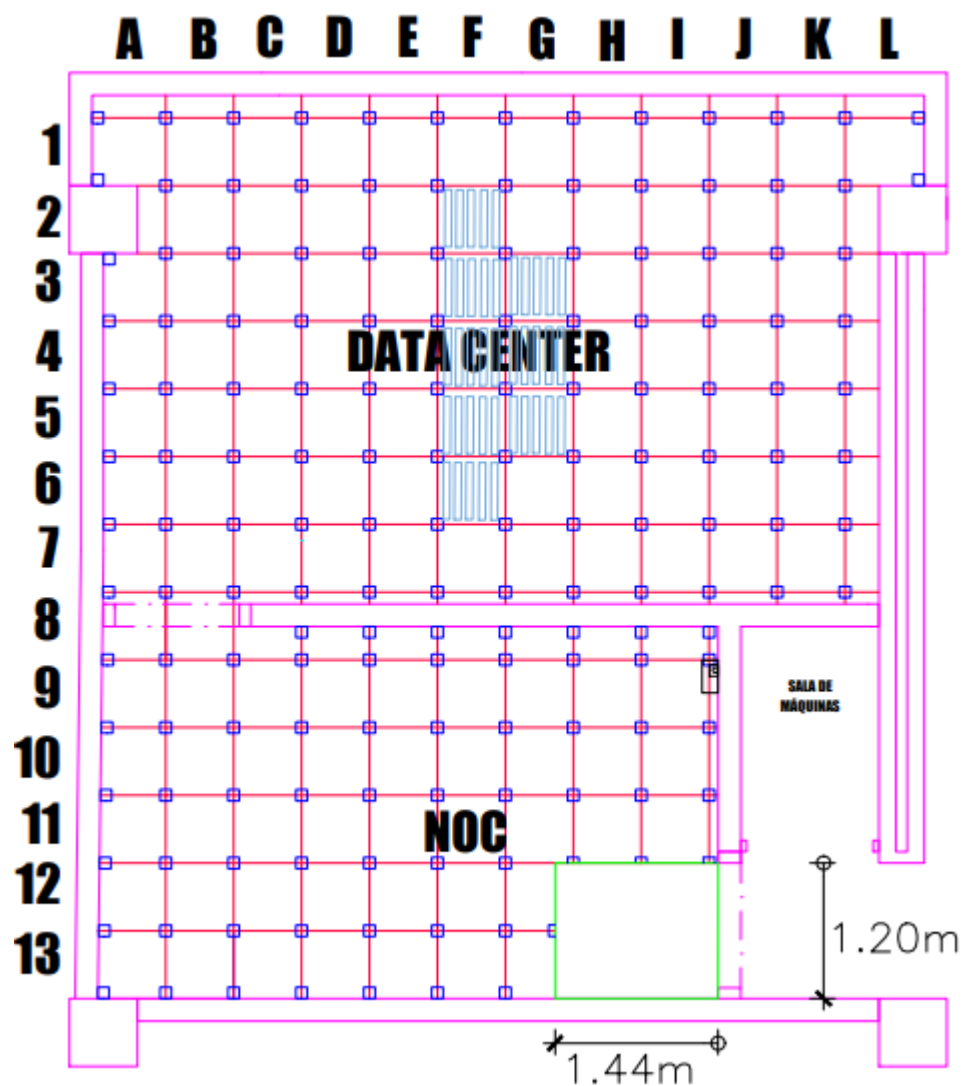
#### **4.2.6 Localización de equipos de TIC**

El lugar destinado para el CPD debe tener uso exclusivo para este fin, debe ser un área independiente y que presente las prestaciones necesarias para escalabilidad a futuro. La norma exige que al interior del CPD solamente se coloquen los equipos correspondientes al funcionamiento de cada uno de los sistemas, por lo que se procede a retirar elementos que puedan producir combustión y que sean ajenos al funcionamiento del CPD.

El CPD requiere contar con la identificación del equipamiento para una fácil localización, en los bordes perimetrales del piso técnico se realiza la cuadrícula de localización, en el eje X se colocan letras que corresponden desde la A - L, en el eje de las Y se coloca una numeración desde el 1 – 12 la ubicación de los ejes se ilustra en la Figura 81.

Figura 81

Cuadrícula para localización de equipos



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.7 Sistemas de iluminación

El Cuarto de Equipos y el NOC contienen equipamiento de comunicaciones, eléctrico, climatización y oficina, por tanto, todo el lugar requiere contar con un área bien iluminada y adecuada para este fin, la norma indica que se debe tener un nivel de iluminación de 450 luxes o mayor, se plantea el diseño del sistema de luminarias utilizando lámparas de rejillas de aluminio



que permiten disipar el calor fácilmente, con arreglos de 3 tubos LED de luz blanca con una potencia de 18W cada uno, las lámparas serán instaladas en el cielo falso, conectadas al sistema eléctrico con voltajes de 110V, los tubos LED tienen dimensiones de 1,20m de largo x 0.026 m de ancho, la rejilla tiene similares medidas que los plafones de cielo falso (LEDEX, 2019) (Ver Figura 82), tomando en consideración las recomendaciones de eficiencia energética que exige la norma se ha determinado que las luces LED por su tecnología y diseño proporcionan una iluminación más eficiente, lo que representa un ahorro del 50 al 60% de energía eléctrica en comparación con las luminarias fluorescentes .

**Figura 82**

*Tubo LED y Rejilla para luminaria*



Fuente: (LEDEX, 2019)

Mediante la Ec. 7 se realiza el cálculo del número de luminarias que se requiere emplazar al interior del CPD y NOC, para lo cual, se utilizará el método de lúmenes de acuerdo a lo que manifiesta (Castilla et al., sf), se debe realizar inicialmente el cálculo de Flujo Luminoso  $\Phi_T$  el cual permite conocer los niveles de iluminación que proporciona un elemento.

$$\Phi_T = \frac{E_m \times A}{Cu \times Cm} \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

**$\Phi_T$ :** Flujo luminoso total

A: Área del cuarto a iluminar dado en  $m^2$

Área CPD = 33,1485  $m^2$  , Área NOC = 18.084  $m^2$

Em: Nivel de iluminación recomendado por la norma **450 luxes**

Cu: Coeficiente de utilización dado por el fabricante **0,25**

Cm: Coeficiente de mantenimiento para un ambiente limpio **0,8**

Posterior a obtener el valor del flujo luminoso, se realiza el cálculo del número de luminarias necesarias para cubrir determinada área, en la Ec. 8 se visualiza este proceso:

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \times \Phi_L} \quad \text{Ec.8}$$

**NL:** Número de luminarias

$\Phi_T$ : Flujo luminoso total

n: Número de lámparas por luminaria, **en este caso 3 tubos LED**

$\Phi_L$ : Flujo luminoso de cada lámpara **dado por el fabricante**

En las Ec. 9 y Ec. 10 se visualiza el cálculo del flujo luminoso y número de luminarias respectivamente, que corresponde al área destinada para del Data Center.

$$\Phi_T = \frac{E_m \times A}{Cu \times Cm} = \frac{450 \text{ Luxes} \times 33,1485 \text{ m}^2}{0,25 \times 0,8} = \mathbf{74584,125} \quad \text{Ec. 9}$$

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \times \Phi_L} = \frac{74584,125}{3 \times 1800} = \mathbf{13,81 \approx 14} \quad \text{Ec. 10}$$

En lo que respecta a los cálculos correspondientes al NOC, se observa en la Ec. 11 el valor del flujo luminoso requerido para esta sección y en la Ecuación 12 se realiza el cálculo del número de luminarias necesarias para cubrir el área del NOC.

$$\Phi_T = \frac{E_m \times A}{Cu \times Cm} = \frac{450 \text{ Luxes} \times 18,084 \text{ m}^2}{0,25 \times 0,8} = \mathbf{40689} \quad \text{Ec. 11}$$

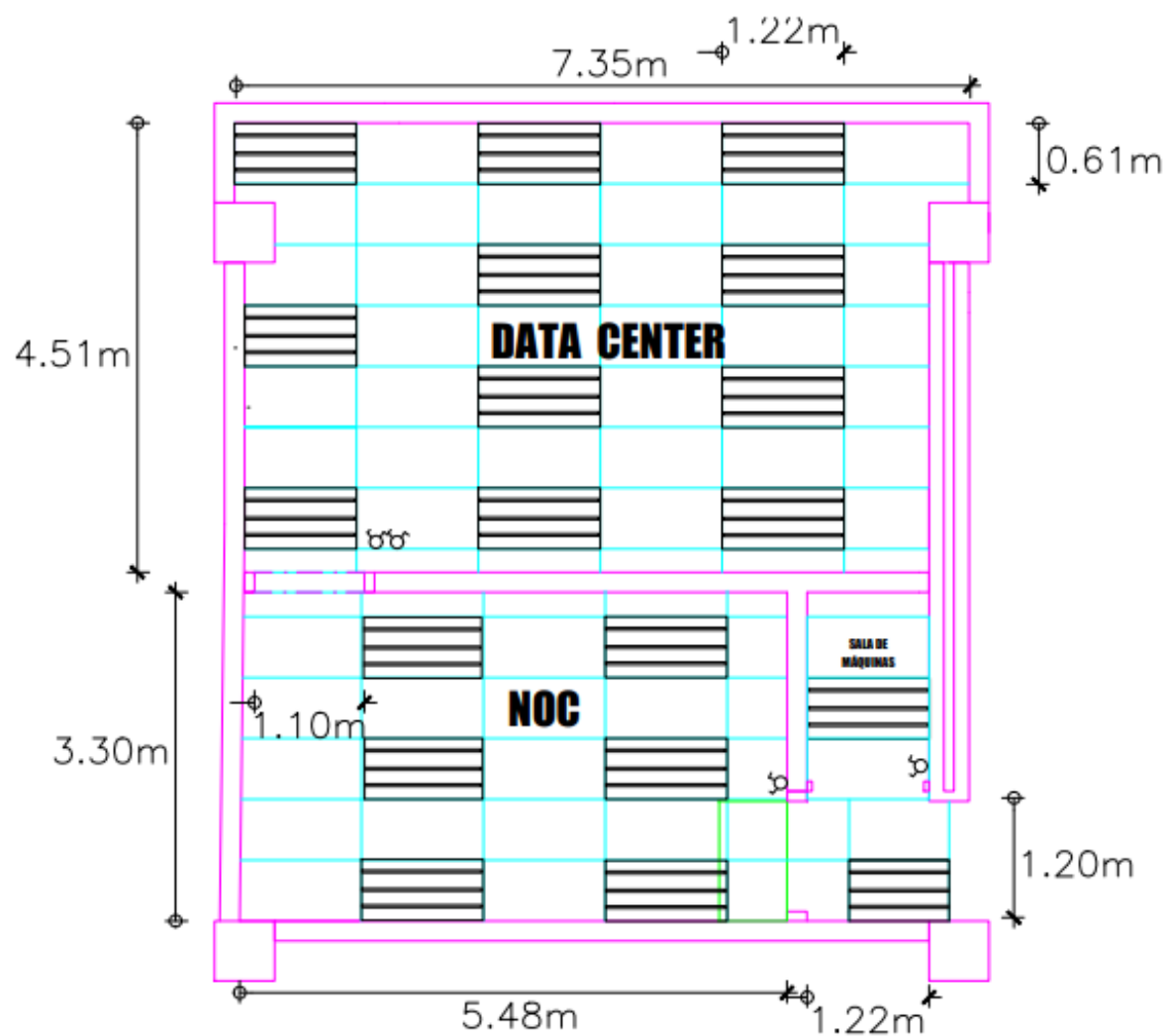
$$NL = \frac{\Phi_T}{n \times \Phi_L} = \frac{40689}{3 \times 1800} = \mathbf{7,535 \approx 7} \quad \text{Ec. 12}$$

De acuerdo a los cálculos realizados se determina que la sección del CPD requiere 14 luminarias, sin embargo, se han colocado la cantidad de 11 luminarias desplazadas en esta zona, la distribución se realizó considerando la geometría de los paneles de cielo falso, debido a que, las lámparas tienen similares dimensiones y se deberán instalar en los espacios asignados en vez de los paneles de cielo falso, en el cuarto del Data Center se instalarán 2 interruptores dobles a los cuales se les asignan 3 y 2 lámparas de acuerdo a la distribución consecutiva de cada fila. Para el NOC se requieren 7 luminarias cada una se forma de un arreglo de 3 tubos LED, la distribución de luminarias en el NOC se ilustra en la Figura 83 y se coloca 1 interruptor doble y 1 sencillo a los cuales les corresponde 3 luminarias a cada uno de las que se encuentran ubicadas

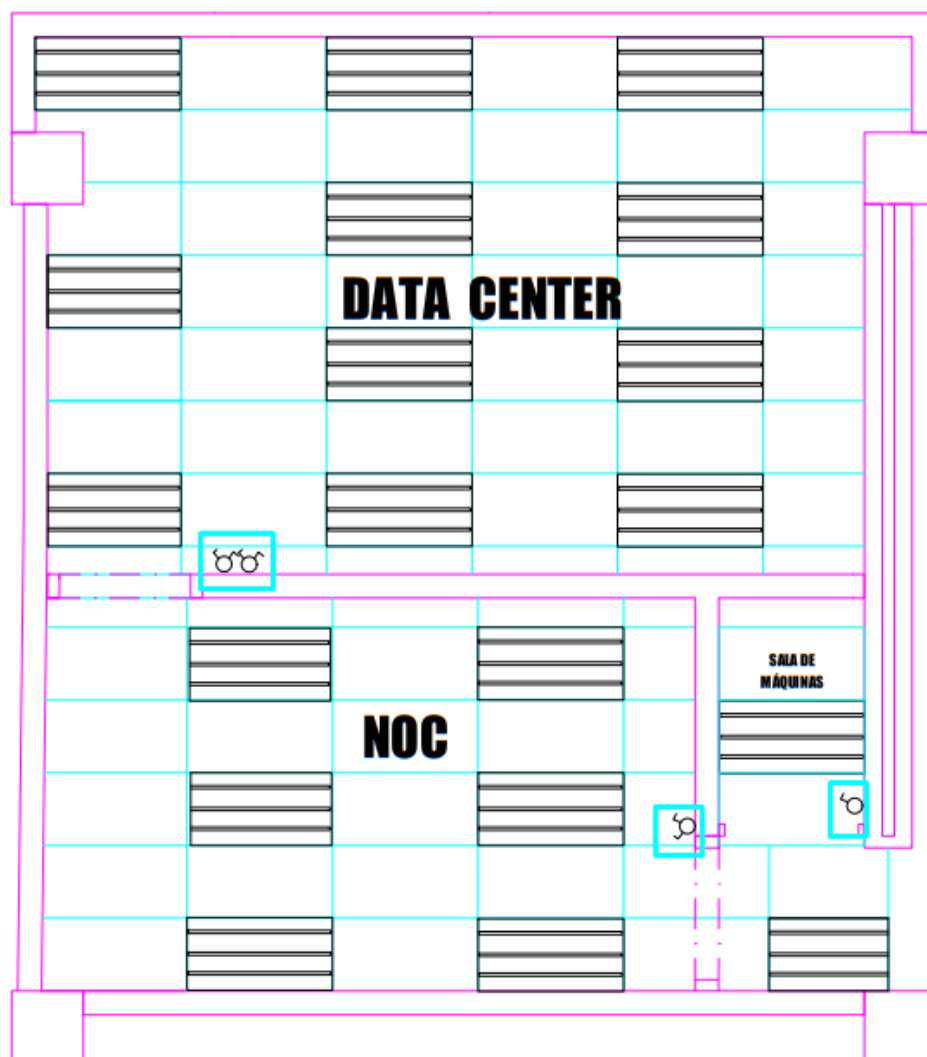
en las filas; la distribución de los interruptores se ha determinado de tal manera que no se sobrecargue uno solo, la ubicación de estos se observa en la Figura 84.

**Figura 83**

*Ubicación de luminarias*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 84***Ubicación de los interruptores*

Fuente: Elaboración propia

### 4.3 Comunicaciones

Según manifiesta la norma (ICREA, 2019), el sistema de comunicaciones es el encargado de procurar el correcto desempeño en la transmisión de información entre los equipos de red, servidores y equipamiento para el almacenamiento de datos, bajo este antecedente, se realiza el diseño considerando que el sistema tendrá una vida operacional de al menos 10 años tanto en

dispositivos como en cableado estructurado, permitiendo de esta manera, una escalabilidad a futuro adaptándose a las nuevas aplicaciones, tecnologías y volumen de crecimiento esperado por la entidad.

#### **4.3.1 Especificaciones del Sistema de Cableado Estructurado**

La estructura de cableado estructurado debe presentar características que permitan garantizar la continuidad en el transporte de datos, por lo que se recomienda no realizar conexiones directas entre equipos que se encuentran ubicados en sitios diferentes para evitar pérdidas o desconexión en la transmisión de información.

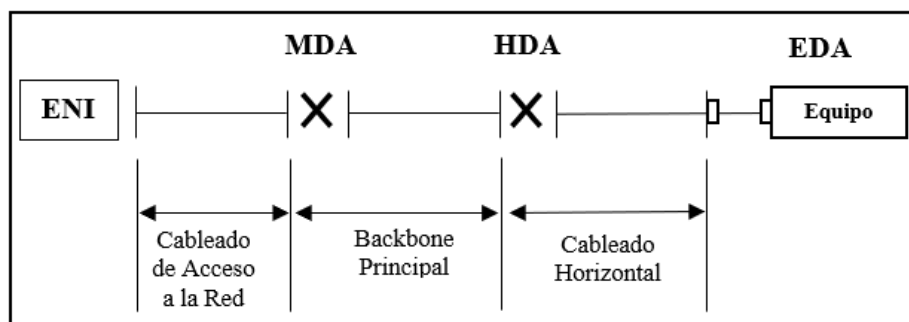
##### **4.3.1.1 Elementos Funcionales y Subsistemas**

Los elementos funcionales y subsistemas se han determinado considerando que la institución maneja una amplia red con robustos dispositivos de comunicación para proporcionar servicios a la comunidad universitaria de alrededor de 5500 usuarios entre estudiantes, docentes y administrativos.

El sistema de cableado estructurado debe considerar los elementos funcionales planteados por la norma ICREA 2019 que se ilustran en la Figura 85 y son los siguientes:

Interfaz de Red Externa (ENI), Área de Distribución Principal (MDA), Área de Distribución Horizontal (HDA) y Área de Distribución de Equipos (EDA).

En lo que respecta al sistema de cableado estructurado, debe disponer de tres subsistemas principales: Cableado de acceso a la red, Backbone principal, Cableado horizontal (ICREA, 2019).

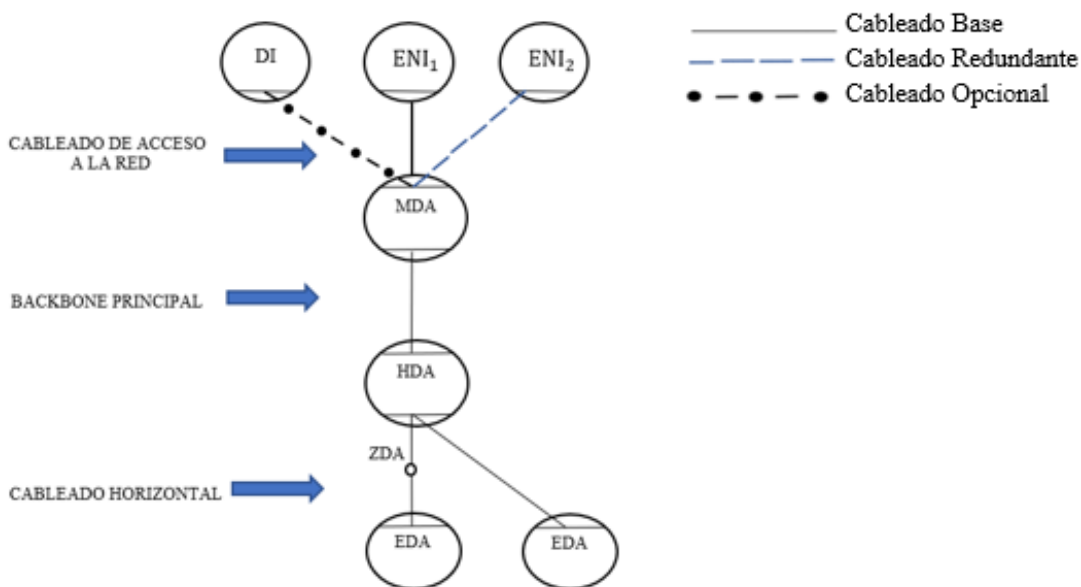
**Figura 85***Diseño de Elementos funcionales y Subsistemas*

Fuente: Elaboración propia

Las áreas contempladas en la Figura 85, deberán ubicarse al interior del CPD estar ubicadas en el interior del CPD, de manera que se facilite la administración, la ubicación de la primera Interfaz de red externa (ENI) se realizará en un lugar exterior al CPD y la segunda podrá colocarse al interior del CPD, siempre y cuando exista un lugar permanente y con acceso controlado independiente, de otra manera se permite que se coloque fuera del CPD.

#### 4.3.1.2 Redundancia

La norma presenta las especificaciones de redundancia que se deberá cumplir para los requerimientos y necesidades que se establece en un Nivel II, la propuesta plantea el diseño del sistema base de cableado estructurado sin redundancia en elementos funcionales y con redundancia en el subsistema de cableado de acceso a la red (ICREA, 2019), de manera que se plantea la obtención del servicio de internet a través de dos proveedores que proporcionen seguridad en caso de falla o pérdida en uno de los enlaces, en la Figura 86 se lustra los requerimientos mencionados anteriormente.

**Figura 86***Redundancia en Elementos Funcionales*

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1.3 Diseño y ubicación de racks de comunicaciones

Debido a la localización de los elementos, se ha determinado utilizar gabinetes para piso y de tipo INDOOR (Figura 87), considerando que, estos serán colocados al interior del CPD, distribuidos en esta zona de manera que se pueda mantener centralizada la información, un cableado ordenado entre equipo y equipo, y que, en caso de requerir realizar mantenimiento o cambios en la red, no se dificulte este proceso.

En la sección 3.2.9.2. se encuentra especificado los dispositivos de red tanto activos y pasivos con los que cuenta en la actualidad la institución, considerando la escalabilidad a futuro de la red y el traslado de gabinetes que se encuentran en los laboratorios de otros edificios al CPD, se plantea la colocación de siete gabinetes, los cuales serán colocados sobre el piso falso del CPD, con el siguiente arreglo, en la primera fila se encuentran tres gabinetes, el primero contiene equipamiento de routing, seguido del gabinete de equipos de switching y la



controladora de Wireless LAN y en el tercer Gabinete se concentrará el equipamiento de UPS rackeables; para la segunda fila colocada, se tiene 4 gabinetes, los gabinetes 4 y 5 serán utilizados para colocar la red de servidores, en cuanto a los gabinetes 6 y 7 se colocarán el equipamiento para la red SAN (Storage Area Network). Los gabinetes de 42U y 45U de rack permiten colocar de manera ordenada el equipamiento actual y además proporcionan holgura para equipos que se instalarán a futuro. Las características que se recomienda en gabinetes para servidores y demás equipamiento de red instalado en el CPD son las siguientes:

- Gabinete de 45U, ancho de 0,80m a 1m, profundidad de 1m a 1,20m.
- Gabinete de 42U, ancho de 0,60m, profundidad de 0,80m.
- Capacidad de carga estática 997 KG y 175 en carga dinámica.
- Cable equipotencial de conexión eléctrica en todas las superficies metálicas expuestas que transportan corriente para protección contra descargas eléctricas.
- Barraje a tierra en barra de cobre de 1/8" x 1/2" disponible para 6 conexiones con capacidad nominal de 85 amperios.
- Gabinete elaborado en acero laminado en frío, con esquinas hexagonales para prevenir deformación en las esquinas por golpes o accidentes durante la instalación del equipamiento, además de ser una estructura soldada con acabados en pintura electrostática, similares características presentan los rieles de montaje ajustables.
- El gabinete para servidores y cableado estructurado debe permitir una extracción del calor generado por los equipos para el intercambio con el aire frío que ingresa desde la puerta frontal del gabinete, aprovechando de esta manera el sistema de ventilación.

- Se recomienda que la puerta frontal y posterior estén divididas en dos hojas, con la finalidad de ahorrar espacio y facilitar la instalación de equipamientos, la puerta será asegurada mediante cerradura.
- Las puertas frontales y posteriores deben contar con micro perforaciones hexagonales del 80% que permitan facilidad en el ingreso y salida del aire.
- El techo del gabinete debe disponer de ranuras habilitantes para la instalación de ventiladores en caso de requerirse.
- Paneles laterales desmontables sujetos mediante una cerradura y adheridos a una columna central soldada para proporcionar mayor firmeza al gabinete.
- Ranuras en el techo para el ingreso de cableado, ubicadas a cada lado de la estructura.
- Paneles inferiores desmontables para permitir el ingreso de cableado provenientes desde la base del gabinete (QUEST, 2019).

**Figura 87***Recomendaciones de gabinete para CPD*

Fuente: (QUEST, 2019)

La organización del cableado se realizará verticalmente de acuerdo con lo que plantea la forma Zero-U (cero unidades de rack), de manera que se optimice al máximo el espacio del gabinete, para tal fin se considera los siguientes elementos:

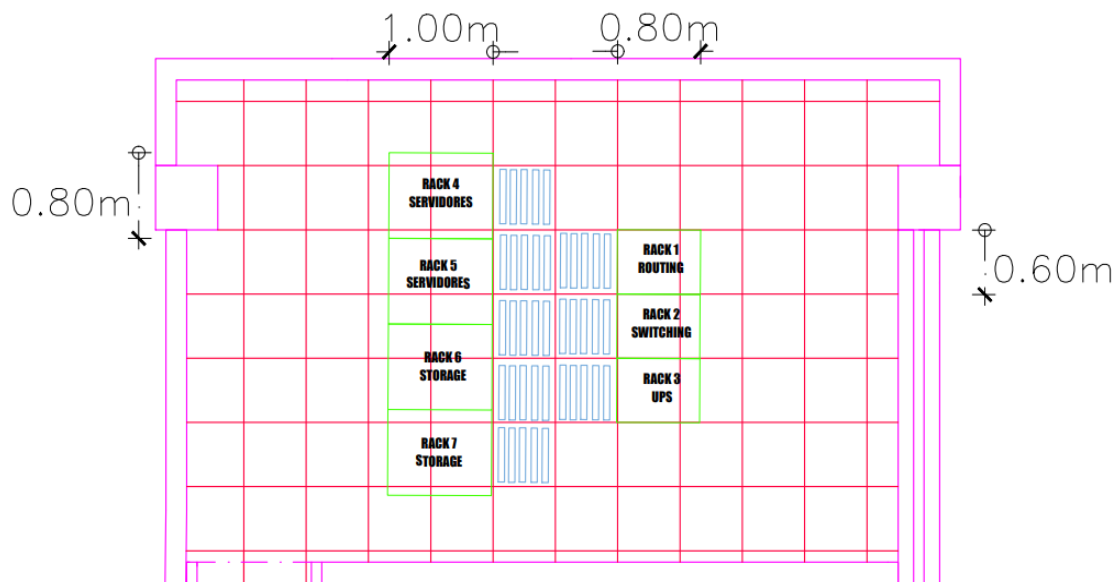
- Espacios dedicados para el cableado como son: el diseño de postes remetidos en las esquinas del gabinete.
- Puntos de acceso del cableado mediante múltiples aberturas del gabinete tanto en la parte superior e inferior que permitirán el enrutamiento y canalización del cableado entre equipos.

- Bandejas verticales instaladas entre gabinetes adyacentes para organización del cableado que se instalarán entre gabinetes adyacentes, de forma que, se asegure y enrute una gran cantidad de cable en el espacio vertical interno.
- Dedos para organizadores de cableado de 4 o 6 pulgadas, es posible colocarse al lado de cada espacio vertical Zero-U para un fácil enrutamiento de cable entre equipos y conexiones entre gabinetes.
- Los canales verticales Zero-U permiten la organización del cableado de manera que, se permita enrutar correctamente y no haya obstrucción de los cables en desuso, permitiendo de esta manera facilitar el mantenimiento del cableado.
- Los organizadores de cable End-Of-Row, se colocan al final de las filas de manera vertical entre los postes de los gabinetes y de los paneles laterales, con la finalidad de proporcionar organización Zero-U (SIEMON, 2019).
- Los organizadores de cable horizontal pueden ocupar 2U, para facilitar el montaje y mantenimiento del cableado el organizador debe contar con cubiertas con bisagra para permitir el acceso a la vía del cable sin necesidad de eliminar la tapa frontal del organizador (PANDUIT, 2020).

La localización de los gabinetes (Ver Figura 88) se ha considerado en base a los requerimientos de climatización, de forma que el sistema que se instale tenga los espacios adecuados para el pasillo de aire frío y de aire caliente, además de la instalación de los elementos de los otros subsistemas.

**Figura 88**

*Distribución de gabinetes sobre el piso falso*



Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1.4 Especificaciones de Cableado Estructurado

La norma especifica que el cableado de par trenzado balanceado deberá ser como mínimo Clase  $E_A$ / Categoría 6<sup>a</sup> o superior (Hasta 500 MHz), para aplicaciones de 10GBASE-T (10 Gigabit Ethernet 100 m), este tipo de cableado se utilizará en lo que respecta al backbone en cada edificio y el cableado horizontal, debido a que son enlaces que no superan 100m. Las recomendaciones de instalación indican que:

- No se debe deformar la geometría del cable, ni ocasionar daños en los conductores, forro y aislantes, además no se debe alterar el radio de trenzado de sus pares.
- No exceder la tensión máxima de jalado que especifica el fabricante.
- No exceder el radio mínimo de curvatura.
- Considerar el mínimo retiro de forro en las terminaciones del cable, evitando tener partes expuestas.

- Se recomienda usar cinturones sujetos cables para organizar el cableado y evitar que se deformen los cables al colocarlos, similar recomendación se plantea para el cableado de fibra óptica.
- El destrenzado máximo que exige la normativa de cableado estructurado es de 13 mm, por lo que no se debe destrenzar o retrenzar el cable más de lo mínimo recomendado.
- La temperatura máxima recomendada para la instalación de cableado varía entre - 20°C y 60°C, además para evitar daños mecánicos en el cableado se debe utilizar canalizaciones adecuadas para transportar los cables, evitando las tensiones excesivas de cableado o radios de curvatura inferiores a los requeridos, similar recomendación para el cableado de fibra óptica.

Los conectores a utilizarse para el cable UTP categoría 6<sup>a</sup> es el conector RJ-45 de ocho posiciones.

El cableado de fibra óptica permitido por la norma ICREA en lo que respecta al nivel II indica que, dependiendo la aplicación y ubicación se debe utilizar fibra multimodo o monomodo, en el caso de la acometida de red, se utilizará fibra multimodo OM4 ya que su distancia desde el poste de distribución hasta la interfaz de red externa no supera los 400m, además en las conexiones de distribución desde el edificio principal a las demás edificaciones serán de fibra Multimodo OM4.

La organización del cableado estructurado de par trenzado balanceado y fibra óptica no debe interferir de ninguna manera con respecto al equipamiento que se encuentre en el gabinete, además los mazos deben contener un máximo de 24 cables. Las recomendaciones para instalación del cableado de fibra óptica indica las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda no exceder la tensión máxima de jalado que especifique el fabricante.
- El radio mínimo de curvatura no debe ser excedido, para lo cual se debe tener en consideración las recomendaciones del fabricante.
- Se sugiere mantener pulcritud en cables, conectores y adaptadores de FO, para evitar polvo u otro elemento que contamine los elementos y afecte su capacidad de transmisión.

En lo que respecta a terminaciones de cables de acceso a la red, cables de distribución principal y de distribución zonal se utilizarán conectores de fibra óptica de tipo LC simplex o dúplex, por otro lado, si las conexiones se consideran de alta densidad se recomienda realizar conexiones con conectores MTP, utilizando módulos de conexión plug and play, de manera que, se optimice el espacio considerado para la realización de estos enlaces.

#### **4.3.1.5 Especificaciones de canalizaciones y espacios**

El sistema de canalizaciones y espacios asignados para transportar el cableado establece parámetros con la finalidad de proporcionar continuidad, seguridad y condiciones óptimas para la instalación de recorridos. En las instalaciones de canalizaciones desde la acometida al Data Center y a los puntos terminales se contempla varias zonas con diferentes requerimientos dependiendo del lugar de ubicación: ductos subterráneos, canalizaciones dentro del cielo falso y al interior de la pared. La norma ICREA establece técnicas y recomendaciones para la instalación de canalizaciones que se detallan a continuación:

- Las instalaciones en canalizaciones deben ser dedicadas únicamente a un sistema en particular, es decir que las canalizaciones que transporten cableado de comunicaciones únicamente serán utilizadas para este fin.

- Para evitar interferencia electromagnética, en el caso de que haya coincidencia entre el cableado de comunicaciones e instalaciones eléctricas, se debe considerar realizar un cruce entre ambos de manera perpendicular (90°).
- Las canalizaciones no se deberán apoyar sobre cimientos que no pertenezcan a la estructura firme de la edificación, es decir no se permite instalaciones sobre el suelo o cielo falso (SOPORTELAN, 2019).
- Las canalizaciones que se realicen deberán ser exclusivamente para soporte de cableado, de ninguna manera se permite sujetarse o caminar sobre esta estructura.
- Para el Nivel II, se especifica que se debe tener una capacidad de llenado para 24 cables de Par Trenzado y además 4 cables de 12 fibras ópticas por cada rack instalado, como mínimo, considerando el espaciado necesario para futuras nuevas instalaciones.
- Las canalizaciones instaladas no deberán superar una capacidad máxima de llenado del 50%, además, se recomienda no exceder una altura máxima de 15 cm.
- Las canalizaciones que se coloquen al interior del techo falso deben instalarse como mínimo a una altura 75mm por encima de la rejilla de soportes del techo falso y 250mm bajo la losa del techo verdadero.
- El radio de curvatura de canalizaciones debe ser el establecido por el fabricante, así como también tener en consideración las recomendaciones emitidas por los fabricantes de cable UTP y Fibra Óptica (ICREA, 2019).
- Se recomienda que el material de construcción de las canalizaciones sea incombustible y no propagador de fuego, sea también anticorrosivo, disponga de

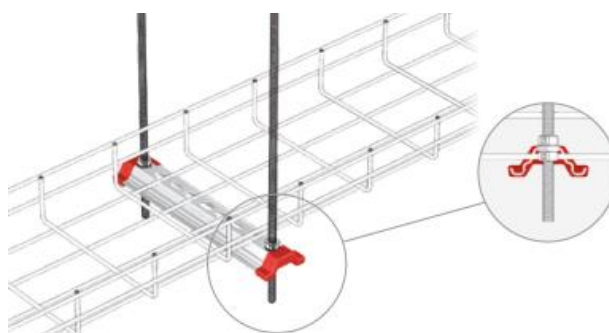


buena resistencia mecánica y proporcione excelente disipación de calor (BASOR, 2018).

- El ambiente atmosférico del CPD presenta altas temperaturas, por lo que se ha determinado utilizar canastillas tipo rejilla para permitir la ventilación en el recorrido de cableado para canalizaciones troncales.
- El material de las canastillas tipo rejilla deberá ser fabricado en acero inoxidable, las dimensiones del elemento deberán tener 0,35m de ancho, 0,15m de altura y 3m de largo.
- La fijación de las canalizaciones a la losa del inmueble se dará mediante soportes reforzados y suspendidos mediante barras roscadas de acero, sujetas a la losa por medio de tacos metálicos de expansión, todos estos elementos deben ser de material anticorrosivo, incluyendo a las placas de unión y fijación entre canalizaciones.
- Para proporcionar mayor seguridad en las instalaciones se recomienda utilizar la separación tradicional de soporte a soporte que corresponde a 1,50m. Las recomendaciones detalladas en los anteriores ítems se pueden visualizar en la Figura 89.

**Figura 89**

*Canalizaciones tipo rejilla para transporte de cableado estructurado*

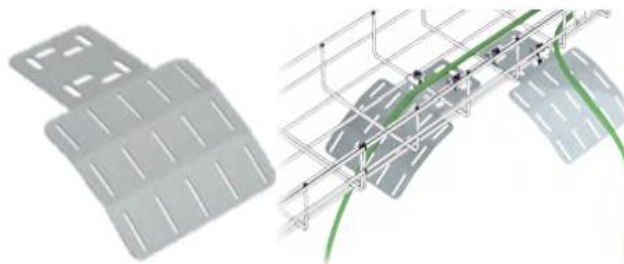


Fuente: (PEMSA, 2018)

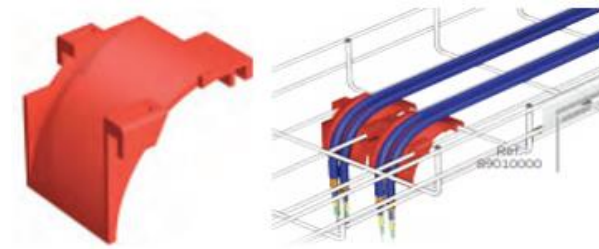
- En el caso de canalizaciones ramales se utilizará Tubo Conduit metálico tipo ligero EMT de pared delgada de una pulgada y media, se permite únicamente hasta dos curvaturas de 90° y está expresamente prohibido realizar segmentos de curvaturas en forma de “U”.
- La capacidad de llenado en la tubería metálica indica que para el ingreso de tres o más cables con una curvatura de 90° en el tubo se permite el 34% de llenado, si son dos curvaturas de 90° se permitirá el 28% de llenado.
- Se recomienda que la guía de jalado instalada en cable Conduit sea de material en cordón de nylon, esto con la finalidad de evitar dañar los cables que atraviesan estos segmentos.
- Para realizar las curvaturas adecuadas y salidas suaves para el cableado, se debe utilizar pasos que no deformen la geometría de estos de manera que, los cables transportados no sufran ningún tipo de daño, por ello se recomienda la salida de cable de datos UTP como se observa en la Figura 90, y la salida de cable de Fibra óptica como se visualiza en la Figura 91, lo cual permitirá proteger el cableado de ambos tipos.

**Figura 90**

*Salidas suaves de cableado de datos UTP*

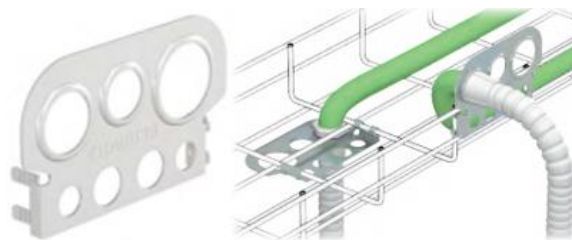


Fuente: (PEMSA, 2020)

**Figura 91***Salidas suaves de Fibra Óptica*

Fuente: (PEMSA, 2020)

En lo que respecta a canalizaciones ramales se deberá utilizar tubo en material de acero (EMT), en la Figura 92, se visualiza salidas ramales que parten desde la infraestructura principal (canalización tipo rejilla) distribuida hacia su punto de destino.

**Figura 92***Salidas de Tubo en acero EMT*

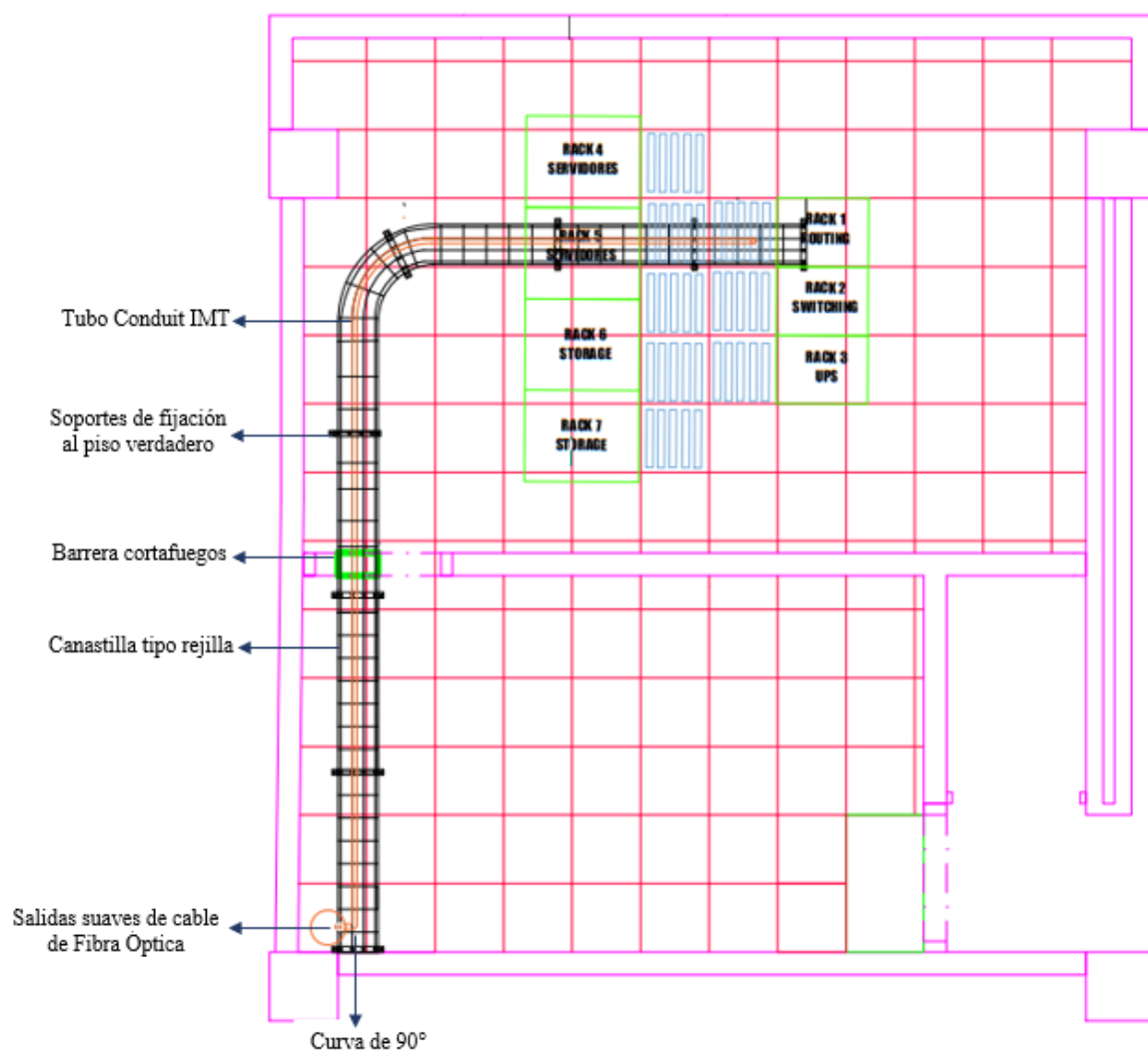
Fuente: (PEMSA, 2020)

- Se recomienda que los pasos o aperturas que se den en el transporte y recorrido de cableado deberán estar sellados con Barrera Contra Fuego que no permita el paso de agentes dañinos como humedad, calor, fuego, humo, gases o agua, hacia el interior o exterior del CPD, de igual manera esta barrera debe impedir el ingreso de animales

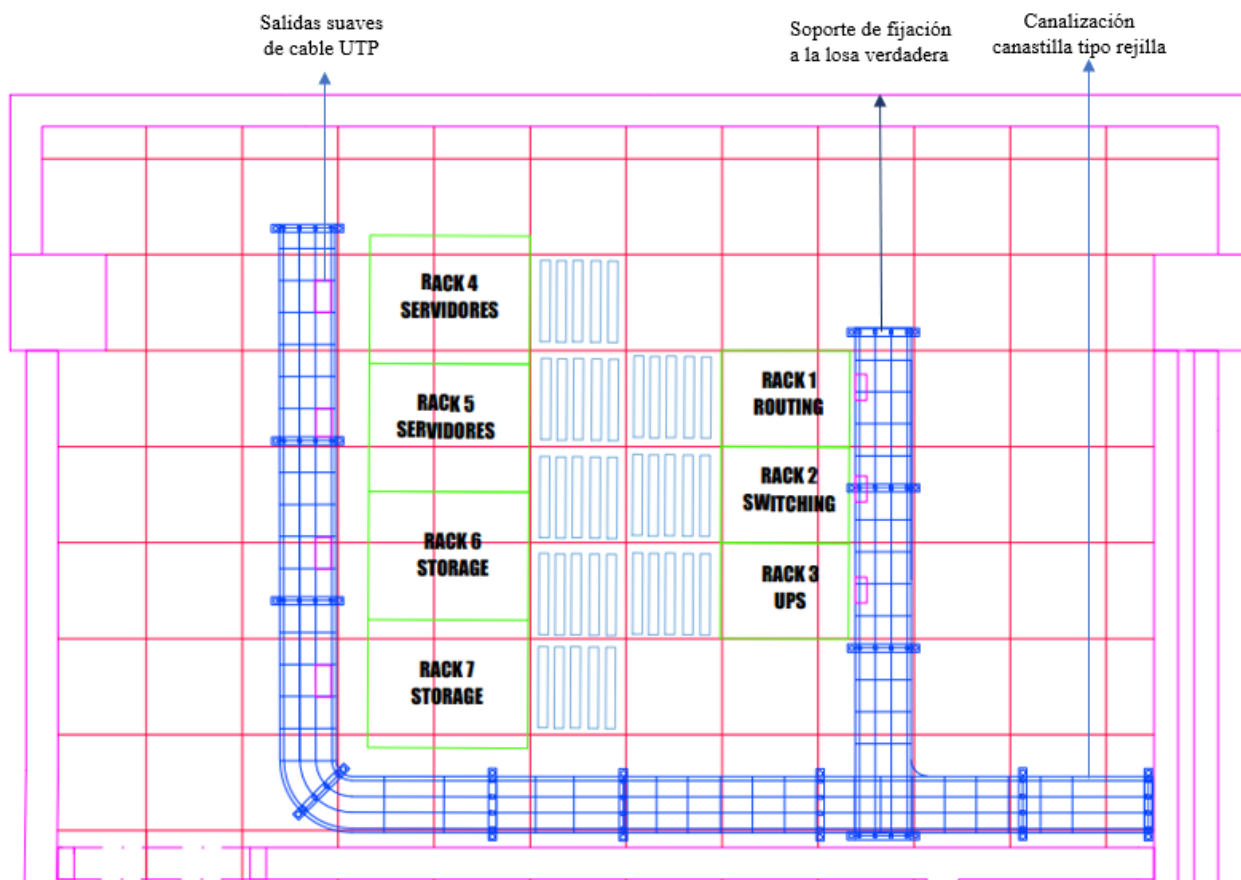
perjudiciales como insectos o roedores que puedan interferir en el funcionamiento de sistema. El material utilizado para sellar debe ser intumescente.

- Se recomienda que todos los elementos metálicos que comprendan sistemas de canalización, elementos, estructuras y componentes que correspondan al sistema de comunicaciones, se conecten al sistema de puesta a tierra, para proteger a la organización de eventos como arco eléctrico, sobrecargas, accidentes atmosféricos, entre otros incidentes.

En la Figura 93 se visualiza el transporte del cableado de fibra óptica a través del interior del piso técnico desde su punto de llegada al edificio, hasta el gabinete de routing a través de la salida suave para fibra óptica. En la Figura 94 se ilustra las canalizaciones que se encuentran al interior del cielo falso que transportan y distribuyen el cableado a los gabinetes a través de las salidas suaves.

**Figura 93***Canalizaciones bajo el piso técnico*

Fuente: Elaboración propia

**Figura 94***Canalizaciones sobre el cielo falso*

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2 Sistema de Administración

El sistema de administración a utilizarse para la identificación de los elementos que conforman el sistema de comunicaciones del CPD se debe realizar de manera metódica a fin de identificar claramente el equipamiento y registrar movimientos o adiciones de nuevos componentes en el Cuarto de Equipos, la información deberá ser almacenada de manera digital en medios electrónicos.

El etiquetado para identificar los componentes y conexiones en cada enlace o elemento de cableado deben ser impresos utilizando una máquina etiquetadora portátil, la impresión de los

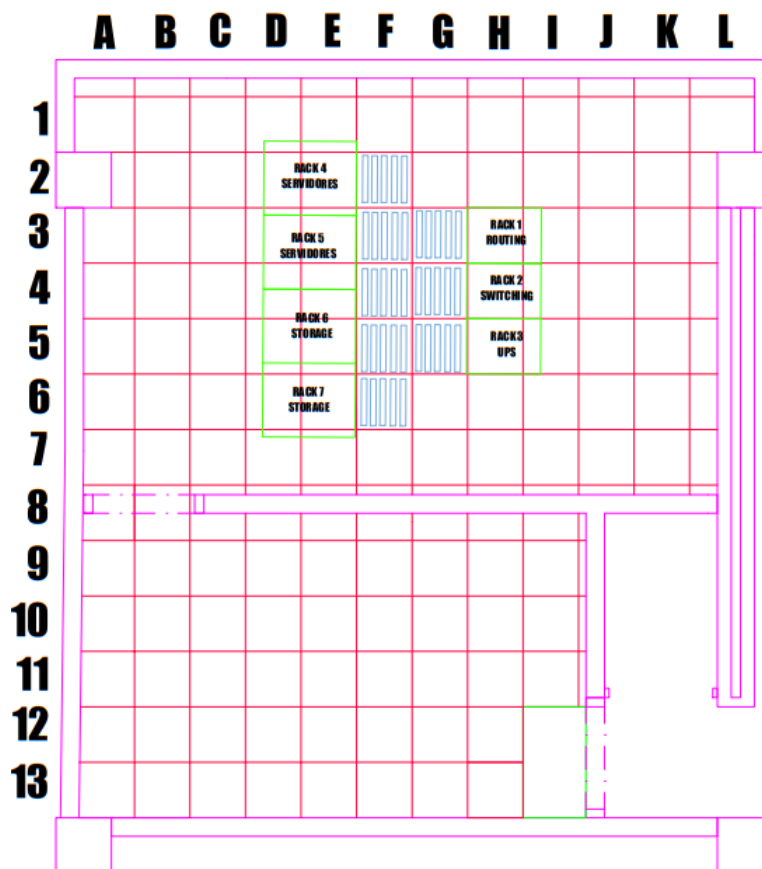
rótulos en el papel será realizada mediante tóner láser, para proporcionar más legibilidad el color de la letra debe ser negro. El papel que se utilice debe ser de color blanco adhesivo de alta adherencia exclusivo para etiquetas, considerando parámetros de durabilidad, resistencia antidesgarro e impermeable, resistente al calor y la humedad.

#### 4.3.2.1 Identificación de gabinetes

Para la identificación de la ubicación gabinetes, se tomará como referencia la cuadrícula realizada en la sección 4.2.6. Las etiquetas de identificación se colocarán en la parte superior e inferior del gabinete y tanto en la parte frontal como posterior, esto con la finalidad de que siempre permanezca legible su identificación (Ver Figura 95).

**Figura 95**

*Localización de Racks sobre el piso técnico*



Fuente: Elaboración propia

Para la localización de los gabinetes se verifica la intersección en el eje X y Y del lugar en donde se encuentra, en caso de que el gabinete ocupe más de un panel de piso falso se tomará como referencia la sección frontal derecha del elemento asentado en el piso. El tamaño de la etiqueta para la identificación de racks y gabinetes es de 7 x 3,5 cm, el tamaño de la letra debe ser de 1,5 cm. En la Tabla 31 a continuación, se visualiza la forma de etiquetado que se colocará en los racks en el CPD, en donde la nomenclatura **DC - RR1 - I3** tienen el siguiente significado: **DC** Data Center **RR1** Rack Routing 1 ubicado en la posición **I3** Columna **I** y Fila **3**.

**Tabla 31**

*Identificación y etiquetado de gabinetes*

<b>UBICACIÓN</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>ETIQUETA</b>
Data Center	Rack Routing 1	DC – RR1 – I3
Data Center	Rack Switching 2	DC – RS2 – I4
Data Center	Rack UPS 3	DC – RU3 – I5
Data Center	Rack Servidores 4	DC – RSE4 – E3
Data Center	Rack Servidores 5	DC – RSE5 – E4
Data Center	Rack Storage 6	DC – RST6 – E5
Data Center	Rack Storage 7	DC – RST7 – E7

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2.2 Identificación de hardware de conexión

La identificación de los elementos que corresponden al hardware de conexión se debe realizar de una manera clara y ordenada, para los Patch Panel la etiqueta debe considerar los siguientes puntos: la identificación debe darse de manera individual con las letras del alfabeto, es decir iniciando desde la A hasta la Z, esto desde la sección superior hacia la parte inferior del



rack. A modo de ejemplo la etiqueta para el primer panel que se coloque en el primer rack ilustrará los siguientes parámetros **DC - RR1-A**.

Identificador del Rack **DC - RR1**, identificador alfabético de la primera posición del Patch Panel **A**. Dado las dimensiones del Patch Panel se recomienda utilizar una etiqueta de dimensiones de 3.5 x 2 cm, el tamaño de letra se recomienda que sea de 1cm.

Por otro lado, el etiquetado de los puertos del Patch Panel deberá ilustrar los siguientes parámetros: **RR1 – A - P10**. Identificador del Rack **RR1**, identificador alfabético del Patch Panel **A**, número del puerto **P10**, se recomienda que el tamaño de la etiqueta sea de 1,5 cm de largo x 1 cm de alto.

Para la identificación del Patch Cord, se debe colocar dos etiquetas, una a cada extremo del cable dentro de los primeros 30 cm de cada terminación para identificar la conexión a la que pertenece. Se recomienda que el tamaño de la etiqueta sea de 3 x 6 cm, la nomenclatura debe contener: el identificador del Rack que proviene, identificador alfabético del Patch Panel origen, número de puerto origen / identificador del Rack de llegada, identificador alfabético del Patch Panel de destino y el número de puerto de destino, estas consideraciones se recomiendan para la sección en el extremo cercano del Patch Cord, los parámetros indicados se recomiendan a colocar en la sección del extremo lejano del Patch Cord en sentido inverso. Debido a que la etiqueta se enrolla en el cable se recomienda repetir la leyenda en la etiqueta al menos tres veces para facilitar la visualización de la información. La etiqueta tendrá la forma que se ilustra en la Figura 96.

**Figura 96***Ejemplo de etiqueta para patch cord*

Fuente: Elaboración propia

DC - RR1 – A – P28/ DC - RS2 – E – P15	DC - RS2 – E – P15/ DC - RR1 – A – P28
DC - RR1 – A – P28/ DC - RS2 – E – P15	DC - RS2 – E – P15/ DC - RR1 – A – P28
DC - RR1 – A – P28/ DC - RS2 – E – P15	DC - RS2 – E – P15/ DC - RR1 – A – P28

En lo que respecta a la identificación de canalizaciones, es necesario verificar correctamente los recorridos que corresponden al sistema eléctrico y al de cableado de comunicaciones. El cableado de comunicaciones será transportado mediante canalizaciones tipo rejilla, por lo que se recomienda colocar una etiqueta con la leyenda “COMUNICACIONES” a lo largo del recorrido la canalización cada 3 m (LCWIKI, 2017).

La información constatada en los párrafos anteriores debe documentarse y registrarse de manera ordenada en archivos digitales, además se deberá llevar una guía de registro que incluye hojas de especificaciones de los elementos del sistema de comunicaciones, así como también las recomendaciones de los fabricantes para la instalación de todo el sistema de cableado estructurado y su guía de operación de mantenimiento.

Se recomienda también que al término de la instalación se entregue planos completos de la distribución y el acomodo realizado en lo que corresponde a equipamiento, sistema de cableado estructurado, canalizaciones, cortes verticales realizados, capacidad de llenado de las canalizaciones, el número y medida de cables instalados.

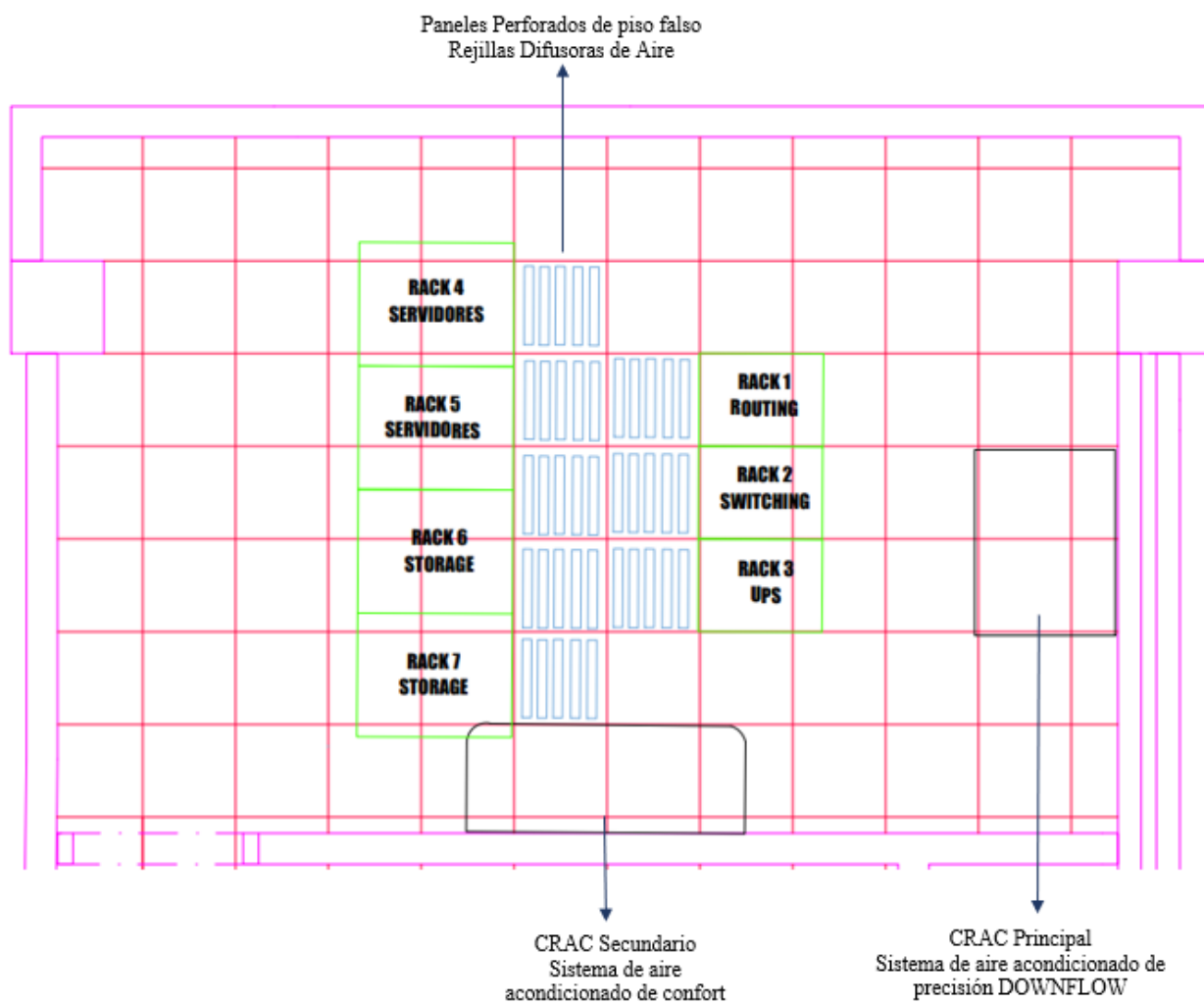
#### **4.4 Climatización**

La finalidad del sistema de climatización es proporcionar al CPD las condiciones adecuadas en los niveles de enfriamiento y humedad, debido a que en el interior del Cuarto de Equipos se generan grandes cantidades de calor, humedad y partículas de polvo que deben ser disipadas para precautelar el correcto funcionamiento de los equipos TIC que se encuentran en la zona.

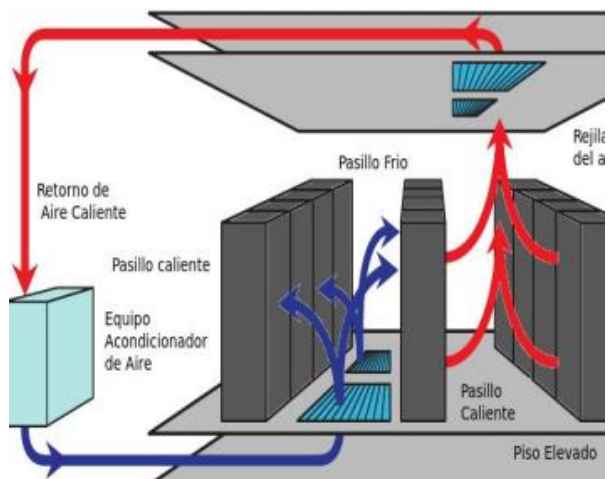
El nivel II de la norma ICREA Std-131 2019 plantea contar con bases de redundancia en los siguientes aspectos:

- Capacidad de enfriamiento con redundancia  $N + 1$
- Equipo de climatización con redundancia  $N + 1$
- Destinar un área dedicada a la colocación del sistema de climatización, utilizando exclusivamente equipamiento para CPD
- Circuitos hidráulicos sin redundancia en sistemas de agua helada
- Alimentación eléctrica a equipos de climatización y enfriamiento en SVA
- Climatización en zona de UPS deberá cumplir con lo mencionado en los dos primeros puntos.

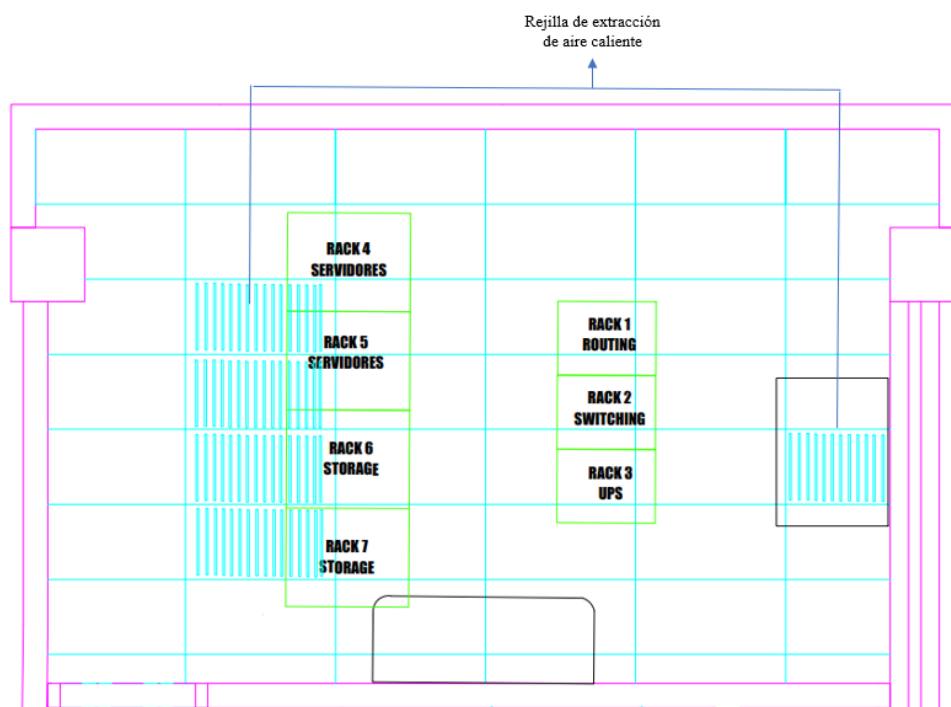
Basado en estos antecedentes, se debe realizar la instalación de dos sistemas CRAC (Computer Room Air Conditioning) detallando su ubicación en el plano diseñado en AutoCAD en la Figura 97, los parámetros técnicos de los componentes del sistema de climatización se detallan el ítem siguiente.

**Figura 97***Ubicación de equipos de climatización*

Fuente: Elaboración propia

**Figura 98***Identificación de pasillo frío y caliente*

Fuente: (Del Brocco et al., 2016)

**Figura 99***Paneles de cielo falso perforados para extracción de aire caliente*

Fuente: Elaboración propia

- Utilizar un sistema de Aire Acondicionado de Precisión Perimetral de Tipo Downflow con sistema de enfriamiento de expansión directa para el sistema principal.
- El sistema secundario de Climatización debe contemplar similares características que el principal, sin embargo, por razones de optimización de recursos se utilizará el mismo sistema de confort tipo techo que se encuentra colocado actualmente.
- Para el correcto funcionamiento del sistema se deberá dejar un espacio de al menos dos paneles cerrados desde el CRAC hasta la ubicación de los gabinetes para evitar que se mezcle el aire frío con el caliente.
- Ubicar el pasillo de aire caliente en la parte posterior de los gabinetes y el pasillo de aire frío en la parte frontal Figura 98.
- Colocar paneles de rejilla de piso falso en la parte frontal de los gabinetes para la circulación del aire frío.
- Se recomienda colocar paneles perforados de cielo falso en la parte posterior de los gabinetes en lo que respecta a la segunda fila para absorber el aire caliente, debido a que cuando el aire realiza el retorno hacia el equipo de climatización, podría mezclarse el aire y volverse tibio.
- Cerrar herméticamente el piso falso de manera que, el aire frío que circula en su interior no se expanda por lugares no adecuados y solamente emerja por los orificios de las rejillas.
- Para el ingreso del cableado que proviene desde el piso técnico y cielo falso, se deberá utilizar pasacables adecuados de manera que no se fugue ninguna corriente de aire y se proporcione el correcto funcionamiento del sistema de climatización.

- El aire frío será transportado desde el CRAC por debajo del piso técnico, hasta llegar a la parte frontal de los gabinetes y elevarse por los orificios de las rejillas de piso técnico (pasillo frío), una vez que el aire atraviese el equipamiento TIC y UPS, el aire caliente se eleva hasta llegar a las rejillas extractoras de aire caliente que se encuentran en el cielo falso (Figura 99) y traslada este aire hasta el equipo CRAC y se renueva el ciclo.

Según (Brito, 2011), La capacidad del sistema de Aire Acondicionado de precisión se mide mediante las unidades de BTU y se calcula con la fórmula planteada en la Ec. 13:

$$C = (230 * V) + (\#PyE * 476) = (230 * 92,54) + (60 * 476) \quad \text{Ec.13}$$

$$= 49844.2 \text{ BTU}$$

Donde,

230: Es el factor que ha sido calculado para Latino América con una temperatura de 40°.

C: Valor indicado en BTU/hm<sup>3</sup>.

V: Cálculo del volumen del espacio en donde se instalará el sistema de climatización.

#PyE: Representa el número de personas que se frecuentan el lugar más el número de equipos instalados.

476: Corresponde al factor de ganancia y pérdida que aporta cada persona o equipo, valor dado en BTU/h.

Según los cálculos realizados, para cubrir el área del CPD, se requieren

49844.2 BTU → 50000 BTU, con esta capacidad en unidades de BTU es posible garantizar el enfriamiento a los equipos instalados. De acuerdo a lo que plantea (Mac, 2019), el valor de la

capacidad de climatización dado en KW se determina mediante el factor que se visualiza en la Ec. 14:

$$\begin{aligned} \text{Transformación de BTU a Kw} &= 49844,2 \text{ BTU} \times 0,293 \\ &= 14604,3506 \text{ W} \rightarrow 15 \text{ KW} \end{aligned}$$

Ec. 14

El aire acondicionado de precisión Down Flow (Ver Figura 100), presenta las siguientes características:

- Construcción en marco de acero y recubierto con epoxi en polvo.
- En la parte frontal se encuentra el sistema de control por microprocesador con pantalla LCD para verificar el funcionamiento del equipo.
- Dispone de un ventilador centrífugo AC.
- Dispone de una bandeja de aluminio para desagüe de agua, depósito de líquido completo con accesorios, fugas, sensor de detección y tanque de refrigerante.
- El refrigerante utilizado es ecológico R407C amigable con el medio ambiente.
- Dispone de un humidificador autónomo tipo caldera de electrodo sumergido con control de nivel de agua y funciones de drenaje automático.

Protecciones eléctricas independientes para: compresor, ventilador, motor, calentador, y humidificador

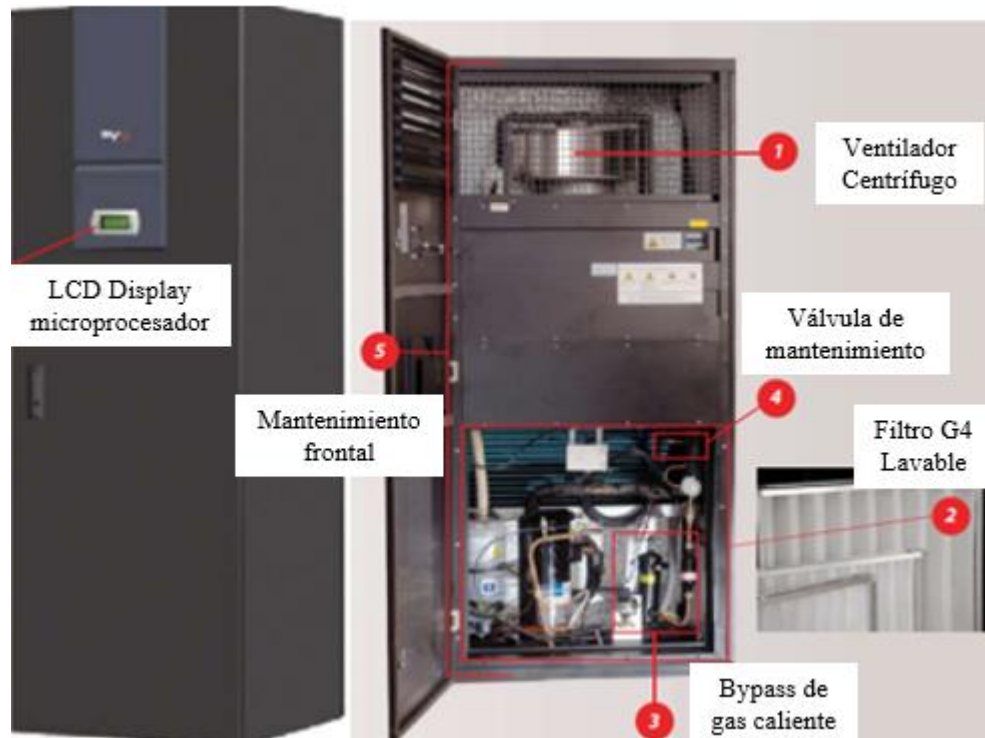
- Compresor Scroll hermético equipado con: protector eléctrico, protector de fase, silenciador de escape y calentador del tanque de aceite
- Filtro plegado con almohadilla de fibra G4 lavable.
- Bypass de gas caliente
- Voltaje de operación 208 - 230V, 60Hz



- Múltiples protocolos de comunicación para monitoreo remoto, como: SNMP (interfaz web), Modbus y BACnet (FIRMESA, 2016).

**Figura 100**

*Unidad Interna - Equipo de climatización DOWNFLOW*



Fuente: (FIRMESA, 2016)

Las características de la unidad exterior (Figura 101) se presentan en los siguientes ítems:

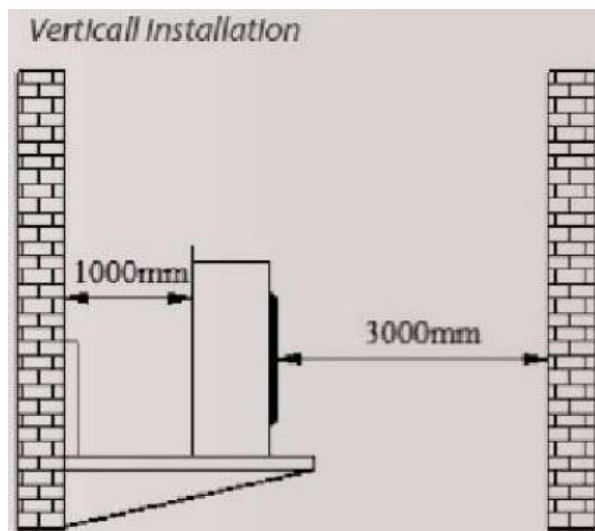
**Figura 101**

*Unidad Externa - Equipo condensador*



Fuente: (FIRMESA, 2016)

- El equipo condensador remoto de aluminio enfriado por aire con ventilador axial.
- Construido en material aluminio resistente a la corrosión.
- El control de la velocidad del ventilador se realiza de forma continua mediante un microprocesador que va de acuerdo con la presión de descarga del compresor.
- Las válvulas de servicio se encuentran al aire libre.
- La instalación de la unidad externa puede realizarse de manera horizontal o vertical, por consideraciones de espacio se deberá realizar de manera vertical como se observa en la Figura 102.
- El funcionamiento del motor del ventilador no emite ruidos muy fuertes, además de proporcionar un ahorro de energía y arranque a baja temperatura.

**Figura 102***Instalación vertical de Unidad Exterior*

Fuente: (FIRMESA, 2016)

## 4.5 Instalaciones de Seguridad

El objetivo de esta sección es proporcionar al CPD un ambiente que, mediante la aplicación de las especificaciones técnicas, garantice la seguridad e integridad para el equipamiento que se encuentra al interior del Cuarto de Equipos, la información y el personal que presta sus servicios en esta zona.

### 4.5.1 Control de Acceso

El nivel II de la norma ICREA establece que es posible utilizar controles de acceso manuales, de manera que se permita registrar el ingreso y salida de personal; el área destinada al CPD debe contar con seguridad alta. Se ha determinado el control de acceso mediante tres filtros de seguridad como se indica a continuación:

- El ingreso al establecimiento se realiza mediante el registro en la puerta principal por parte del personal de seguridad.
- Puerta de seguridad de ingreso hacia el NOC con su respectivo control de acceso.

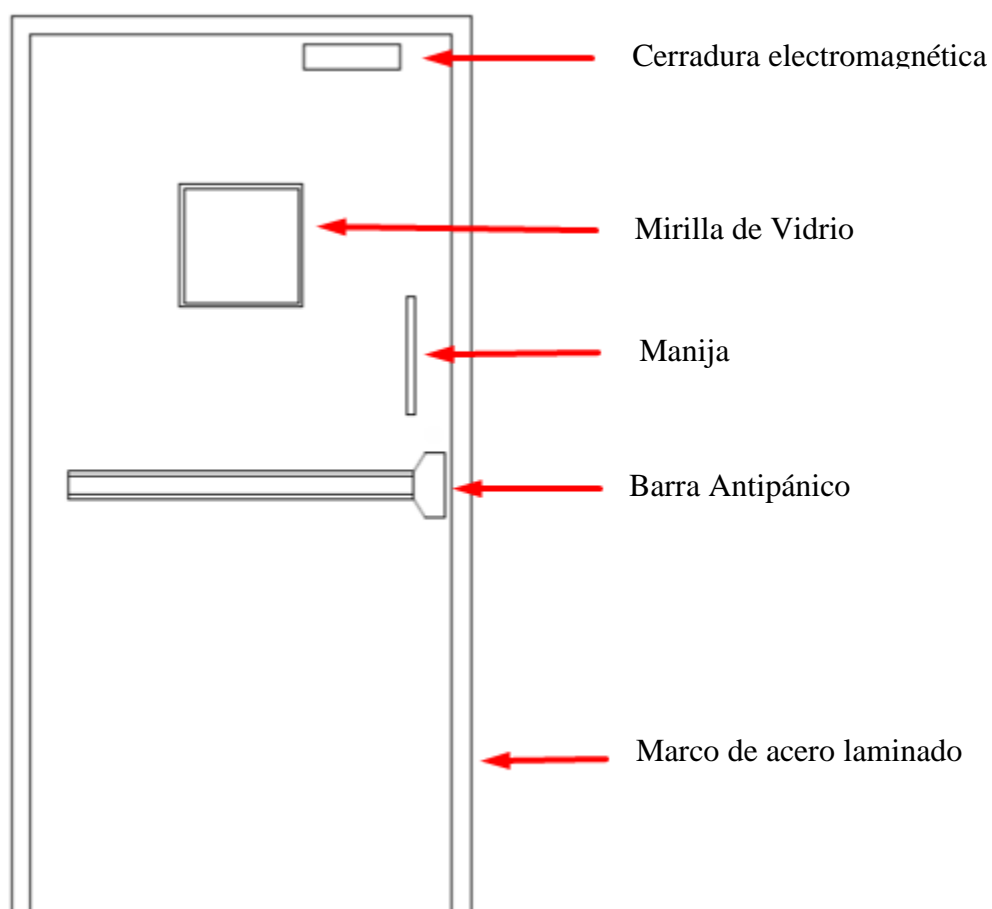
- Puerta de seguridad de ingreso al Data Center con su respectivo control de acceso biométrico

#### 4.5.1.1 Puerta de seguridad

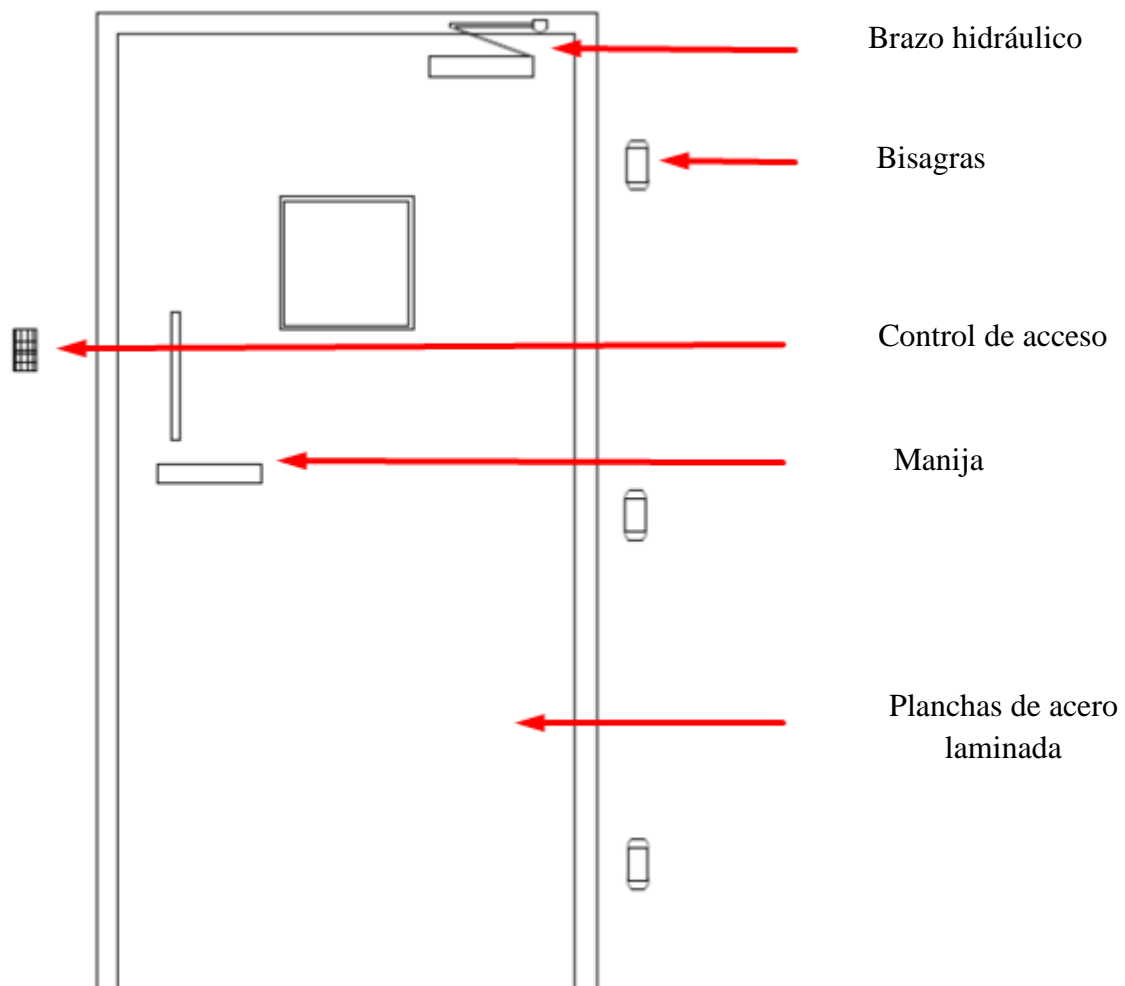
Se coloca dos puertas de seguridad, la primera en el ingreso hacia el NOC, esta se ubica en el piso verdadero, la segunda se colocará en el ingreso hacia el Data Center sobre el piso falso, ambas deben abrir hacia afuera, su ubicación se observa en la Figura 74. Los parámetros técnicos se detallan en los puntos a continuación:

- Las dimensiones de cada puerta deben tener 1,10m de ancho x 2,30m de largo como mínimo, estas dimensiones son requeridas para puertas de una sola hoja.
- Las puertas deben estar compuestas por dos planchas de acero laminadas al caliente, la exterior de 3mm y la interior de 2mm.
- El material de los largueros y cabezal del marco deben ser de acero laminado al caliente de 2mm doblado y soldado en las esquinas.
- La juntura entre el marco y la puerta debe permitir un sellamiento hermético entre ambos.
- La puerta de seguridad se sujeta mediante 2 bisagras verdaderas en eje de transmisión redondo y montadas sobre espigas de acero fabricadas para disponer de alta capacidad de soporte de peso y fricción, la tercera bisagra se denomina como falsa y deberá permitir el paso de los cables para accionar la cerradura electromagnética.
- Las bisagras se protegen con pestillos fijos en eje de transmisión en caso de atentado de retiro contra las bisagras.
- El material de construcción de las puertas debe permitir protección retardante al fuego de F60 con exposición a 450°F, compuesta por fibrolit más lana de vidrio de 2.54m.

- Brazo hidráulico para puerta debe ser fabricado en acero, resistencia de 40 a 80Kg, apertura de 160°.
- Barra antipánico construida de material en aluminio, acción horizontal, resistencia de 3 horas en exposición al fuego, permitirá que con una ligera presión se libere la cerradura electromagnética y por ende se abra la puerta de seguridad.
- Mirilla de vidrio templado con marco de acero laminado en frío, resistencia al fuego de F60 y protección balística, con dimensiones de 0,30m x 0,30m, su construcción se observa en las Figuras 103 y 104.
- Se debe colocar señalización de SALIDA solamente en el interior del Data center, sobre el marco de la puerta, se recomienda que tenga componentes de iluminación LED, la tensión del elemento es de 3,6V, en caso de emergencia debe disponer de baterías que permita autonomía de 2 horas, el tiempo de carga es de 15 horas (Ver Figura 105).

**Figura 103***Vista interior puerta de seguridad*

Fuente: Elaboración propia

**Figura 104***Vista Exterior puerta de seguridad*

Fuente: Elaboración propia

**Figura 105**

*Señalización de salida sobre el marco de la puerta*



Fuente: (COSMEL, 2011)

#### 4.5.1.2 Sistema de control de acceso

El sistema de cerradura con cintas electromagnéticas se activarán mediante un control de acceso autónomo, según especificaciones técnicas, para forzar la cerradura se debería utilizar una fuerza mayor a 280 Kg, esta, funciona con energía eléctrica es decir, que cuando haya ausencia energética la cerradura se libera, los elementos de la cerradura son: electroimán, el cual se coloca montado en el bastidor y la placa de la cerradura que es ubica sobre la puerta, (Ver Figuras 85 y 86) deberá contar con los siguientes parámetros:

- Capacidad de carga 280kg
- Voltaje 12V DC / 24V DC
- Consumo de energía de 480 mA / 240 mA
- Indicación LED
- Dimensiones Cerradura Electromagnética: 0.25m x 0.047m x 0.027m
- Dimensiones Placa de metal: 0.181m x 0.038m x 0.012m



El control de acceso tiene la finalidad de registrar el ingreso y salida del personal, basado en este antecedente, se ha determinado que el acceso de ingreso al NOC se realiza utilizando un teclado numérico mediante el cual es posible colocar un pin o usar una tarjeta de proximidad, éste se colocará al costado de una de las paredes a la que se ha adherido la puerta, las especificaciones técnicas para este sistema son las siguientes:

- Consumo en reposo: menos a 60 mA
- Fuente de alimentación: 12V DC
- Dimensiones: 8.4cm de alto x 5,2 cm de ancho y 2 cm de profundidad
- Capacidad de almacenar hasta 1000 PIN o tarjetas RFID

El acceso al Data Center requiere un nivel de seguridad riguroso que proporcione autenticación y registro de datos para el personal autorizado, por lo que se recomienda la instalación de un sistema de control de acceso Biométrico, el cual se ubica junto a la pared de la puerta de ingreso al CPD, este sistema debe proporcionar las siguientes características:

- Control de acceso con huella dactilar, tarjeta de proximidad o contraseña
- Registro de eventos
- Registro y almacenamiento de huellas dactilares de manera autónoma
- Registro máximo de 3000 huellas dactilares y 100000 registros de eventos.
- Generación de reportes y exportación de datos.
- Específico para aplicación en interiores
- Función de alarma contra ataques.
- Dispositivo conectado a la red LAN para gestión de su administración
- Administración remota a través de Internet
- Alimentación de 12V DC

- Consumo de 2ª
- Temperatura de operación: -10°C hasta 55°C
- Dimensiones 20,5cm x 7,65cm x 3,7 cm

#### **4.5.2 Sistema de Detección de Fuego**

El sistema de detección de fuego permite realizar una gestión temprana ante incidentes que puedan ocasionarse, previniendo de esta manera desastres en el área protegida. La norma establece contar con dos componentes para cumplir con esta función, el primero es el subsistema de detección temprana de humo mediante aspiración y el segundo elemento es el subsistema de extinción automática mediante la expulsión de un agente limpio. El CPD debe presentar determinadas características que proporcionen efectividad al funcionamiento de los subsistemas contra incendios, los criterios de diseño necesarios se encuentran detallados en la sección 4.2. de este documento.

##### **4.5.2.1 Subsistema de detección de incendio**

La norma (ICREA, 2019) recomienda utilizar un sistema de detección temprana de humo por aspiración, este sistema permite identificar rápidamente un posible conato de incendio, de manera que, el personal encargado de monitorear esta sección disponga de una mayor cantidad de tiempo para tomar acciones oportunas y así, se pueda evitar que la estructura o equipamiento sean perjudicados con grandes daños.

El sistema de detección de humo por aspiración utiliza un potente ventilador, el cual permite extraer el aire que se encuentra en la zona protegida y lo transporta hasta la cámara de detección de humo ubicada en la red de tuberías, el sistema básicamente se encarga de buscar si hay algún indicio de humo en el ambiente, en lugar de esperar hasta que el humo alcance la altura necesaria para ser detectado como sucede en el caso de otros tipos de detectores.

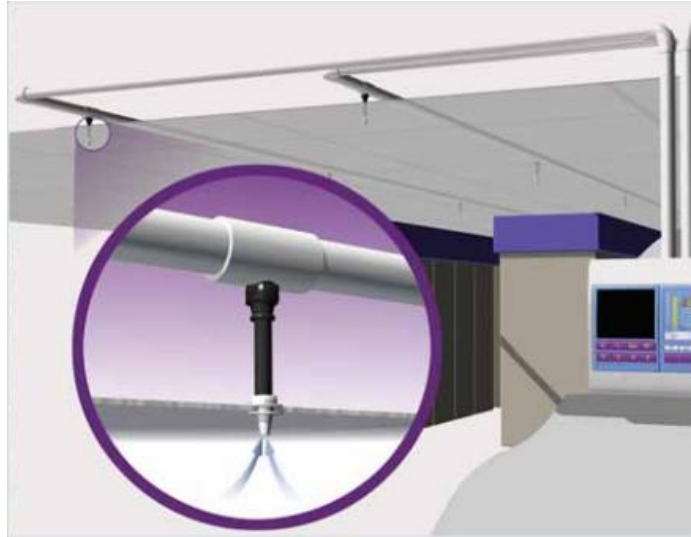
De acuerdo a un informe realizado por (RNDS, s.f.) manifiesta que, la muestra de humo receptada se compara con diferentes umbrales de humo para determinar si se trata de un posible conato de incendio. El sistema permite detectar minúsculas partículas que se desprenden cuando un equipo presenta sobrecalentamiento. Los componentes del sistema de detección temprana de humo por aspiración son los siguientes:

- Cámaras capilares y puntos de aspiración para receptar las muestras de humo, se distribuyen a través de la tubería en las tres secciones a protegerse (Sección interna de cielo falso, piso falso y plenum CPD), en la Figura 106, se observa la ubicación de los capilares en la tubería instalada.
- Accesorios de unión como son codos, adaptadores, acoples para unir la tubería que transporta la muestra de humo.
- Filtros de aire para detener que el polvo no ingrese al detector de humo.
- Un punto de prueba para constatar que el sistema funcione desde el inicio de la tubería hasta el final de esta.
- Los puntos de prueba y aspiración deben etiquetarse indicando su funcionalidad, además se debe colocar la respectiva identificación en la tubería.
- Fuente de alimentación de 24V DC, con 24 horas de respaldo de baterías.
- Consumo de corriente de 270 mA.
- La temperatura de operación del detector va desde -10° a 55°C.
- Grado de humedad 0 - 90% sin condensación (SAFE, 2021).
- Tubería de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, construcción en material CPVC resistente al Fuego color rojo, etiqueta con la leyenda “TUBO DE MUESTREO DE DETECCION – NO TOCAR” (BIGCOM, 2021).

- El área del Data Center a proteger es de  $32 \text{ m}^2$ . Se sugiere que el sistema electrónico de control de acceso este conectado al sistema de detección, para que, en caso de alertarse un conato de incendio todas las puertas deben liberarse automáticamente.

**Figura 106**

*Capilares de aspiración de humo ubicados en la tubería*

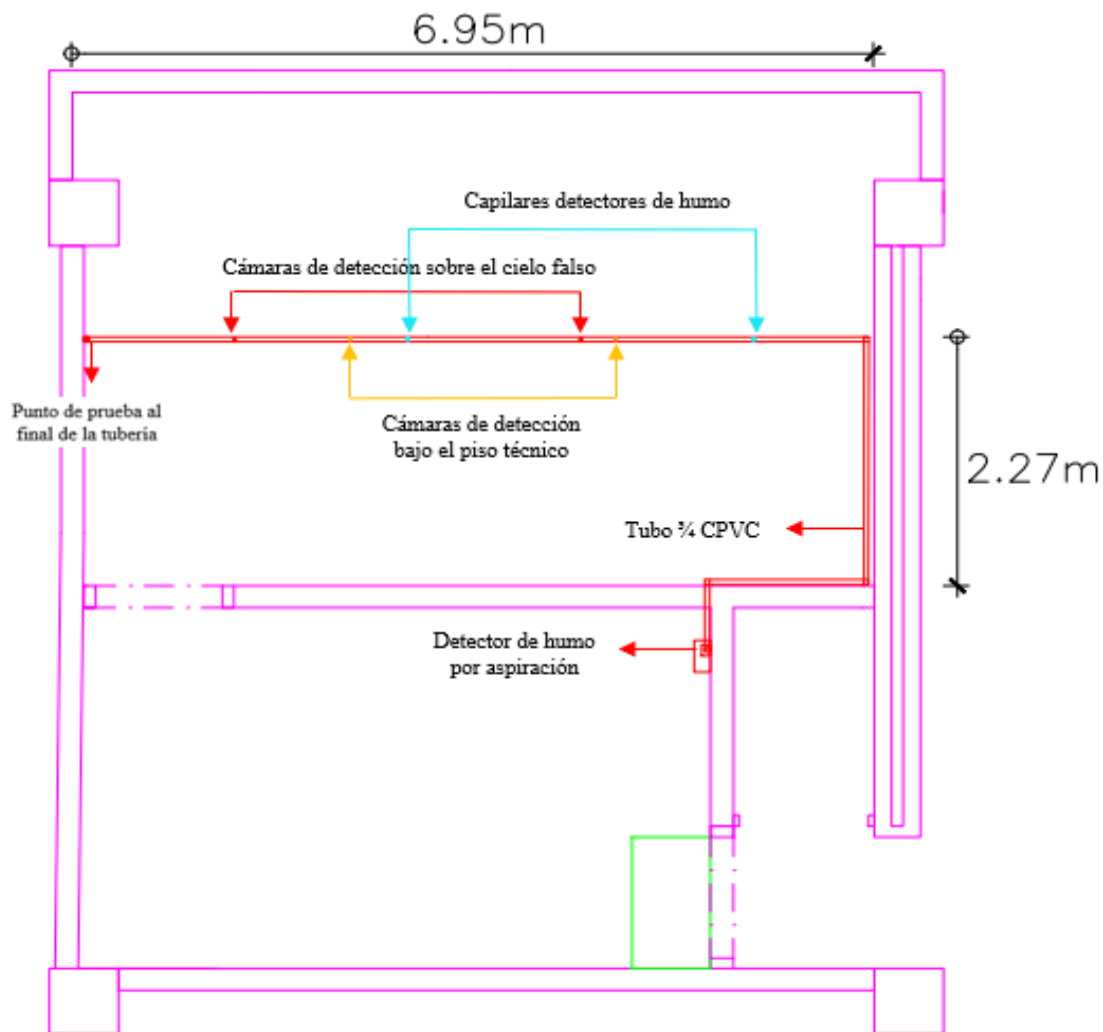


Fuente: (RNDS, s.f.)

En la Figura 107, se ilustra la ubicación del detector de humo mediante aspiración, la distribución de la tubería de CPVC en el piso técnico y en el cielo falso.

**Figura 107**

*Ubicación del detector de alerta temprana y distribución de tubería CPVC*



Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.2.2 Subsistema de alarma

El sistema de alarma será activado una vez que el sistema detector de incendios por alerta temprana haya receptado un posible conato de incendio, dando aviso para evacuar la zona y que el personal capacitado tome acciones para mitigar el conato de incendio.

Como primera instancia se colocará una estación de alarma de fuego, ésta, deberá ser colocada a un costado del ingreso al CPD, la activación de la alarma se dará de manera manual,

además, con la finalidad de identificar que la alarma pertenece al sistema de detección y extinción de incendios se colocará de color rojo. Una vez que se active la alarma a través de la pulsación de un botón, se iniciará con una alarma de incendio con la luz y sirena estroboscópica, de esta manera se alertará a todos los ocupantes del inmueble. La alarma de fuego debe disponer la señalética necesaria para identificar sus funciones.

Otra sección importante, es la estación de descarga del agente extintor, la estación deberá ser de color amarillo, se colocará al costado de la puerta de acceso al CPD protegido mediante una tapa acrílica, una vez que se active esta sección se iniciará una alarma de incendio audible y visible y además se iniciará el conteo regresivo para la activación del sistema de supresión.

La estación de aborto de agente extintor es otra sección que corresponde al subsistema de alarmas, se deberá colocar a un costado de la puerta de seguridad del CPD en la parte interior de este, cabe mencionar que la funcionalidad del sistema radica en que, mientras el botón este oprimido se reinicia el conteo regresivo para la descarga del agente extintor, mas no la cancela.

Por otro lado, la colocación de señalética es obligatoria, de manera que se pueda identificar cada elemento del sistema de detección y extinción de incendios.

#### **4.5.2.3 Subsistema de extinción de incendio**

El CPD debe considerar las recomendaciones establecidas por la norma para el correcto funcionamiento del sistema detector y extintor de incendios. El subsistema de extinción deberá utilizar agentes limpios como el FM-200 o el NOVEC 1230. De acuerdo a los requerimientos del CPD; el agente con las mejores características es el NOVEC 1230 debido a que presenta los siguientes parámetros:

- Nombre comercial NOVEC 1230, utilizado para sistemas por inundación.
- El sistema de extinción deberá ser operado de manera automática y manual.

- El agente se presenta en estado líquido, sin embargo, al ser descargado mediante las boquillas de distribución o toberas, cambia su estado a gas.
- Produce muy poca cantidad de residuos, por lo que es considerado un líquido limpio (JohnsonControls, 2018).
- Presenta un tiempo de extinción rápido.
- Es un agente no dañino para el ser humano, materiales y equipos expuestos.
- No es conductor eléctrico, no presenta características que favorezcan la corrosión.
- No destruye la capa de ozono.
- Cuando entre en funcionamiento el sistema de extinción, automáticamente los equipos de climatización serán apagados desde el tablero de extinción de fuego.
- Los tanques de agente extintor deben instalarse fuera de las zonas protegidas y de los equipos de soporte que estén cercanos al CPD.

Para determinar la cantidad en Kg de producto FK-5-1-12 (NOVEC 1230)

(AguileraExtinción, 2020) expresa que, se deberá cubrir el área del CPD, y se utiliza la fórmula planteada en la Ec. 15.

$$m = \left( \frac{c}{100-c} \right) \frac{V}{S} = \left( \frac{4,7}{100-4,7} \right) \frac{92,54}{0,071} = 64,28 \text{kgm}^3 \quad \text{Ec. 15}$$

En donde:

m: es la masa de agente que se requiere en kilogramos por metro cúbico de volumen a proteger

V: es el volumen neto de riesgo ( $m^3$ )

T: es la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), de diseño en la zona de riesgo

S: dado en metros cúbicos por kilogramo, es el volumen específico del valor sobrecalentado del FK-5-1-12 a una presión de 1.013 bar, para calcular se utiliza la fórmula planteada en la Ec. 16:

$$S = k_1 + k_2T = 0,0664 + (0,000274)(18) = 0,071$$

Ec. 16

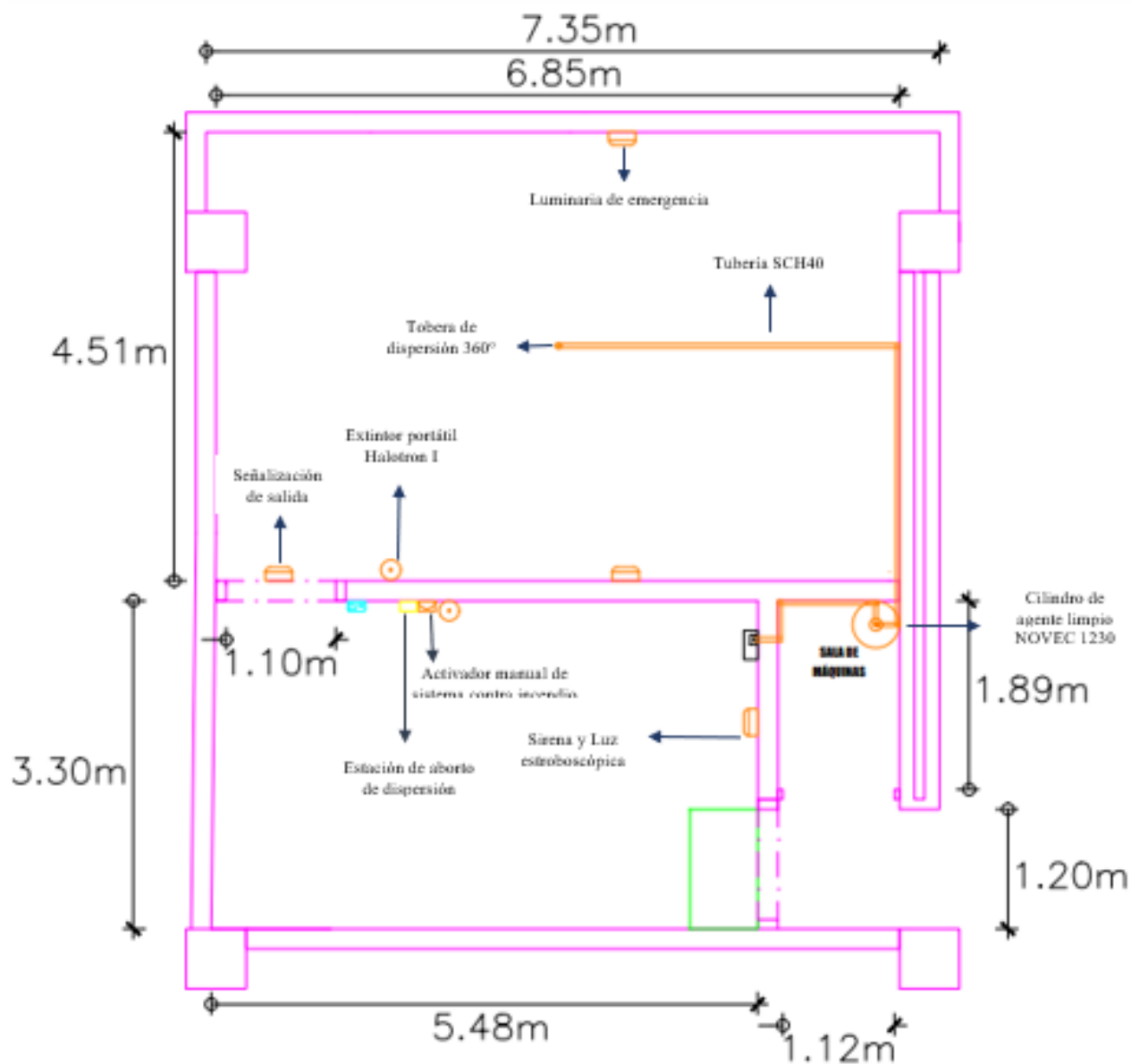
Donde:  $k_1 = 0.0664$  y  $k_2 = 0.000274$

c: es la concentración (valor dado en porcentaje), es decir, la concentración volumétrica del FK-5-1-12 en el aire a la temperatura indicada y a una presión absoluta de 1.013 bar (AguileraExtinción, 2020).

De acuerdo a los cálculos realizados, la cantidad de sustancia requerida en el tanque de agente limpio para el CPD es de **64,28  $kgm^3$** , el tanque dispondrá de una válvula eléctrica de disparo para la distribución en las tres secciones.

La presión interna del tanque permitirá liberar el agente extintor una vez que se haya recibido la señal de descarga proveniente desde el detector de incendios por alerta temprana, la activación del sistema extintor puede darse de manera manual o eléctrica, para seguridad del personal y del área protegida, se recomienda que, el tanque de agente extintor sea ubicado en una zona fuera del CPD y del NOC, debido a estas recomendaciones se colocará el tanque en otra área del mismo piso cerca al cuarto del CPD, en la Figura 108 a continuación, se ilustra la ubicación y distribución del sistema de extinción de incendios.



**Figura 108***Sistema de extinción de incendios y sus componentes*

Fuente: Elaboración propia

El tendido de tuberías se realiza en las tres secciones a protegerse, cielo falso, plénum del CPD e interior del piso técnico, el material de construcción requerido para la tubería es en acero, ésta deberá ser lisa y no tener soldaduras, la tubería utilizada estará expuesta a alta presión por lo

que se recomienda utilizar tubería Cédula 40 (SCH40) fabricada en acero al carbono de alta calidad, el diámetro externo recomendado es de 3/4.

Para realizar uniones entre la tubería principal y los difusores o toberas de dispersión se recomienda utilizar acoples de 1 ½ o de ¾ de acuerdo al tamaño de los elementos de dispersión para evitar la fuga de gas, además, y de ser necesario se debe colocar envolturas de teflón en las uniones para sujetar de mejor manera y que las tuberías queden incorporadas de manera uniforme.

Para el diseño se sugiere utilizar tres toberas de dispersión radial 360°, las cuales serán ubicadas en el centro de cada zona protegida, la distancia radial que cubre las boquillas es de 9,1m, distancia suficiente para cubrir toda el área. Las boquillas al igual que las tuberías deben ser de construcción en material de acero inoxidable y anticorrosivo.

La norma ICREA recomienda disponer un extintor de incendios portátil a manera de precaución, éste, deberá contener una sustancia que facilite mitigar el conato de incendio, precautele la integridad del equipamiento de telecomunicaciones sin dejar residuos y presente una rápida evaporación, es decir, que posea características adecuadas para controlar fuego TIPO C, por lo que se sugiere utilizar el agente limpio HALOTRON I (GlobalDistribuidor, 2020). El extintor deberá colocarse sujeto a la pared, cercano a la puerta de seguridad y además a su alrededor debe estar colocada la señalética respectiva indicando que es un EXTINTOR DE FUEGO TIPO C.

El agente extintor no tiene fecha de caducidad, sin embargo, se recomienda realizar pruebas de funcionamiento y mantenimiento al sistema que se instale para prevenir posibles fallas. Una vez extinguido el fuego o conato de incendio, mediante un sistema de extracción de agente se deberá enviar hacia el exterior del CPD el gas de agente limpio.

Por otro lado, se recomienda que el personal responsable de la operación del CPD esté capacitado acerca del correcto manejo del sistema de detección y extinción de incendios, para realizar una rápida acción en caso de suscitarse un incendio o actuar ante una falsa alarma.

#### **4.5.3 Sistema de Video Vigilancia CCTV**

El sistema de video vigilancia por sus siglas Circuito Cerrado de Televisión, tiene como finalidad el control de actividades de los ocupantes del inmueble y además garantizar la seguridad de los activos que se encuentran en la zona protegida, para lo cual se recomienda colocar un circuito de cámaras con tecnología CCTV IP controladas mediante un NVR.

El posicionamiento de las cámaras como se evidencia en la Figura 109, debe permitir controlar las zonas en el exterior e interior del CPD, de manera que no existan puntos ciegos o zonas oscuras, en la misma figura se realiza la distribución del sistema de video vigilancia.

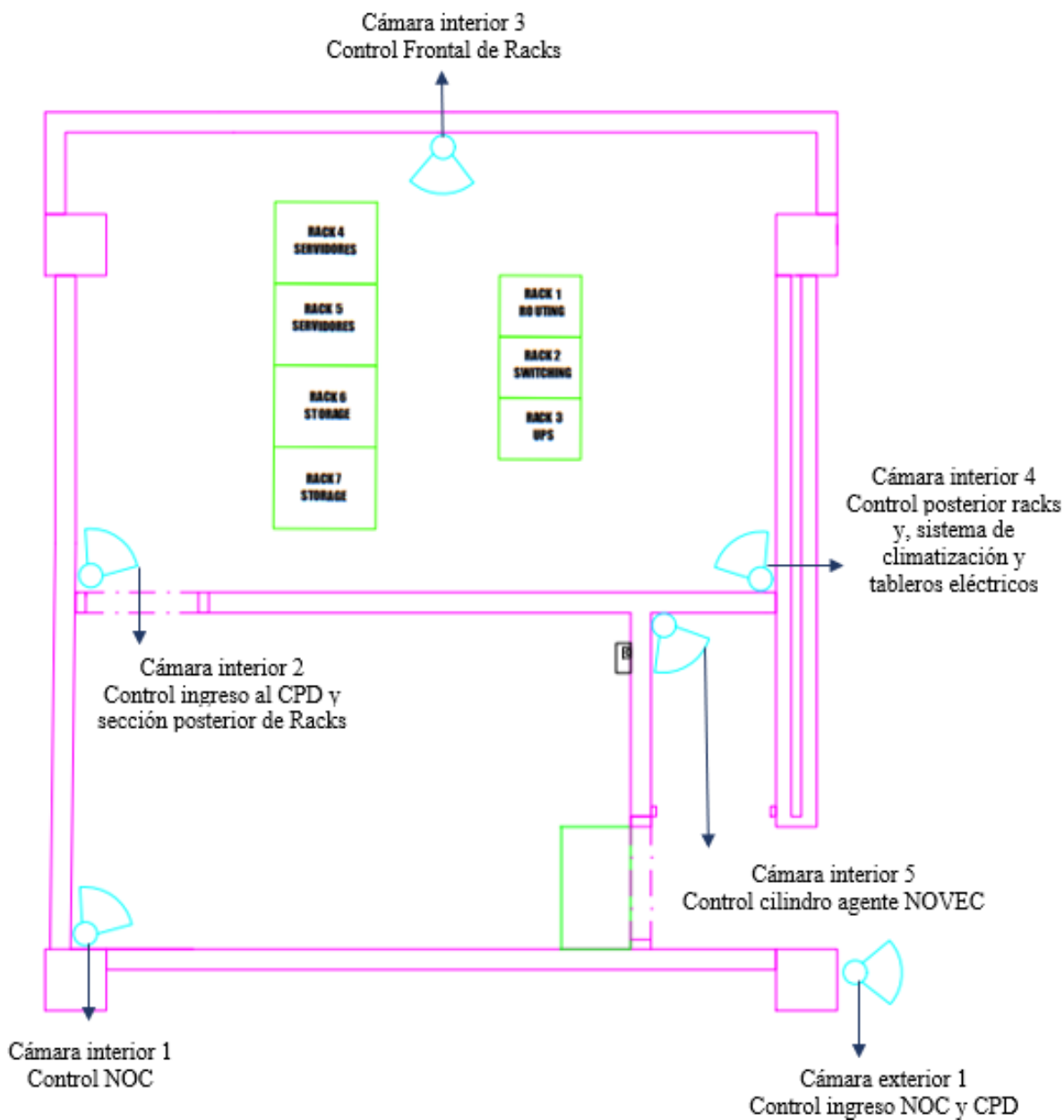
Según las recomendaciones de la norma se plantea los siguientes parámetros para el correcto desempeño del sistema:

- El exterior del CPD debe ser vigilado mediante cámaras con sistema PTZ (Pan - Tilt - Zoom) la cual permite realizar un paneo horizontal de 180°, inclinación de manera vertical de 90° y zoom digital, además debe presentar características que faciliten la detección de movimiento.
- Se recomienda que las cámaras operen con bajo nivel de luz, es decir de día y de noche, de manera que, la imagen que se graba se muestre muy clara con un alcance de al menos 10m.
- Se requiere que la resolución de las cámaras disponga de al menos *dos megapíxeles*.
- Alimentación y conexión del circuito de cámaras mediante puerto PoE.

- En la sección interna del CPD se colocarán cámaras de interior, éstas deben cubrir el área de ingreso, equipamiento por la parte frontal y posterior.
- Se requiere que, el tiempo mínimo de almacenamiento de video en el NVR sea de al menos 21 días.

**Figura 109**

*Posicionamiento de cámaras en el exterior e interior del CPD*



Fuente: Elaboración propia

## 4.6 Instalaciones eléctricas

El CPD requiere contar con instalaciones que le proporcione energía eléctrica de calidad y que permita satisfacer los requerimientos de los equipos TIC que se encuentran instalados en el CPD. Debido a la criticidad del equipamiento, la norma establece que exista independencia del alimentador eléctrico en relación a otras cargas que no correspondan al CPD y partirá desde la subestación eléctrica que se encuentre más cercana o desde la acometida de baja tensión que llega al cuarto de máquinas en el piso subterráneo del edificio Principal.

### 4.6.1 Dimensionamiento de la carga eléctrica

El valor estimado de la potencia total que se consume en el CPD, de acuerdo a lo que manifiesta (Avelar, 2010), está dado en base a la sumatoria total de la potencia de las diferentes cargas de cada uno de los equipos activos instalados, además se debe considerar las características para cada tipo de equipamiento.

- *Cargas Críticas C1:* La carga crítica es la totalidad de los componentes de hardware de IT como son: servidores, routers, computadoras, dispositivos de almacenamiento, equipos de telecomunicaciones, entre otros. Los valores nominales de potencia están dados por los fabricantes, este tipo de equipos requiere un elevado nivel de protección, debido a su funcionalidad y alto coste. Mediante la fórmula planteada en la Ec. 17, se determina el valor total de las cargas críticas, por lo que, se requiere realizar la sumatoria de estas y multiplicado por 0,67 (factor de potencia) lo cual permite calcular la potencia activa, es decir la potencia real.

$$C1 = \frac{(Subotal\ calculado\ W\ x\ 0,67)}{100} \quad Ec. 17$$

- *Otras Cargas Críticas C2*: En este ítem se realiza la sumatoria de potencia de equipamiento que corresponde a sistemas de video vigilancia, control de acceso, monitoreo y alarmas, en adición se realiza la multiplicación del factor de potencia **0,67** para determinar la potencia activa de esta sección, este proceso se evidencia en la Ec. 17.
- *Cargas Futuras C3*: Debido a los requerimientos de disponibilidad y escalabilidad, se recomienda que cada cinco años se realice las actualizaciones correspondientes de equipamiento de IT, considerando un crecimiento del 100%, esto debido a los cambios que sufren continuamente los equipos y el aumento de nuevas cargas en los próximos 5 años, con la finalidad de evitar la inactividad por desabastecimiento de energía eléctrica. El cálculo correspondiente se realiza estableciendo la sumatoria entre C1 y C2, a este valor resultante se deberá multiplicar por 1,0 valor que corresponde al crecimiento del 100%, en la Ec. 18 se visualiza este proceso.

$$C3 = (C1+C2) \times 1,0 \qquad \text{Ec. 18}$$

- *Cargas de la UPS C4*: La potencia total de carga eléctrica requiere incluir un factor de ineficiencia del sistema UPS del 12%, y disponer de un valor preciso para la eficiencia de la UPS en una instalación típica del 88%; para el cargado de baterías cuando se ha descargado parcial o completamente, la potencia de carga puede ser del orden del 20% de la carga nominal de la UPS. De acuerdo a lo que manifiesta (Avelar, 2010), se debe realizar la sumatoria entre los valores C1, C2 y C3 que son el equipamiento que será alimentado por el sistema UPS, posterior realizar la

multiplicación por un valor de 0,32 que corresponde al factor de ineficiencia del sistema UPS, en la Ec. 19 se representa este cálculo.

$$C4 = (C1+C2+C3) \times 0,32 \quad \text{Ec. 19}$$

- *Cargas de iluminación C5*: Se refiere al dimensionamiento de iluminación en la sección que se encuentra instalado el Data Center, para calcular este tipo de carga se utilizará como regla general la relación de 21,5 vatios por metro cuadrado como se visualiza en la Ecuación 20.

$$C5 = (21,5 \text{ W} \times \text{Área del CPD en } 31,34\text{m}^2) \quad \text{Ec. 20}$$

- *Cargas de refrigeración C6*: El sistema de climatización ha sido diseñado en base a equipamiento del modelo de expansión directa, el cual requiere aproximadamente el 100% de la carga de cresta total a la que se ofrece soporte. En la Ecuación 21, se visualiza el cálculo que corresponde a C6 que es el valor dado de la potencia total requerida para las cargas y multiplicado por 1,0 que corresponde al modelo de expansión directa como se establece en la tabla 1 del documento de (Avelar, 2010).

$$C7 = (C6 \times 1,0) \quad \text{Ec. 21}$$

En la Tabla 32, se visualiza el dimensionamiento realizado sintetizando y detallando el tipo de carga al que pertenece cada sección.

Tabla 32

Determinación de Potencia las cargas

<b>Tipo de Carga</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Equipos</b>	<b>Potencia [W]</b>
	2	Chasis Blade Servidor HP c3000 Blc3000 2 Ac 4 Fan Trl ICE	2400 (1200)
	2	Servidor Cisco UCS C22 M3	900 (450)
	2	Hawlett Packard Enterprise ProLiant DL 120 9 Generation	1800 (900)
	2	HP Proliant DL380p Gen 8 ILO	1300 (750)
	4	HPE Proliant DL380p Gen 10	3200 (800)
	4	Servidor ILO Default Network Settings ProLiant DL380 Gen 9	3200 (800)
Cargas Criticas	1	Switch Cisco Catalyst serie 2960-X	740
C1	1	Router Cloud Core CCR-1036-12G-4S	60
	1	Router Cisco ASR 920 10 Ports LG	105
	1	Router Cisco ASA 5520 Series Adaptative Security Appliance	190
	1	Router Mikrotik RB951Ui-2HnD	24
	1	Cisco 5500 Series Wireless Controller	115
	1	Cisco Catalyst 4506-E Switch	1400
	6	Servidores HPE Proliant (Storage)	3000(500)
		<b>Subtotal calculado</b>	<b>18434</b>
		<b>C1 = (Total calculado W x 0,67)</b>	<b>12350,78</b>
Otras cargas	1	Sistema Video Vigilancia NVR	25
	1	Sistema de monitoreo y alarmas	100
críticas C2	3	Luces de emergencia	18
		<b>Subtotal calculado</b>	<b>143</b>
		<b>C2 = (Total calculado W x 0,67)</b>	<b>95,81</b>



	<i>Descripción</i>	<i>Potencia [W]</i>
Cargas Futuras <b>C3</b>	Factor de crecimiento 100%  $C3 = (C1+C2) \times 1,0$	<b>12446,59</b>
Cargas de la UPS <b>C4</b>	Ineficiencia de la UPS y carga de baterías  $C4 = (C1+C2+C3) \times 0,32$	<b>8712,6</b>
Cargas de Iluminación <b>C5</b>	Rejilla de lámpara LED 3x18W  $C5 = (21,5 \text{ W} \times 31,34\text{m}^2)$	<b>673,81</b>
	<i>Potencia total para requisitos eléctricos</i>  $C6 = (C1+C2+C3+C4+C5)$	<b>34282,6</b>
Cargas Refrigeración <b>C7</b>	1 Sistema de Climatización (HVAC)  $C7 = (C6 \times 1)$	34282,6
	<i>Requisito total de potencia para satisfacer los requisitos eléctricos y de Refrigeración</i>  $C8 = (C6 + C7)$	<b>68565,2</b>

Fuente: (Avelar, 2010)

En la Tabla 33, se realiza el dimensionamiento del servicio eléctrico, lo cual se determina mediante tres factores:

- Carga eléctrica total **C9**: Se determina mediante la multiplicación de la carga eléctrica total C8 calculada en la Tabla 33, por el 125% factor de potencia 1,25, para establecer

un rango que permita disponer de holgura para instalaciones futuras, este procedimiento se realiza con la finalidad de cumplir con los reglamentos eléctricos que rige el NEC.

- Tensión eléctrica suministrada AC **C10**: Se refiere al valor comercial de tensión trifásica que proporciona la empresa proveedora de electricidad a la institución.
- Intensidad Eléctrica **C11**: Se determina la cantidad de consumo de corriente, indicado en Amperios (A), utilizando la fórmula de la potencia,  $P=VI$ , al valor encontrado en C9 requiere realizar la conversión de KW a W.

**Tabla 33**

*Estimación del dimensionamiento del servicio eléctrico*

Descripción	Cálculo	Potencia (W)
Requisitos para cumplir con el NEC y otras reglamentaciones <b>C9</b>	Requisito total de potencia $C8 \times 1,25$	68,6 [KW]
Tensión AC Trifásica suministrada en la entrada del servicio <b>C10</b>	Tensión AC	220 [VAC]
Intensidad Eléctrica requerida por la compañía dado en amperios <b>C11</b>	$(C9 \times 1000) / (C10)$	311,81 [A]

Fuente: (Avelar, 2010)

En la Tabla 34, se plantea el proceso para realizar el cálculo del dimensionamiento eléctrico para cargas críticas y para cargas del sistema de climatización, de forma que, los sistemas puedan continuar en funcionamiento sin interrupciones.

Por consideraciones de escalabilidad a futuro se recomienda realizar un sobredimensionamiento del 30% al valor total de potencia requerido para proporcionar holgura al grupo electrógeno.

**Tabla 34**

*Estimación del dimensionamiento del generador eléctrico de reserva*

<b>Descripción</b>	<b>Cálculo</b>	<b>Potencia (kW)</b>
Cargas críticas que requieren respaldo por generador <b>C10</b>	$C10 = C6$	34,3 [KW]
Cargas de refrigeración que requieren respaldo del generador <b>C11</b>	$C11 = C7$	34,3 [KW]
<b><i>Dimensionamiento del generador</i></b>	<b><math>C10 + C11</math></b>	<b>68,6 [KW]</b>

Fuente: (Avelar, 2010)

#### **4.6.2 Acometidas y Alimentadores Eléctricos**

La acometida eléctrica se denomina como la entrada de alimentación eléctrica a la infraestructura y es proporcionada por la empresa comercializadora de electricidad EMELNORTE, la tensión entregada se encuentra en los rangos de mediana tensión y trifásica, mediante una serie de procedimientos en la cámara de transformación se adecúa el voltaje de acuerdo a los requerimientos internos, posterior se realiza la distribución a cada uno de los tableros que se encuentran en los edificios, y se distribuye a las cargas finales.

La alimentación comercial deberá ser de 110/240 VAC, el amperaje calculado de acuerdo a la carga que se requiere alimentar al Data Center es de 311,8 A, la frecuencia de trabajo es de 60 Hz, frecuencia que se maneja en la región.

### **4.6.3 Doble vía de alimentación**

Corresponde a dos vías de alimentación, de manera que, se pueda proporcionar energía eléctrica en todo momento utilizando como alternativa principal la vía “A” y como alternativa de respaldo la vía “B” (ICREA, 2019), para el caso del CPD, el ingreso tradicional de energía eléctrica a través de las líneas de alimentación proporcionadas por la Empresa de Energía Eléctrica “EMELNORTE” constituye la principal fuente de energía. La segunda vía de alimentación corresponde a la planta generadora de energía eléctrica PGEA, ambas vías deberán estar activas para proporcionar el servicio eléctrico en caso de que una de las dos suspenda su función.

### **4.6.4 Sistema de Puesta a Tierra**

El sistema de puesta a tierra tiene como principal objetivo proteger los sistemas eléctricos y electrónicos, por lo que se exige en instalaciones donde las cargas finales sean cargas críticas, este sistema se instala principalmente para reducir el ruido electromagnético, reducir problemas en corrientes y sobre tensiones que pueden provocar daños al equipamiento conectado a la red eléctrica. El sistema canaliza a tierra las corrientes no adecuadas o dañinas, trasladándolas hacia un lugar designado para esta actividad en donde puede desembocar sin provocar daños a las instalaciones.

#### **4.6.4.1 Sistema de puesta a tierra aislada**

Este sistema consiste en un conductor forrado con aislamiento, este conductor debe instalarse junto a los conductores de fase, neutro y el conductor de puesta a tierra en la misma canalización. Inicialmente se realiza la instalación de la barra principal de puesta a tierra (BPT) de los equipos de acometida de la red comercial. A partir de este punto iniciará un conductor de puesta a tierra aislada (del mismo calibre de las fases) para cada circuito alimentador, llegando

hasta las BTA (Barras de Tierra Aislada) de los tableros eléctricos correspondientes y posterior a ellos a los tomacorrientes.

Para la realizar una protección efectiva, se instalará una BTA en cada Tablero de Distribución, el material de construcción de la barra será de cobre electrolítico de 0,63 cm de espesor x 10,16cm de ancho y de una longitud 100 cm de largo. Las barras deben estar sujetas al muro mediante un aislador eléctrico en cada extremo tipo soporte moldeado en poliéster reforzado con fibra de vidrio o resina epóxica para un voltaje de trabajo no menor a 600 voltios.

El sistema de puesta a tierra será instalado frente al cuarto de máquinas donde actualmente se encuentra, al interior de un pozo de revisión en donde se tiene las barras de puesta a tierra del edificio Administrativo.

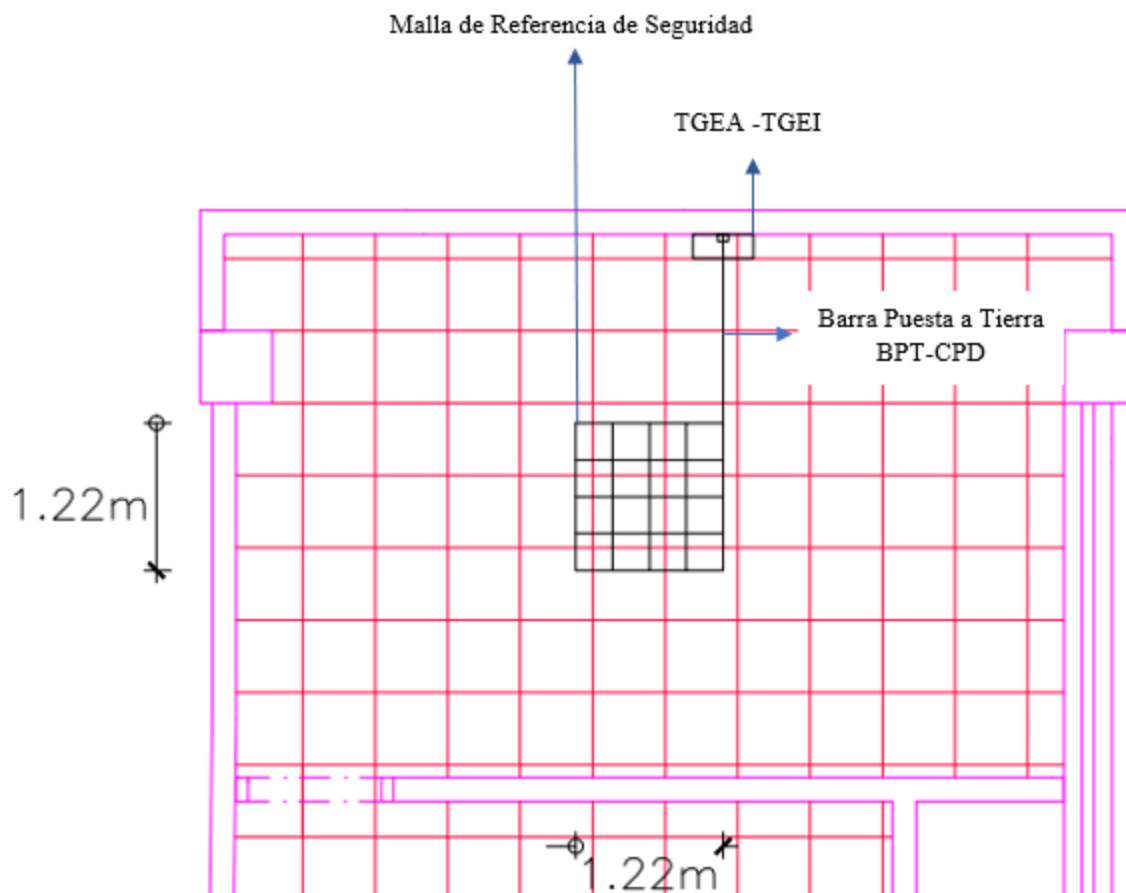
#### **4.6.4.2 Malla de Referencia de seguridad**

Se realiza la instalación de una conexión equipotencial bajo el piso técnico con una dimensión de 1,22 x 1,22m de cobre, el arreglo debe ser de 4 x4, la malla estará formada por conductores de cobre de diámetro no menor a 8 AWG, verificando que no exista ningún tipo de rozamiento con los pedestales de piso técnico, las juntas de la malla se deben realizar mediante soldadura. Los elementos metálicos requerirán aterramiento conectándolos a esta malla mediante abrazaderas de cobre de corta longitud y baja impedancia. En la Figura 110, se ilustra la ubicación de la malla de referencia de seguridad y la conexión con la barra principal de puesta a tierra BPT.

Mediante cable AWG #8 se conectará la barra secundaria BST-CPD (Barra secundaria de puesta a tierra) con la malla de referencia de seguridad, la barra BST se encuentra ubicada en la parte posterior de cada gabinete.

#### **Figura 110**

*Malla de Referencia de seguridad*



Fuente: Elaboración propia

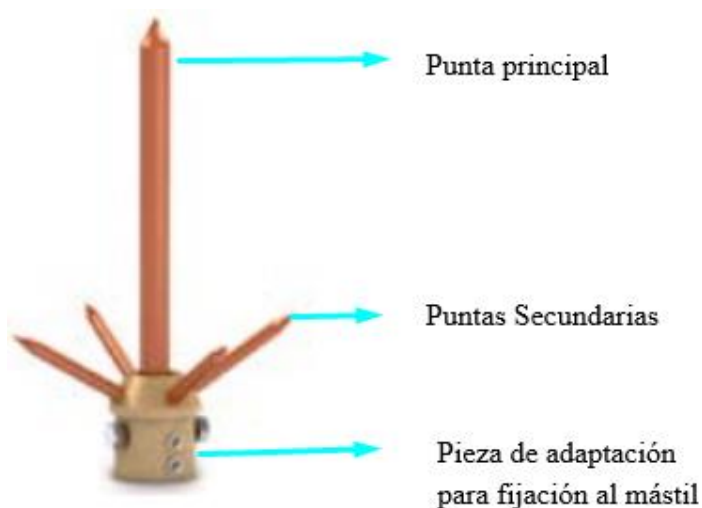
#### 4.6.5 Protección contra descargas atmosféricas

El método de protección contra descargas atmosféricas a utilizarse es el Pararrayos multipunta de Franklin, este sistema consiste en la colocación de una varilla en la parte central superior del edificio en el que se encuentra el CPD. La protección que se utilizará se considera de Nivel I debido a que protege a una edificación por equipo instalado.

El pararrayos multipunta de Franklin se ubica en la sección central más alta del edificio, las principales características técnicas se evidencian en los ítems a continuación:

- Las puntas del pararrayos son captadoras, de forma que se proporcione al rayo un camino de muy baja impedancia y llegue a tierra.

- Alrededor de la punta aparece la ionización natural o efecto corona.
- El pararrayo multipunta dispone de una pieza de adaptación utilizada para la fijación (Ver Figura 111) en el mástil y la conexión interior con el cable conductor
- El material del mástil es de acero galvanizado de 1 ½”
- Material de construcción de puntas en cobre
- Conexión a tierra de forma independiente de los sistemas existentes en el edificio, utilizándose dos o más conductos de bajada (Poma, 2017).
- La potencia de un rayo se encuentra en los 150 kA, y el voltaje de descarga no supera los 60 A. el sistema pararrayo contará con una capacidad de disipación de 100 a 500kA y un voltaje de descarga de 75kV.

**Figura 111***Pararrayos multipunta de Franklin*

Fuente: (AplicacionesTecnológicas, s.f.)

#### **4.6.6 Tableros Eléctricos**

Se refiere a un gabinete en el cual se encuentran dispositivos utilizados para conexión, medición, verificación, alarma y señalización que tiene la finalidad de realizar una función específica del sistema eléctrico, tomando en consideración recomendaciones de seguridad y calidad en su implementación.

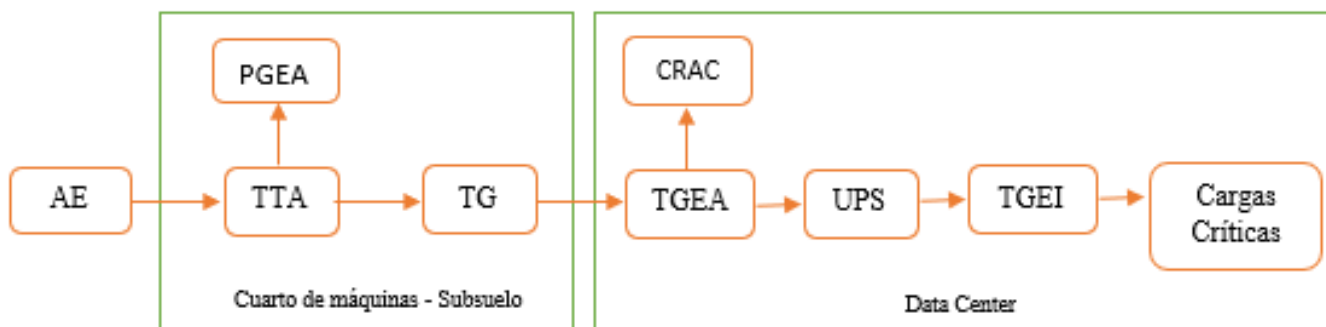
##### **4.6.6.1 Tablero Eléctrico Principal de la Institución TG**

Se ubica en el subsuelo del Edificio Principal, el acceso a este tablero es restringido y únicamente se permite a personal autorizado para operar, se considera el punto de llegada de la acometida eléctrica proporcionada por la empresa EMELNORTE, desde esta sección se distribuye la energía a todos los edificios de la institución, en el esquema planteado en la Figura 112, se ilustra la conexión que parte desde la acometida eléctrica hasta el tablero de distribución ubicado en el CPD.



**Figura 112**

*Diagrama de conexión Tableros eléctricos y elementos de energía de respaldo*



Fuente: Elaboración propia

AE: Acometida Eléctrica

TTA: Tablero de Transferencia Automática

TG: Tablero General

TGEA: Tablero General de Energía de Apoyo

PGEA: Planta Generadora de Energía de Respaldo

UPS: Sistema de Energía Ininterrumpible

TGEI: Tablero General de Energía Ininterrumpida

CRAC: Aire acondicionado para sala de ordenadores

Cumpliendo con los requerimientos de disponibilidad y operatividad en todo momento, se plantea la utilización de equipamiento UPS, baterías, y la planta generadora de energía de respaldo, elementos que permitirán el funcionamiento sin interrupciones de los equipos alimentados por energía eléctrica.

#### 4.6.6.2 **Tablero de Transferencia Automática TTA**

El modo del interruptor de transferencia recomendado para instalaciones críticas se denomina de transición cerrada, este sistema se anticipa a conectar al sistema PGEA por pocos milisegundos para que no exista interrupciones de energía y los circuitos internos sigan funcionando sin detenerse (Technologies, 2022).

De acuerdo a lo que manifiesta (REMBRAK, 2020), el TTA tiene como finalidad realizar la función de un switch, es decir, funcionará como una sección intermedia, entre la energía eléctrica comercial y el circuito interno. Este sistema constantemente se encuentra verificando los niveles de energía eléctrica, dado el caso de que, se suspendiera la fuente original, automáticamente se realiza la transición hacia la fuente alternativa (PGEA), El TTA deberá colocarse en línea visible al PGEA, es decir lo más cercano posible.

Este sistema debe contar con un medidor digital el cual permita verificar las variaciones de corriente y voltaje que el sistema eléctrico genere y de ser posible contar con una interfaz TCP/IP que permita el monitoreo remoto.

#### 4.6.6.3 **Tablero general de energía ininterrumpida TGEI**

La energía de los equipos UPS es distribuida a través del tablero TGEI en el cual se encuentran colocados interruptores termomagnéticos que se encargan de proteger a los elementos que se conecten al tablero.

EL TGEI, es el encargado de realizar la distribución de energía ininterrumpida hacia el equipamiento de: videovigilancia, control de acceso, monitoreo y las cargas críticas colocadas en los gabinetes de comunicaciones. Este tablero corresponde a distribución exclusivamente para equipamiento interno del CPD.

#### 4.6.6.4 Tablero general de energía de apoyo TGEA

El TGEA al igual que el TGEI debe colocarse en una zona controlada al interior del CPD, se encuentra soportado por grupos electrógenos para distribuir la energía de alimentación al sistema de aire acondicionado, sistema de energía ininterrumpida e iluminación del Data Center.

Los tableros eléctricos deberán identificarse claramente mediante una etiqueta que contenga la información necesaria para conocer las funcionalidades de cada uno, la etiqueta deberá incluir: número o nombre de tablero, tensión de operación y tipo de energía que distribuyen, para mejor visibilidad se recomienda que las letras estén realizadas en color negro, con un tamaño no menor a 2cm, además el fondo de la etiqueta deberá ser de color amarillo, en la Figura 113, se observa los parámetros antes mencionados:

**Figura 113**

*Etiqueta Tableros de energía eléctrica*

**TABLERO GENERAL DE ENERGÍA DE APOYO –  
220V - REGULADA**

**TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA  
– 220V - NORMAL**

**TABLERO GENERAL DE ENERGÍA  
ININTERRUMPIDA – 220V - ININTERRUMPIBLE**

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.7 Planta Generadora de Energía de Apoyo PGEA

El dimensionamiento de la potencia requerida para la Planta Generadora de Energía de Apoyo ha sido calculado en base a la sumatoria de las potencias que se requieren proteger en el CPD, en la Tabla 32, se especifica que el consumo de energía de respaldo es de **68,6 kW**.

Un sistema generador de energía debe expresarse en valores que corresponden a la potencia aparente KVA, es decir que contemplen el valor útil de la potencia utilizada y el valor de desperdicio de potencia (fdp), para este caso el 80% es considerado un valor aceptable en sistemas generadores de energía (Campos et al., sf). Para realizar esta conversión se utiliza la fórmula planteada en la Ec. 22:

$$P = fdp \times S = \frac{P(kW)}{fdp} = \frac{68,6(kW)}{0,8} = 85,75 kVA \quad \text{Ec. 22}$$

*P: Potencia Activa*, corresponde al valor de la potencia real y se mide en W o KW

*fdp: Factor de potencia*, indica la cantidad en aprovechamiento de energía de un sistema, para generadores eléctricos corresponde al 80%, el valor nominal es 0,80.

*S: Potencia Aparente*, corresponde al valor total de potencia, es decir que corresponde a la sumatoria entre la potencia real utilizada y la potencia que es desperdiciada en aparatos eléctricos.

La planta generadora de energía de apoyo o grupo electrógeno de energía de respaldo debe contar con los parámetros que se detallan en los ítems siguientes:

- El sistema de la PGEA debe estar disponible a tiempo completo, es decir, las 24 horas, los 365 días del año.
- La potencia dimensionada debe satisfacer el 125% de la carga proyectada.

- El tiempo mínimo de duración debe ser de 2 horas en cada SVA.
- La potencia de la PGEA debe proteger en su totalidad los elementos eléctricos que se instalen al interior del Data Center, como son sistema de climatización, equipos de cómputo y comunicaciones, controles de acceso, sistema de videovigilancia, monitoreo, alarmas y sistema contra incendios e iluminación.
- La planta generadora de energía de apoyo para nivel II debe ser del tipo PRIME.
- La PGEA se ubicará al interior del cuarto de máquinas, y en la zona más próxima al Tablero de Transferencia Automática.
- La PGEA debe contar con los conductos adecuados para eliminar los gases que se producen, esto se realizará a través de un tubo de escape resistente a la corrosión.
- La PGEA debe contar con un silenciador de manera que en los exteriores del lugar en el que se ubique, no exceda los niveles acústicos permitidos.
- El tanque de combustible que alimente la PGEA se debe colocar al lado posterior en que esta se ubique, de manera que no haya contacto con el calor que la máquina emite.
- En el cuarto de máquinas deberá colocarse un sistema de extinción de incendio a base de polvo químico en grandes cantidades de acuerdo a las dimensiones del cuarto para mitigar el fuego que se genere en la ubicación de la PGEA, por otro lado, para la zona en la que se ubique el tanque de combustible para la PGEA se debe colocar un sistema de extinción a base de espuma.
- La canalización del cableado eléctrico y de control deberá realizarse a través de tubería Conduit galvanizada de pared gruesa.

#### **4.6.8 Circuitos Derivados**

Los Circuitos Derivados, distribuyen la carga mediante grupos de equipamiento y se forman en función a la cercanía entre cada uno de los elementos, los circuitos no deberán exceder los 50m de longitud, la norma recomienda realizar como mínimo un circuito independiente por cada rack, si la carga sobrepasa los 20 A, se deberán realizar circuitos más pequeños de menor carga. En la Tabla 35, se evidencia la asignación de circuitos, determinando el consumo en amperaje.

**Tabla 35***Dimensionamiento de Circuitos Derivados*

N° Circuito	Descripción	Potencia	Voltaje	Amperaje
		[W]	[V]	[A]
3	Rack Servidores 1	6500	110	59
3	Rack Servidores 2	6500	110	59
2	Rack Storge 1	3000	110	27
2	Rack Storage 2	3000	110	27
1	Rack Routing	1119	110	10
1	Rack Switching	1515	110	14
	Sistema de video vigilancia	25	110	0,22
4	Sistema de climatización Principal	15000	220	68
	Sistema de climatización secundario	10000	220	45
1	Iluminación principal	674	110	7
1	Sistema de control de incendios	118	24	5
1	Control de acceso	12	12	1

Fuente: Elaboración propia

#### **4.6.9 Supresores de Transitorios**

Los supresores de transitorios son dispositivos que tienen como principal objetivo proteger el equipamiento que exista al interior de una instalación eléctrica, más aún se requiere proteger de picos de voltaje a equipos de misión crítica, circuitos electrónicos, servidores y demás elementos al interior del CPD los cuales se encuentran conectados a la red eléctrica (CorpNewLine, s.f.) .

La arquitectura recomendada para la instalación de los dispositivos supresores de transientes es a manera de cascada, con la finalidad de proteger los equipos de toda la inmediación. Inicialmente, se deberá colocar un SPD Clase C en la zona que respecta en el Tablero eléctrico principal desde el cual se distribuye hacia las demás secciones, posterior se debe colocar un dispositivo SPD Clase B en la sección de distribución es decir para tableros eléctricos secundarios, finalmente se utilizará el SPD Clase A en la sección final en el Tablero que se encuentra en la zona interna del CPD y distribuye directamente la energía a cada uno de los elementos.

El supresor de Clase C se encuentra entre los valores de 200KA /300KA, el supresor de Clase B plantea el establecimiento de rangos de tensión entre los 120KA/160KA, el rango del supresor de Clase A se encuentra entre 10KA/50KA/80KA (CorpNewLine, s.f.).

- En lo que respecta al **Tablero General TG**: SPD Categoría C de 240 kA
- Para el **Tablero de Transferencia Automática TTA** y el **Tablero de Energía de Apoyo TGEA**: SPD Categoría B de 120kA, de acuerdo a lo que plantea la norma se sugiere realizar un sobredimensionamiento del valor en kA (140 kA).
- Para el **Tablero de Energía Ininterrumpida TGEI**: SPD categoría clase A de 50kA, sin embargo, por recomendaciones de sobredimensionamiento de la norma, se indica que este valor asciende a 60kA.



#### 4.6.10 Sistema de energía Ininterrumpida UPS

Los cálculos de potencia realizados en la Tabla 32, indican que la potencia requerida para las cargas críticas es de la UPS es de 34,3 KW, dado que se requiere conocer la potencia aparente de la UPS se utiliza la Ec. 23:

$$S (KVA) = \frac{P (KW)}{fdp} = \frac{34,3 (KW)}{0,8} = 42,875 KVA \quad \text{Ec. 23}$$

La norma ICREA señala que se requiere de redundancia N+1 en el equipamiento de UPS. Los equipos UPS se instalarán en la parte interior del CPD debido a que éstos no sobrepasan los 100kVA, para una mayor organización y se ha determinado utilizar equipos UPS modulares, los cuales serán ubicados en el gabinete destinado para el equipamiento de energía ininterrumpida, en donde, contará con la adecuada climatización al igual que los equipos de comunicaciones que se encuentran en los demás gabinetes. Estos módulos facilitarán el crecimiento del CPD debido a que es posible ir adaptando módulos a los requerimientos de protección que necesite el Data Center. En la Figura 114, se visualiza la distribución de los módulos en el gabinete que se ubicará junto a los demás gabinetes de comunicaciones.

**Figura 114**

UPS Modular en gabinete



Fuente: (CyberPowerSystems, 2022)

Las principales características del sistema UPS para Data Center se destacan a continuación:

- UPS en Torre trifásica
- Tecnología de ahorro de energía, eficiencia del 98%
- Eficiencia en modo normal 94%, Eficiencia en modo batería 93%.
- Voltaje de entrada VAC: Línea a línea 208-220VAC, línea neutral 120-127VAC.
- Frecuencia de entrada 40-70 Hz.
- Capacidad de salida VAC 120000
- Capacidad en Wtts 108000

- Equipos de doble conversión en línea para proporcionar una mejor calidad de energía independientemente de las condiciones de la energía entrante. El tiempo de transferencia es 0, de manera que se garantice un óptimo funcionamiento del sistema.
- Garantiza la mejor calidad de energía, de acuerdo a este parámetro el sistema puede pasar al modo ECO y para aumentar la eficiencia del sistema.
- Verificación y monitoreo del sistema a través de una pantalla táctil.
- Diseño de doble entrada, permite conectar una entrada a la fuente de alimentación CA (Corriente alterna) y la segunda entrada a otra fuente de alimentación.
- Escalabilidad vertical, ocupando de manera ascendente el espacio en el gabinete, también permite intercambiar los módulos de potencia en caliente, de manera que no se interrumpa operaciones.
- Proporciona estabilidad a los voltajes cuando el UPS funcione con el generador de energía.
- Proporciona apagado de emergencia en caso de ocurrir un desastre.
- El UPS permite conectar módulos de batería extendida para prolongar el tiempo de funcionamiento.
- Permite gestión remota (CyberPowerSystems, 2022).

#### ***4.6.11 Cableado de energía eléctrica***

El cableado eléctrico tiene la finalidad de transportar la energía eléctrica desde el ingreso en la acometida eléctrica hasta los puntos donde se encuentran los equipos finales que se requiere alimentar, según especificaciones de la norma ICREA los cables conductores no deberán ser menores a 12 AWG.

El código de colores asignado para cada circuito se ha distribuido de la siguiente manera:

- El cable conductor de puesta a tierra aislada ser de color verde.
- La puesta a tierra de seguridad de los equipos debe estar desnudo o se presentará de color verde con amarillo en toda su extensión.
- El cable para neutro de energía ininterrumpida deberá ser de color gris en toda su longitud.
- Color negro para las fases de los circuitos.
- Color blanco para el neutro de uso general.

Los cables conductores deberán contar con identificaciones en sus extremos indicando el circuito al que pertenecen, la etiqueta colocada deberá contener una leyenda que indicando si es fase, neutro o tierra, posterior se colocará el circuito del que se origina la conexión y, además, el destino. La etiqueta deberá tener una composición de material resistente, que no sea inflamable y permanezca adherida al cable.

#### **4.6.12 *Canalizaciones de circuitos derivados***

El cableado de circuitos derivados debe contar con las respectivas canalizaciones con la finalidad de transportar el cableado de energía eléctrica sin que esta sufra daños o deformaciones, para este fin se utilizarán tuberías y bandejas.

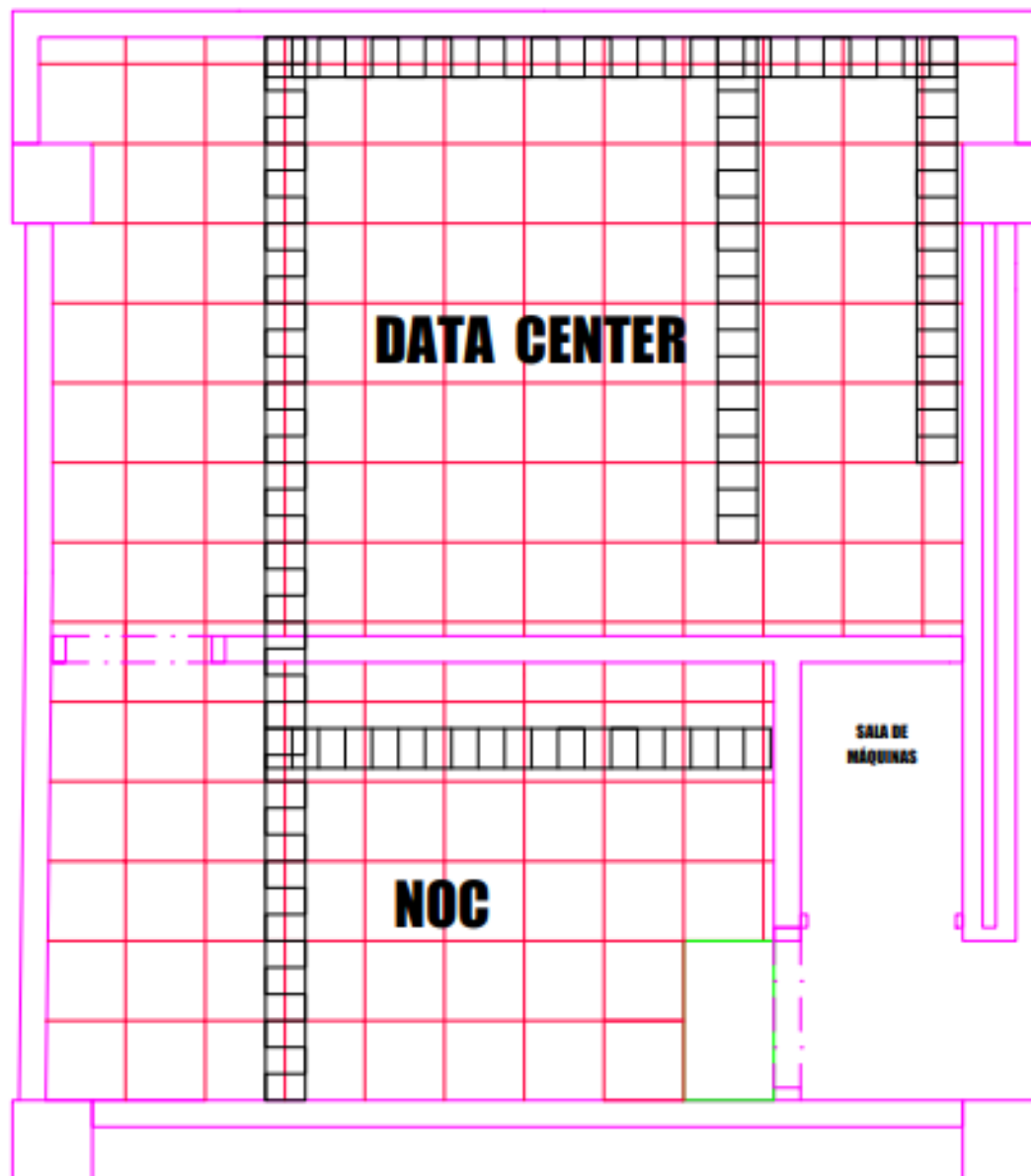
A lo largo de toda la canalización ésta deberá estar identificada señalando que corresponde al cableado de energía eléctrica.

- Las canalizaciones externas desde el TG hasta el TGEA deberán ser tuberías de 1 ½”, en material de acero resistente a la oxidación y la corrosión.
- En lo que respecta a canalizaciones internas que parten desde el TGEA se utilizará escalerilla de 20 cm de ancho durante todo el recorrido y a una distancia de 15 cm

desde los paneles de falso plafón. El modelo de identificación de etiquetas es similar a las etiquetas descritas en la sección 4.6.5.4.

**Figura 115**

*Canalización de cableado de energía eléctrica*



Fuente: Elaboración propia

## 4.7 Sustentabilidad

La sustentabilidad aplicada en lo que respecta a ambientes de tecnologías de la información, conlleva realizar acciones y procedimientos de tal manera, que se minimice la utilización de combustibles fósiles para la generación de energía.

Los principios fundamentales para cumplir con este requerimiento se basan en mantener un equilibrio entre las necesidades del ser humano y el beneficio al medio ambiente, en los puntos a continuación se presentan recomendación para mejorar el rendimiento de equipos, optimizar energía y reducir la emisión de contaminantes al ambiente, sin afectar el funcionamiento de los subsistemas del CPD:

- El refrigerante utilizado para el funcionamiento del sistema de climatización es el RC407C este elemento contiene propiedades que no afectan a la capa de ozono.
- El CPD es considerado un ambiente limpio por lo que se exige que no existan elementos externos dentro de este, debido a que un agente externo tiene la capacidad de influir en el rendimiento de los subsistemas y, por tanto, forzar el rendimiento de los equipos.
- La utilización de materiales biodegradables reduce cambio climático que afecta al planeta, bajo esta premisa se ha considerado la utilización de paneles de piso y cielo falsos en materiales biodegradables para evitar desechos nocivos al ambiente.
- En lo que respecta al sistema de extinción de incendios, se ha considerado la utilización de un agente limpio, en este caso el NOVEC 1230.
- El intercambio de luces fluorescentes a luces de tipo LED, evidencia considerablemente el ahorro del consumo energético.

- Otra recomendación importante es optar por la utilización de sensores de movimiento para el encendido y apagado de luces de manera automática cuando no se encuentre ninguna persona en el lugar.
- El clima de la ciudad es un factor importante que beneficia en gran medida a los equipos que se encuentran en el CPD, debido que, al ser una zona fría se requiere menor energía para mantener con la temperatura adecuada al equipamiento interno.
- La virtualización de servicios propicia la reducción de equipos físicos, por lo que al término de su vida útil no se daría la emisión de desechos, además, se reduciría la carga de trabajo del sistema de climatización y por ende se contribuye con la no contaminación del medio ambiente.

## **CAPÍTULO V: ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL DATA CENTER**

En el presente capítulo se ha desarrollado un análisis respecto al presupuesto requerido por la institución para llevar a cabo el proyecto planteado, considerando el beneficio a futuro que se tendrá la comunidad universitaria de la UPEC.

### **5.1 Análisis Costo**

La Universidad Politécnica Estatal del Carchi es una institución de Educación Superior que lleva más de diez años prestando servicios educativos para formar profesionales en diferentes ramas, en su mayoría son estudiantes de la zona norte de Ecuador y parte del sur de Colombia. La puesta en marcha del proyecto que se plantea tiene la finalidad de beneficiar no solo a la comunidad universitaria, sino también a la ciudadanía de Tulcán, bajo esta premisa, se tiene 5500 beneficiarios directos entre estudiantes, docentes y administrativos que laboran en la universidad, en lo que respecta a beneficiarios indirectos se encuentra alrededor de 50000 personas que corresponden a los habitantes del cantón Tulcán, debido a que la institución desarrolla varias actividades en beneficio de la población, como son cursos de capacitación en varias áreas de manera presencial y virtual, difusión de la radio Online Mindalae transmitida a través de las plataformas digitales, servicio de internet gratuito al interior del campus universitario, biblioteca física y virtual, servicio de Call Center UPEC a la ciudadanía en general y principalmente la formación de mejores profesionales en todas las áreas que tiene en la actualidad la universidad y las que plantean abrir a futuro.

Se debe considerar que al interior de esta entidad se maneja una gran cantidad de procesos e información relevante, por lo que es vital realizar una inversión considerable para brindar una mejor atención a sus usuarios, con niveles de calidad mucho más amplios y



considerando que el crecimiento tecnológico exige siempre contar con equipos de última tecnología.

### 5.1.1 Presupuesto Referencial Data Center UPEC

En las Tablas 38 hasta la 47 se describen los valores referenciales que se requieren para la futura implementación de cada subsistema del CPD para la UPEC, en la Tabla 48 se visualiza un resumen del valor total que implica el costo de adquisición de elementos del CPD de Nivel II.

**Tabla 36**

*Presupuesto referencial de obra civil CPD UPEC*

<b>OBRA CIVIL</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Adecuación infraestructura física, cantidad de ladrillo	400	0,20	80,00
Adecuación y refuerzo piso cuarto Data Center	32m <sup>2</sup>	1000,00	1000,00
Rampa de ingreso de equipos 12° inclinación (altura=0,3m, largo= 1,41m, inclinación=1,44m)	1	300,00	300,00
Material para mezcla y enlucidos de paredes	10 m <sup>2</sup>	50,00	500,00
Pintura ignífuga para interiores	91 m <sup>2</sup>	8,00	728,00
Pintura con resina epóxica color ladrillo	27 m <sup>2</sup>	7,00	189,00
Pintura intumescente para exteriores	113 m <sup>2</sup>	12,00	1356,00
		<b>Subtotal</b>	<b>4153,00</b>

Fuente: (JASSATELECOM, 2022)

**Tabla 37***Presupuesto referencial instalación cielo falso CPD UPEC*

<b>TECHO FALSO</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Placas de falso plafón rectangular tipo CLEAN ROOM (122x61cm)	76	9,00	684,00
Sistema de suspensión de placas (40cm) y Perfiles de montaje	31 m <sup>2</sup>	25,00	775,00
		<b>Subtotal</b>	<b>1459,00</b>

Fuente: (JASSATELECOM, 2022)

**Tabla 38***Presupuesto referencial instalación piso técnico CPD UPEC*

<b>PISO TÉCNICO</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Instalación de piso técnico (Pedestales(30cm), travesaños, paneles normales (60x60cm), paneles de acero perforados índice de ventilación 17%)	32m <sup>2</sup>	220,00	7040,00
		<b>Subtotal</b>	<b>7040,00</b>

Fuente: (JASSATELECOM, 2022)

**Tabla 39***Presupuesto referencial instalación luminarias CPD UPEC*

<b>SISTEMA DE ILUMINACION</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Lámparas de rejilla de aluminio con arreglo de 3 tubos LED 18W (instalación en vez de placas de cielo falso)	11	185,00	2035,00
Interruptores dobles	2	2,00	4,00
Luces de emergencia LED	2	34,00	68,00
Letreros de señalización (Batería de al menos 2 horas)	4	25,00	100,00
		<b>Subtotal</b>	<b>2207,00</b>

Fuente: (JASSATELECOM, 2022)

**Tabla 40***Presupuesto referencial Puerta de seguridad y sistema de control de acceso CPD UPEC*

<b>PUERTA DE SEGURIDAD Y CONTROL DE ACCESO</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Puerta de seguridad con dos planchas de acero laminado (1,20x2,30m) resistencia al fuego F60	1	2000,00	2000,00
Brazo cierra puerta	1	50,00	50,00
Barra antipánico en aluminio resistente al fuego	1	100,00	100,00
Mirilla de vidrio templado con marco en acero laminado (0,30x0,30m)	1	165,00	165,00
Cerradura electromagnética FALL SAFE	1	100,00	100,00
Sistema control de acceso biométrico, 12V DC, 2A	1	580,00	580,00

Acceso de teclado numérico 12V DC, consumo en reposo 60mA	1	50,00	50,00
		<b>Subtotal</b>	<b>3045,00</b>

Fuente: (JASSATELECOM, 2022)

**Tabla 41**

*Presupuesto referencial Sistema de detección y extinción de incendios CPD UPEC*

<b>SISTEMA DETECTOR, ALARMAS Y EXTINTOR DE FUEGO</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Sistema de detección temprana por aspiración de humo 24V DC, 270mA	1	12000,00	2000,00
Tubería de 3/4' material CPVC	33 m	184,09 (6m)	1104,54
Capilares de aspiración de muestras de humo	2	23,00	46,00
Estación manual metálica de alarma de incendios			
Luz estroboscópica con 6 valores diferentes de intensidad	1	129,00	129,00
Sirena de 90 dB	1	40,00	40,00
Cilindro de agente limpio NOVEC 1230 65Kgm <sup>3</sup>	1	8000,00	8000,00
Tubería ¾ SCH40	20m	12,00	240,00
Tobera de dispersión de agente	3	76,00	228,00
Extintor portátil con agente Halotron I, 1-2 kg	2	70,00	140,00
		<b>Subtotal</b>	<b>21927,54</b>

Fuente: (JASSATELECOM, 2022)

**Tabla 42**

*Presupuesto referencial sistema de video vigilancia CPD UPEC*

<b>SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA</b>			
------------------------------------	--	--	--

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Cámaras IP mini domo sistema PTZ para interiores, 2MP, alimentación POE	6	62,93	377,58
Equipo NVR 16 canales, almacenamiento interno de al menos 21 días	1	218,00	218,00
Accesorios de instalación	1	300,00	300,00
		<b>Subtotal</b>	<b>895,58</b>

Fuente: (JASSATELECOM, 2022)

**Tabla 43**

*Presupuesto referencial Sistema de aire acondicionado CPD UPEC*

<b>SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO</b>			
DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Aire Acondicionado de precisión Downflow 18.3 KW – 62.442 Btu/h	1	35000,00	35000,00
Refrigerante ecológico RC407C	1	45,00	45,00
		<b>Subtotal</b>	<b>35045,00</b>

Fuente: (JASSATELECOM, 2022)

**Tabla 44**

*Presupuesto referencial Sistema de comunicaciones CPD UPEC*

<b>SISTEMA DE COMUNICACIONES</b>			
DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Gabinetes 42 U de Rack en acero laminado y esquinas hexagonales, doble hoja	3	1025,00	3075,00

Gabinetes 45 U de Rack en acero laminado y esquinas hexagonales, doble hoja	4	2000,00	8000,00
Cable UTP Cat 6	5 Rollos	279,00	1395,00
Conectores RJ45 Cat 6A	2 Paq x100	7,00	14,00
Cordón de parcheo F/UTP Cat 6A	150	13,00	1950,00
Jack Universal Cat 6A	150	4,00	600,00
Patch Panel 48 puertos Cat 6A	12	60,00	720,00
Organizadores horizontales 2U	12	22,23	266,76
Canalización escalera tipo rejilla	23 m	32,00	736,00
Salida suave para descenso de cables	8	8,00	64,00
Elementos para sujetar canalizaciones al piso y cielo verdadero	1	100,00	100,00
<b>Subtotal</b>			<b>16.920,76</b>

Fuente: (JASSATELECOM, 2022)

**Tabla 45**

*Presupuesto referencial sistema eléctrico CPD UPEC*

<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Tablero de Transferencia Automática	1	3000,00	3000,00
Planta Generadora de energía de apoyo 80 kVA	1	80000,00	80000,00
UPS – Modular 45KVA	1	20000,00	20000,00
PDU 120V 20A 0 U	7	580,00	4060,00
Etiqueta	300	0,40	120,00
Interruptor termomagnético 100 A	2	120,00	240,00
Interruptor termomagnético 20 A	1	56,50	56,50
Interruptor termomagnético 40 A	8	68,30	546,4
SPD Clase C 240 kA	1	2054,30	2054,30
SPD Clase B 140 kA	1	998,75	998,75
SPD clase B 60 kA	1	604,78	604,78

Cable AWG #2 color negro	120m	4,24	508,80
Cable AWG # 2/0 color blanco	80m	9,20	736,00
Cable AWG #8 color negro	80m	1,35	108,00
Cable AWG #4 color gris	20m	3,35	67,00
Cable AWG #10 color negro	80m	0,89	71,20
Cable AWG #6 color blanco	40m	2,15	86,00
Cable AWG #12 color negro	100m	0,60	60,00
Cable AWG #8 color gris	60m	1,35	81,00
Tubería de acero 1 ½"	50m	7,10	355,00
Escalerilla de acero	26m	31,24	812,24
Soportes accesorios para instalación	1	150,00	150,00
Barra de puesta a tierra aislada BTA	4	40,00	160,00
Cable AWG #2 color verde	70m	4,24	296,80
Cable AWG #8 color verde	15m	1,35	20,25
Cable AWG #10 color verde	20m	0,89	17,8
Cable AWG #12 color verde	20m	0,60	12,00
Barra principal BTP-CPD	1	1500,00	1500,00
Barra secundaria	7	1500,00	1500,00
Conductor de cobre desnudo #8	100m	1,45	145,00
Abrazaderas de cobre	20	3,53	70,60
Pararrayos tipo franklin multipunta	1	500,00	500,00
Conductor de bajada Cable AWG 2/0	100m	9,20	920,00
		<b>Subtotal</b>	<b>133377,82</b>

Fuente: (JASSATELECOM, 2022)

**Tabla 46**

*Presupuesto final CPD UPEC*

<b>Subsistema</b>	<b>Valor</b>
Ámbito	14859,00
Seguridad	25868,12

---

Climatización	35045,00
Comunicaciones	16920,76
Eléctrico	114.875,97
<b>TOTAL</b>	<b>207.568,85</b>

---

Fuente: Elaboración propia



## 5.2 Análisis Beneficio

Los costos de inversión presentados en el literal anterior son bastante elevados y al ser una entidad pública no generará ganancias monetarias como tal, sin embargo, el beneficio se verá reflejado en la mejora y optimización de los servicios que presta la institución a toda la comunidad universitaria como se detallan a continuación:

- El mejoramiento y alta disponibilidad de sistemas de gestión interna que manejan administrativos de la institución, páginas web, aulas virtuales y repositorios digitales que se encuentran en constante acceso por estudiantes y profesores y más aún por la modalidad on-line vigente en la actualidad, el acceso a internet de alta velocidad y demás servicios que proporciona la institución.
- Mejoramiento de la velocidad de la red de datos mediante la utilización de cableado UTP y Fibra óptica de alta capacidad.
- El mejoramiento de los sistemas de climatización, seguridad, instalaciones eléctricas tiene la finalidad de proteger y prolongar la vida útil de los equipos que se encuentran instalados, contando con un ambiente adecuado que les permita desarrollar sus funciones de manera óptima.
- El manejo adecuado de la información se realizará a través de equipamiento tecnológico y de respaldo, el cual permite llevar la información de mejor manera y con la seguridad de que no existan pérdidas parciales o totales por alguna causa.
- La implementación de una fuente alterna de energía eléctrica permite proteger los equipos eléctricos que funcionan 24 horas al día los 365 días del año, sin riesgos de que el equipamiento presente daños por interrupciones de energía no previstos, esto permitirá prolongar la vida útil de los aparatos electrónicos.

El proyecto beneficiaría a más de 5500 personas entre estudiantes (extranjeros y nacionales), docentes, funcionarios y trabajadores, distribuidos en las diferentes dependencias administrativas y en 9 carreras de pregrado como son: Administración de Empresas, Agropecuaria, Enfermería, Logística y Transporte, Sistemas Computacionales, Administración Pública, Alimentos, Comercio Exterior, Turismo y Ecoturismo y 5 maestrías de posgrado: Administración Pública, Agropecuaria, Educación Básica, Logística y Transporte, Turismo y Ecoturismo (UPEC, 2020), quienes sería los principales beneficiarios y que además acceden constantemente a los portales digitales, videoconferencias, aulas virtuales, internet y demás servicios de la universidad. Sin embargo, se presenta también el beneficio a largo plazo para la ciudadanía en general principalmente del cantón Tulcán alrededor de 50000 personas según datos estadísticos del INEC.

## CONCLUSIONES

- Se realizó toda la documentación que corresponde a la propuesta de diseño de la infraestructura física del Data Center de Nivel II, utilizando los lineamientos de la norma ICREA Std.131 2019, que permitirá que la red de la institución mejore en aspectos como seguridad, confiabilidad, disponibilidad e integridad de la información.
- La aplicación de los lineamientos de la norma ICREA Std-131 2019 permitió establecer una propuesta de diseño en base a parámetros internacionales y normativas locales, de manera que, puedan ser utilizadas por la institución de educación superior para el mejorar el funcionamiento del Centro de Datos y por consiguiente los servicios que se presta a la comunidad universitaria.
- La propuesta de diseño se planteó en base a un estudio previo realizado mediante visitas técnicas y verificación en planos estructurales, para posteriormente realizar la adaptación de los nuevos requerimientos para el Data Center Universitario de Nivel II y permitir escalabilidad a futuro.
- Para una institución de educación superior la implementación de un proyecto de gran magnitud conlleva una elevada inversión de recursos económicos, sin embargo, proporcionar un ambiente adecuado al equipamiento eléctrico y de TI, garantiza una prolongada vida útil de estos y representa un ahorro monetario a largo plazo.
- El diseño planteado pretende mejorar el acceso a los servicios institucionales de manera que, estudiantes, docentes y administrativos puedan acceder de forma remota sin interrupciones o saturaciones en los sistemas que brinda la UPEC.

## RECOMENDACIONES

- El Data Center es un espacio asignado para colocar los equipos de comunicaciones y debe ser utilizado únicamente para este fin, no se permite colocar elementos que no correspondan al funcionamiento del CPD, caso contrario podría generarse averías en algún equipo o mal funcionamiento de los sistemas.
- El personal del departamento de TIC deberá capacitarse para conocer el desempeño de los sistemas instalados en el Data Center y además, posterior a la implementación del sistema deberán conocer las acciones necesarias para realizar mantenimiento preventivo en el CPD.
- La utilización de equipamiento de última tecnología no debería ser considerado un gasto excedente, sino más bien la optimización de recursos considerando siempre la escalabilidad a futuro y el crecimiento de la empresa, en beneficio de la comunidad.
- Los procesos e incidentes que se generen en relación al Data Center deben ser registrados de manera ordenada y sistemática, con la finalidad de plantear mejoras y prevenir que, a futuro se generen nuevamente y puedan provocar graves daños a los sistemas.
- Precautelar la seguridad del equipamiento al interior del Data Center y la información que allí se almacena es de vital importancia, para lo que se recomienda mantener en constante vigilancia el CPD y restringir el paso solamente a personal autorizado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aducarte. (2018). *Generación y Distribución de Electricidad*. Obtenido de [http://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/3.\\_generaci%C3%B3n\\_y\\_distribuci%C3%B3n\\_de\\_electricidad.pdf](http://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/3._generaci%C3%B3n_y_distribuci%C3%B3n_de_electricidad.pdf)
- Aguilar, L. (2017). *Buscando la excelencia en los Data Centers*. Obtenido de <http://www.cudi.edu.mx/cudi2017/presentaciones/ICREA.pdf>
- AguileraExtinción. (Febrero de 2020). *Manual de Instalacion y Mantenimiento NOVEC*. Obtenido de <https://aguilera.es/documentacion/Extinci%C3%B3n%20NOVEC/Manuales/novec-manual.pdf>
- ALFAGENERATORS. (s.f). *¿Qué son las KVA?* Obtenido de <https://alfagenerators.es/kva/>
- ANIXTER. (2008). *Data Center Infrastructure Resource Guide*. Obtenido de <https://www.anixter.com/content/dam/Anixter/Guide/12H0013X00-Data-Center-Resource-Guide-EN-US.pdf>
- APC. (7 de Octubre de 2019). *Manual del usuario de la fuente ininterrumpible de alimentación UPS*. Obtenido de [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=User+guide&p\\_File\\_Name=ASTE-6Z8L9X\\_R0\\_ES.pdf&p\\_Doc\\_Ref=SPD\\_ASTE-6Z8L9X\\_ES](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=User+guide&p_File_Name=ASTE-6Z8L9X_R0_ES.pdf&p_Doc_Ref=SPD_ASTE-6Z8L9X_ES)
- AplicacionesTecnológicas. (s.f.). *Pararrayos y accesorios*. Obtenido de [https://at3w.com/upload/ficheros/02\\_pararrayos\\_y\\_accesorios\\_es.pdf](https://at3w.com/upload/ficheros/02_pararrayos_y_accesorios_es.pdf)
- AutomaticSystem. (2018). *Control de Acceso*. Obtenido de <https://automaticsystemec.com/producto/control-de-acceso/>

- Avelar, V. (2010). *Cálculo del requisito total de potencia para los centros de datos*. Obtenido de Schneider Eléctric: [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_Doc\\_Ref=SPD\\_VAVR-5TDTEF\\_LS](https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=SPD_VAVR-5TDTEF_LS)
- BASOR. (2018). *Guía Técnica GT02*. Obtenido de [https://www.basor.com/assets/downloads/GUIA\\_TECNICA\\_BASOR\\_1.pdf](https://www.basor.com/assets/downloads/GUIA_TECNICA_BASOR_1.pdf)
- BICSI. (2019). *Programa de Estándares Internacionales BICSI*. Obtenido de <https://www.bicsi.org/education-certification/certification/dcdc>
- BICSI. (31 de Enero de 2020). *ANSI/BICSI 002-2019 Mejores prácticas de implementación y diseño de centros de datos*. Obtenido de <https://www.bicsi.org/standards/available-standards-store/single-purchase/ansi-bicsi-002-2019-data-center-design>
- BIGCOM. (2021). *Detección de incendios*. Obtenido de <https://bigcom.com.mx/producto/tubo-de-%C2%BE-para-uso-en-tuber%C3%ADa-de-detecci%C3%B3n-de-humo-por-aspiraci%C3%B3n-2-4-metros-de-longitud-precio-por-pieza-rp-5209s/>
- Brito, E. (8 de Agosto de 2011). *Manual Básico de Sistemas de Aire Acondicionado y Extracción Mecánica de Uso Común en Arquitectura*. Obtenido de [http://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/manual\\_de\\_aire\\_acondicionado.pdf](http://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/manual_de_aire_acondicionado.pdf)
- Calvo, J. (Junio de 2016). *Manual Básico de Seguridad en las Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión*. Obtenido de [https://www.diba.cat/documents/467843/118493136/manual\\_instalaciones\\_electricas\\_web.pdf/5a1f0c34-8aae-4f96-a05b-489d7a295852](https://www.diba.cat/documents/467843/118493136/manual_instalaciones_electricas_web.pdf/5a1f0c34-8aae-4f96-a05b-489d7a295852)
- Campos, J., Lora, E., Meriño, L., Tovar, I., Navarro, A., Quishpe, E., . . . Prias, O. (s.f.). *Corrección del factor de potencia y control de la demanda*. Obtenido de <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Tecnologias/factor.pdf>

- Castilla, N., Blanca, V., Martínez, A., & Pastor, R. (s.f). *LUMINOTECNIA Cálculo según el método de lúmenes*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/art%C3%ADculo%20docente%20%C3%A1lculo%20m%C3%A9todo%20de%20los%20l%C3%BAmenes.pdf>
- CDP. (2016). *DATACENTERS*. Obtenido de [http://cdpups.com/Content\\_Elements/downloads/Catalogs/223-Presentacion%20Artic%20Bunker.PDF](http://cdpups.com/Content_Elements/downloads/Catalogs/223-Presentacion%20Artic%20Bunker.PDF)
- CMC. (2016). *Piso Técnico y Cielo Falso*. Obtenido de <http://www.ingenieriacmc.cl/piso-tecnico-y-cielo-falso.html>
- Company, A. (2019). *Certificación de ICREA*. Obtenido de <https://www.datacenterconsultores.com/es/certificacion-4>
- Córdova, G. (15 de Noviembre de 2019). *¿ Qué es un gabinete o tablero eléctrico?* Obtenido de <https://inducm-ec.com/tableros-electricos-en-ecuador/>
- CorpNewLine. (s.f). *Supresores de Picos y Transientes SPD's*. Obtenido de <https://corpnewline.com/assets/presentaci%C3%B3n-supresores.pdf>
- COSMEL. (2011). *Señalización de emergencia*. Obtenido de <https://www.cosmel.com.ar/producto/se-sa-senalizacion-de-emergencia/>
- Cruz, F. (Noviembre de 2018). *Diseño de Sistemas de Agente Limpio bajo norma NFPA 2001*. Obtenido de <https://anraci.org/wp-content/uploads/2018/11/PRESENTACION-AGENTES-LIMPIOS-JCI-FACM.pdf>
- ctic. (08 de 2018). *Lineamientos y Buenas Prácticas para la implementación de un Centro de Procesamiento de Datos*. Obtenido de [https://www.ctic.gob.bo/wp-content/uploads/2018/08/DocInfraestructura\\_Lineamientos\\_CPD.pdf](https://www.ctic.gob.bo/wp-content/uploads/2018/08/DocInfraestructura_Lineamientos_CPD.pdf)

CyberPowerSystems. (2022). *UPS Modular (SM)*. Obtenido de

[https://www.cyberpower.com/mx/es/product/series/modular\\_ups\\_\(3-phase\)#features](https://www.cyberpower.com/mx/es/product/series/modular_ups_(3-phase)#features)

Data Centers. (2016). Obtenido de Tecnología&Negocios:

[https://www.millicom.com/media/1596/0705\\_whitepaper\\_data\\_center\\_tigo-1\\_final.pdf](https://www.millicom.com/media/1596/0705_whitepaper_data_center_tigo-1_final.pdf)

DatacenterDynamics. (29 de Julio de 2020). *La Industria de Data Centers y su Decisivo Rol en la Pandemia por COVID-19*. Obtenido de

<https://www.datacenterdynamics.com/es/noticias/la-industria-de-data-centers-y-su-decisivo-rol-en-la-pandemia-por-covid-19/>

Del Brocco, A., Zaccagnini, C., & Álvarez, M. (15 de Septiembre de 2016). *Diseño,*

*Construcción y puesta en funcionamiento de un CPD Múltiplo para la Universidad Nacional del Quilmes*. Obtenido de

[https://documentas.redclara.net/bitstream/10786/1069/1/Datacenter\\_UNQ\\_Tical\\_2016.pdf](https://documentas.redclara.net/bitstream/10786/1069/1/Datacenter_UNQ_Tical_2016.pdf)

ESEADE. (Septiembre de 2020). *Área del cuadrado y rectángulo*. Obtenido de

<https://www.eseade.edu.ar/wp-content/uploads/2020/09/Area-de-un-cuadrado-rect%C3%A1ngulo-y-tri%C3%A1ngulo.pdf>

Esplugas, J. (Junio de 2016). *Prevención de riesgos laborales*. Obtenido de Guía para el diseño, uso y mantenimiento de los sistemas de Detección automática de incendios:

[https://www.diba.cat/documents/467843/96195101/P1E07011GuiaDeteccion\\_automatica\\_incendios\\_Asepeyo.pdf/fea05314-5cd8-4f9d-89c3-09c64f1eeb18](https://www.diba.cat/documents/467843/96195101/P1E07011GuiaDeteccion_automatica_incendios_Asepeyo.pdf/fea05314-5cd8-4f9d-89c3-09c64f1eeb18)

*Estándares BICSI*. (2 de Octubre de 2019). Obtenido de <https://blog.siemon.com/standards/bicsi>

FibraMarket. (2018). *Cables de Fibra Óptica*. Obtenido de <https://www.fibramarket.com/cables-fibra-optica-mexico/>



- FIRECONTROL. (2016). *Sistema de Seguridad Electrónica CCTV (Circuito Cerrado de Televisión)*. Obtenido de <http://firecontrol.com/sistema-de-seguridad-electronica/>
- FIRMESA. (2016). *Aire acondicionado de precisión SY-G Serie PP*. Obtenido de <https://firmesa.com/productos/climatizacion/aires-acondicionados/aire-acondicionado-de-precision/serie-pp-10-kw-a-30-kw-2>
- FIRMESA. (2016). *SY-G SERIE PP*. Obtenido de <https://firmesa.com/productos/climatizacion/aires-acondicionados/aire-acondicionado-de-precision/serie-pp-10-kw-a-30-kw-2>
- García, A., & Iglesias Enríque, A. A. (2016). *El impacto de la infraestructura digital en los objetivos de Desarrollo sostenible*.
- García, G. (6 de Agosto de 2020). *METACOM*. Obtenido de El Estándar TIA-942: <https://cetmetacom.cl/ftecnicas/estandar-tia-942.pdf>
- GlobalDistribuidor. (2020). *Extintor Halotron I*. Obtenido de <http://www.globaldistribuidor.ec/index.php/es/productos/equipos-contra-incendio/extintores-portatiles/item/18-extintor-halotron-i>
- GrupoCOFITEL. (2014). *Grupo Cofitel*. Obtenido de <https://www.c3comunicaciones.es/data-center-el-estandar-tia-942/>
- HIKVISION. (2020). *Soluciones de Servicio de Seguridad Convergente*. Obtenido de <https://www.hikvision.com/es-la/>
- Hogan, M. (11 de Enero de 2018). Data Center. *Big Data*. Obtenido de [https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-32001-4\\_299-1.pdf](https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-32001-4_299-1.pdf)
- Hostname. (18 de Noviembre de 2013). *Data Center: Qué son y cómo se clasifican*. Obtenido de <https://www.hostname.cl/blog/clasificacion-de-data-center>

- IBERTRONICS. (2018). *Latiguillos Fibra Óptica*. Obtenido de <https://www.ibertronics.com/Redes/Cableado/Lati-FIBRA>
- ICREA. (2019). *Acerca de ICREA*. Obtenido de <https://icrea-international.org/somos/>
- ICREA. (2019). *Certificaciones ICREA*. Obtenido de <https://icrea-international.org/requisitos-para-auditorias/>
- ICREA. (2019). *Criterios Generales de Certificación ICREA 2019*. Obtenido de [https://icrea-international.org/wp-content/uploads/2019/08/Criterios\\_Generales\\_de\\_Certificacion.pdf](https://icrea-international.org/wp-content/uploads/2019/08/Criterios_Generales_de_Certificacion.pdf)
- ICREA. (2019). *NORMA INTERNACIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPAMIENTO DE AMBIENTES PARA EL EQUIPO DE MANEJO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y SIMILARES*. Obtenido de <https://fliphtml5.com/endqj/gspd/basic/251-300>
- ICREA. (2019). *NORMA INTERNACIONAL PARA LA CONSTRUCCION E INSTALACIÓN DE EQUIPAMIENTO DE AMBIENTES PARA EL EQUIPO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y SIMILARES*.
- Industry, D. (2021). *Clavija NEMA*. Obtenido de <https://www.directindustry.es/prod/mueller-plastik-gmbh/product-61811-2067473.html>
- Inga, C. (15 de Diciembre de 2013). *Equipamiento eléctrico para diseño de Data Center*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/cesaringazapata/presentacin-data-center-telecomunicaciones>
- JASSATELECOM. (2022). *Servicios Integrales*. Obtenido de <https://jassatelecom.com/>
- JohnsonControls. (Noviembre de 2018). *DISEÑO DE SISTEMAS DE AGENTE LIMPIO BAJO NORMA NFPA 2001*. Obtenido de <https://anraci.org/wp-content/uploads/2018/11/PRESENTACION-AGENTES-LIMPIOS-JCI-FACM.pdf>

- LaSalle. (10 de Marzo de 2019). *El Estándar TIA 942 y los TIER*. Recuperado el Enero de 2021, de <https://blogs.salleurl.edu/es/el-estandar-tia-942-y-los-tier>
- LCWIKI. (13 de Octubre de 2017). *Etiquetado*. Obtenido de <http://intrusos.info/doku.php/cpd:etiquetado>
- LEDEX. (2019). *Catálogos iluminación*. Obtenido de [https://www.esersum.com.ec/CATALOGOS/3-suministros/Iluminacion/1\\_ledex/1-Catalogo-General-de-Iluminacion.pdf](https://www.esersum.com.ec/CATALOGOS/3-suministros/Iluminacion/1_ledex/1-Catalogo-General-de-Iluminacion.pdf)
- Legrand. (20 de Septiembre de 2018). *UPS Sistema de Alimentación Ininterrumpida*. Obtenido de [https://www.legrand.com.co/PDF/Sistemas\\_de\\_Alimentacion\\_Ininterrumpida\\_UPS\\_Legrand.pdf](https://www.legrand.com.co/PDF/Sistemas_de_Alimentacion_Ininterrumpida_UPS_Legrand.pdf)
- LIKUSTA. (2022). *CONSTRUCCIÓN DE ARMARIOS ELÉCTRICOS Y TECNOLOGÍA DE CONTROL*. Obtenido de <https://www.likusta.com/es/productos/armarios-electricos-y-tecnologia-de-control/armarios-electricos-y-tecnologia-de-control/>
- LOT. (18 de Febrero de 2015). *Ley Orgánica de Telecomunicaciones*. Obtenido de <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2016/03/ley-organica-de-comunicacion.pdf>
- Mac, E. (27 de Febrero de 2019). *Convertir BTU a KW*. Obtenido de <https://www.geniolandia.com/13074149/como-calcular-la-cantidad-de-condensado-por-cantidad-de-vapor>
- Mathematics, D. (2008). *Discovering Geometry an Investigative Approach*. Obtenido de <https://mottersheadmath.files.wordpress.com/2012/08/condensed-lessons-in-spanish.pdf>

- MINTEL. (2016). *Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de Información del Ecuador 2016-2021*. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2016/08/Plan-de-Telecomunicaciones-y-TI..pdf>
- MINTEL. (s.f.). *Valores, Misión y Visión* . Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/valores-mision-vision/>
- mntnet. (9 de Mayo de 2016). *Seguridad física en el Data Center: las cuatro capas de protección*. Obtenido de <https://www.mtnet.com.mx/blog/seguridad-fisica-en-el-data-center-las-cuatro-capas/>
- MPcontrol. (2016). *Montaje de Cuadros eléctricos*. Obtenido de <http://www.mpcontrol.es/index.php/productos/armarios-de-automatizacion-control-y-adquisicion-de-datos/>
- MTnet. (20 de Septiembre de 2017). *¿Qué es el estándar TIER del Uptime Institute y de que sirve tener un data center certificado?* Obtenido de <https://www.mtnet.com.mx/blog/que-es-el-estandar-tier-del-uptime-institute-y-de-que-sirve-tener-un-data-center-certificado/>
- mntnet. (13 de Noviembre de 2017). *Estándares internacionales para el centro de datos* . Obtenido de <https://www.mtnet.com.mx/blog/estandares-internacionales-para-el-diseno-de-centros-de-datos/>
- Networks, K. (1 de Agosto de 2019). *¿Qué es un Data Center?* Obtenido de <https://www.kionetworks.com/blog/data-center/qu%C3%A9-es-un-data-center>
- Networks, O. (22 de Enero de 2020). *¿Qué es un Data Center y cual es su importancia?* Obtenido de <https://www.optical.pe/blog/que-es-un-data-center-y-cual-es-su-importancia/>

- NEXXT. (13 de Mayo de 2020). *Energía Eléctrica: el combustible de un data center 24/7*.  
Obtenido de <https://www.datacenterdynamics.com/es/features/energ%C3%ADa-el%C3%A9ctrica-el-combustible-de-un-data-center-247/>
- NFPA. (2016). *NFPA 10*. Obtenido de <http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Norma-NFPA-10.pdf>
- Onofre, D. (Febrero 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 <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4330/1/04%20RED%20047%20TESIS.pdf>
- Pacio, G. (8 de Mayo de 2017). *Data Centers Hoy*. Obtenido de <http://www.datacentershoy.com/>
- PANDUIT. (2020). *Organizadores de cables horizontales*. Obtenido de <https://www.syscom.mx/producto/WMP1E-PANDUIT-80387.html>
- PEMSA. (Febrero de 2018). *Cable Management System*. Obtenido de <http://setel.org/archivos/PEMSA%20Catalogo-general-de-producto-501.pdf>
- PEMSA. (Abril de 2020). *Cable Management Solutions*. Obtenido de [https://www.pemsa-rejiband.com/wp-content/uploads/2020/04/CatGral504\\_W-FINAL.pdf](https://www.pemsa-rejiband.com/wp-content/uploads/2020/04/CatGral504_W-FINAL.pdf)
- Pinterest. (2020). *Construcción, acondicionamiento y remodelación de Data Center*. Recuperado el 28 de Junio de 2021, de <https://www.pinterest.com.mx/pin/145170787967414109/>
- PNUMA. (2016). *Manual del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la Capa de Oono*. Obtenido de <https://observatoriop10.cepal.org/sites/default/files/documents/treaties/mp-handbook-2016-spanish.pdf>

- POLYGROUP. (2017). *Panel Perforado GAMAFLOOR G17*. Recuperado el 23 de Julio de 2021, de <https://accessfloorpolygroup.com/wp-content/uploads/Polygroup-dt-Panel-G17-cas.pdf>
- Poma, M. (2017). *Sistema de Pararrayos y su importancia en la seguridad*. Obtenido de <http://www.citeenergia.com.pe/wp-content/uploads/2016/09/paper-sistema-pararrayos>
- QUEST. (18 de Noviembre de 2019). Obtenido de <http://www.questinter.com/gf-2604#>
- Ramírez, J., & Godínez, O. (2016). Diseño de Distemas Digitales. *developNetwork*, 24-25. Obtenido de [https://issuu.com/masgeek/docs/developnetwork\\_febrero\\_2016/26](https://issuu.com/masgeek/docs/developnetwork_febrero_2016/26)
- Ramirez, J., & Godínez, O. (Febrero de 2016). *La seguridad de un Centro de Datos*. Obtenido de [http://www.semanticwebbuilder.org.mx/es\\_mx/swb/La\\_seguridad\\_en\\_un\\_Centro\\_de\\_Datos](http://www.semanticwebbuilder.org.mx/es_mx/swb/La_seguridad_en_un_Centro_de_Datos)
- REMBRAK. (8 de Septiembre de 2020). *Qué es un tablero de Transferencia automática*. Obtenido de <https://www.rembrak.com/blogs/aprende-con-rembrak/que-es-un-tablero-de-transferencia-automatica>
- RIMAC. (20 de Septiembre de 2017). *Detectores automáticos de humo*. Obtenido de <https://prevencionrimac.com/riesgopatrimoniales/articulo/Detectores-Automaticos-De-Humo>
- RNDS. (s.f.). *Sistemas de detección de humo por aspiración*. Obtenido de [http://www.rnds.com.ar/articulos/038/rnds\\_076w.pdf](http://www.rnds.com.ar/articulos/038/rnds_076w.pdf)
- Rodríguez, F. (2017). *Elementos de Conexión*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/megafoniaysonorizacionfernando/megafonia-y-sonido/4-7-elementos-de-conexion>
- Rojas, G. (2016). *Manual de Sistemas de Puesta a Tierra*. Caracas.

- Rojas, G. (Abril de 2018). Grupos Electrógenos Principios Básicos. *GEDISA*, 1-2. Obtenido de <http://www.gedisa.com.ve/boletin/pdf/20.%20GRUPO%20ELECTROGENOS%20PRINCIPIOS%20BASICOS.pdf>
- SAFE. (Febrero de 2021). *DETECTOR DE HUMO POR ASPIRACIÓN* . Obtenido de <https://www.blacksteel.pe/producto/detector-de-humo-por-aspiracion-safe-asd-720/>
- SAMSUNG. (19 de Agosto de 2021). *Aire acondicionado ¿Qué es un BTU y como calcular el tamaño correcto?* Obtenido de <https://www.samsung.com/co/support/home-appliances/air-conditioning-what-is-btu-in-an-air-conditioning-and-how-to-calculate-the-correct-size/>
- Sánchez, F. (17 de Febrero de 2020). *Problemáticas y Riesgos a considerar en el Data Center*. Obtenido de <https://blog.smartekh.com/4-de-las-principales-problematicas-y-riesgos-en-los-data-center>
- Sánchez, V. (Mayo de 2019). *¿Qué significa sustentabilidad?* Obtenido de [https://ceiba.org.mx/publicaciones/Consejo%20Editorial/190501\\_QueeslaSustentabilidad\\_VictorSS.pdf](https://ceiba.org.mx/publicaciones/Consejo%20Editorial/190501_QueeslaSustentabilidad_VictorSS.pdf)
- SchneiderElectric. (2016). *Soluciones de Enfriamiento para Equipo de TI*. Obtenido de [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=Catalog&p\\_File\\_Name=Catalogo+Soluciones+de+Enfriamiento+de+Centro+de+Datos.pdf&p\\_Doc\\_Ref=CAT\\_SOLENF\\_CENDAT\\_ES](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=Catalogo+Soluciones+de+Enfriamiento+de+Centro+de+Datos.pdf&p_Doc_Ref=CAT_SOLENF_CENDAT_ES)
- SchneiderElectric. (2021). *Unidad Smart UPS 6kVA y 208V, para montaje en rack*. Obtenido de <https://www.se.com/mx/es/product/SURT6KRMXL3U-TF5/unidad-smartups-rt-de-apc-6-kva-y-208-v-para-montaje-en-rack-con-transformador-reductor-de-208-v-a-120-v-2-u/>

- SIEMON. (04 de Julio de 2019). *SIEMON:Versapod*. Obtenido de <https://cpvmicro.com/siemon-versapod/>
- SMV, E. (2018). *Bandejas Portacables ranuradas*. Obtenido de <http://www.corporacionelectrosvm.com/productos/bandejas-portacables-ranurada/>
- SOPORTELAN. (02 de Octubre de 2019). *Estándar para Edificios Comerciales TIA/EIA 569 A*. Obtenido de <https://soportelan.com/2019/10/02/estandar-para-edificios-comerciales-tia-eia-569-a/>
- Suárez, I., Escobar, A., & Vacca, H. (enero de 2019). Unidades de Climatización para centro de datos. *Vínculos*. Obtenido de <http://oaji.net/articles/2020/3374-1587684508.pdf>
- T&N. (2017). *Data Center*. Obtenido de Tecnología & Negocios : [https://www.millicom.com/media/1596/0705\\_whitepaper\\_data\\_center\\_tigo-1\\_final.pdf](https://www.millicom.com/media/1596/0705_whitepaper_data_center_tigo-1_final.pdf)
- Talius. (2020). *Sistemas de Alimentación Ininterrumpida*. Obtenido de <https://talius.tech/sistemas-de-alimentacion-ininterrumpida-sais-que-es-y-tipos/>
- Technologies, A. P. (2022). *Modos de transición del interruptor de transferencia automática (ATS)*. Obtenido de <https://www.ascopower.com/mx/es/resources/articles/automatic-transfer-switch.jsp>
- TELEPARTES. (2012). *Accesorios piso técnico elevado*. Obtenido de <http://www.telepartes.com.pe/productos/p/piso-tecnico-elevado/ventosa-y-pasacables>
- TELEPARTES. (2012). *Piso Técnico Elevado*. Obtenido de <http://www.telepartes.com.pe/productos/p/piso-tecnico-elevado/baldosas-laminadas>
- UNE. (2021). *Sistemas fijos de lucha contra incendios*. Obtenido de <https://www.une.org/>
- UPEC. (2020). *Universidad Politécnica Estatal del Carchi*. Obtenido de <https://www.upec.edu.ec/>



UPEC. (2020). *Universidad Politécnica Estatal del Carchi*. Obtenido de

<https://www.upec.edu.ec/>

UptimeInstitute. (22 de Septiembre de 2017). *Certificación Tier*. Obtenido de

<https://es.uptimeinstitute.com/tier-certification>

UptimeInstitute. (2020). *Data Center Industry Survey Results*. Obtenido de

<https://es.uptimeinstitute.com/>

VETO. (2020). *Tomacorriente con tierra aislada 2P+E*. Obtenido de

<https://vetolectric.com/wp-content/uploads/2020/06/FTPLA90443.pdf>

Web, S. (13 de Julio de 2020). *¿Qué son TIER de los Data Center y cómo afectan a mi hosting?*

Obtenido de <https://www.internetya.co/que-son-los-niveles-tier-de-los-data-centers-y-esto-como-afecta-mi-sitio-web/>

## ANEXOS

### ANEXO A. POLÍTICAS DE INGRESO Y USO DEL DATA CENTER

#### UNIVERSITARIO

En el presente tópico, se proporciona una guía con normas de buenas prácticas para uso y manejo de los sistemas instalados en el Data Center Universitario. En los literales a continuación se denominará “La Empresa” a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y por consiguiente se denominará “Usuarios” al personal de TICS que ingrese hacia esta área, por otra parte, el Data Center Universitario se denominará CPD.

- Para el ingreso al CPD, se requiere que los usuarios registren su entrada y salida en una bitácora de registro de actividades, así como también las labores que desempeñen en su estancia dentro del CPD como pueden ser mantenimiento, corrección de errores, instalación de equipamiento, etc.
- El acceso al CPD únicamente debe permitirse a autorizados y de confianza, para ello se prevé utilizar el sistema biométrico que se instalará en la puerta de ingreso al CPD, este sistema solicitará la contraseña o la verificación de la huella digital. Las claves no podrán ser prestadas ni divulgadas a personas que no pertenezcan al área de TICS.
- Los usuarios que ingresen al CPD deben portar una manilla antiestática para evitar descargas eléctricas al tocar equipamiento metálico.
- El área del CPD, debe estar limpia y libre de elementos que externos a los requeridos para el funcionamiento de los sistemas instalados en el CPD, de ninguna manera se permite la colocación de material inflamable al interior, como es cartón, papel o desechos de cualquier tipo.

- El CPD debe mantenerse limpio y organizado en todo momento, no puede existir ningún tipo de desecho al interior, dado el caso, los usuarios tiene la obligación de remover cualquier elemento que no corresponda al funcionamiento del CPD.
- Posterior a la realización de cualquier actividad en el CPD, los usuarios deben controlar y asegurarse que el cableado se encuentre conectado en sus respectivas terminales e instalados y organizados en los gabinetes correctamente.
- En el área interna del CPD no se permite ingresar ningún tipo de alimento ni bebida.
- Se prohíbe estrictamente fumar dentro del CPD, para evitar activar de manera errónea el sistema de detección y extinción de incendios.
- Para el traslado de equipamiento pesado hacia el interior o exterior del CPD, se debe utilizar una carretilla con llanta de caucho, esto evitar arrastrar los equipos, dañarlos y por ende dañar el piso técnico.
- Para procurar el cuidado del equipamiento eléctrico no se permite conexiones en cadena de varios PDU, esto con la finalidad de no sobrecargar los circuitos y que estos funcionen correctamente.
- Se prohíbe el ingreso al CPD de elementos externos tales como: explosivos, armas, químicos, drogas, artículos electromagnéticos, cámaras de video, a fin de precautelar la integridad de los equipos instalados en el interior.
- EL equipo de TIC se reserva el derecho de inspeccionar todos los objetos que ingresan o salen del CPD.
- Los usuarios del CPD no pueden hacer mal uso o abusar de la propiedad y equipos pertenecientes a la empresa.

- El CPD deberá mantenerse monitoreado continuamente mediante el personal correspondiente durante las 24 horas.

**ANEXO B. GUÍA CRITERIOS DE DISEÑO DATA CENTER UPEC**

**CRITERIOS DE DISEÑO DATA CENTER UNIVERSITARIO UPEC**



**Elaborado por:** Dayra Liceth Figueroa Villarreal

**Norma aplicada:** ICREA Std-131-2019

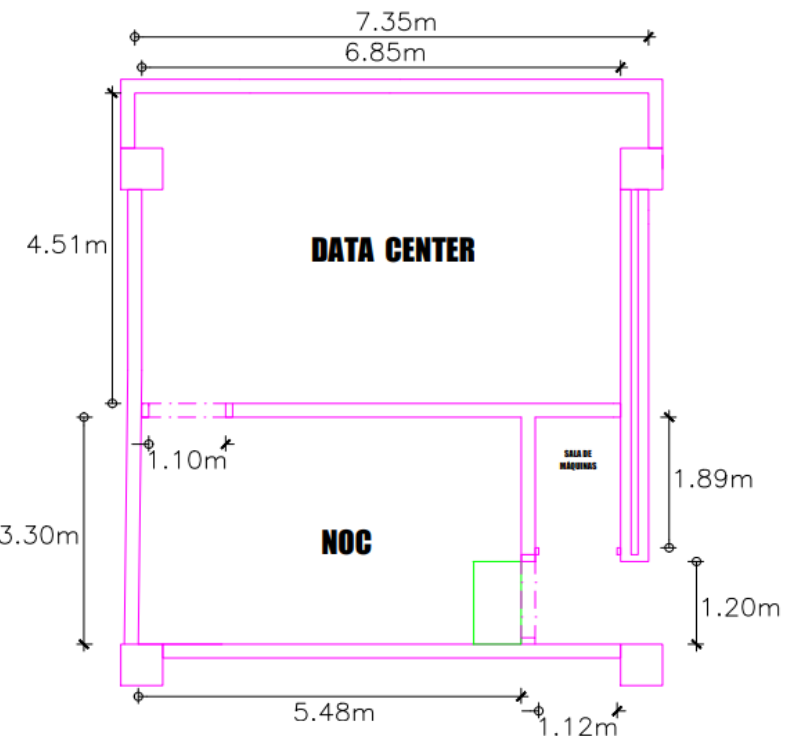
**Área Responsable:** Centro de TICS y Departamento de Infraestructura

**SISTEMA DE ÁMBITO**

**Descripción:** El sistema de ámbito analiza los aspectos técnicos de la infraestructura física del Centro de Datos, en esta sección se proporciona las directrices específicas sobre las condiciones adecuadas para el ambiente en el que se pretende instalar el Data Center Universitario.

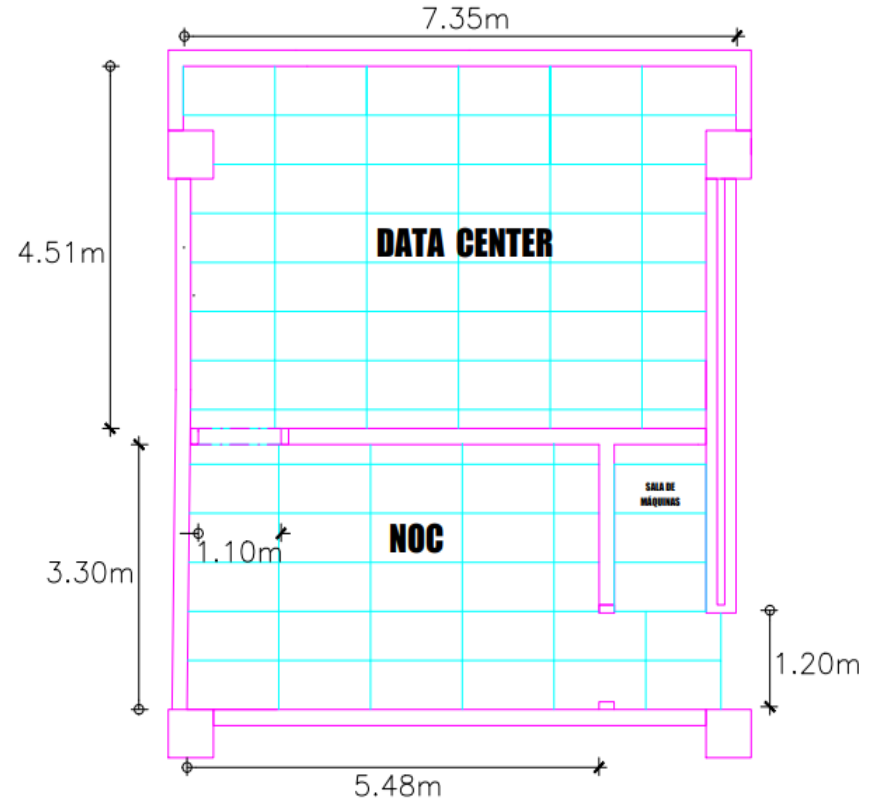
	<b>Descripción</b>	<b>Especificaciones Técnicas</b>
<b>Obra civil</b>	La sección de Obra civil se refiere a la localización y condiciones del ambiente destinado para la instalación del Data Center Universitario, se recomienda un cerrado hermético de las inmediaciones del cuarto.	<p><b>Ubicación:</b> Planta Alta 1</p> <p><b>Dimensión:</b> 30,9m<sup>2</sup></p> <p><b>Altura:</b> 3m</p> <p><b>Hermeticidad:</b> Sin Ventanas, construcción de muros desde el piso hasta la losa, sin orificios de ningún tipo.</p> <p><b>Muros:</b> Construcción en ladrillo macizo, recubrimiento plano de concreto.</p>

		<p><b>Acabados:</b> Lisos, pintura con material lavable y auto extingüible, color blanco.</p> <p><b>Pintura epóxica:</b> Desde el piso verdadero hasta la sección de instalación de piso falso (30cm) se recubre con pintura epóxica color rojo ladrillo incluido el piso en su totalidad.</p> <p><b>Pintura ignífuga:</b> Las paredes internas se deben recubrir de pintura ignífuga la cual previene la expansión del fuego rápidamente.</p> <p><b>Pintura intumescente:</b> Las paredes exteriores del Data Center se deben recubrir de pintura intumescente como medio de prevención pasiva contra incendios.</p>
--	--	---

		<p><b>Ilustración 1</b> <i>Dimensiones y forma del CPD</i></p> 
<p><b>Cielo Falso</b></p>	<p>Instalación de paneles se cielo falso desmontables de tipo CLEAN ROOM rectangulares</p>	<p><b>Cantidad:</b> 45 paneles  <b>Dimensiones panel:</b> 1,22m x 0,61m x 0,06m  <b>Material panel:</b> Fibra mineral, panel color blanco, biodegradables  <b>Distancia de suspensión de paneles:</b> 40cm  <b>Suspensión:</b> Sujeto a la losa mediante tirantes y rieles metálicos recubiertos con agentes antiestáticos</p>

**Ilustración 2**

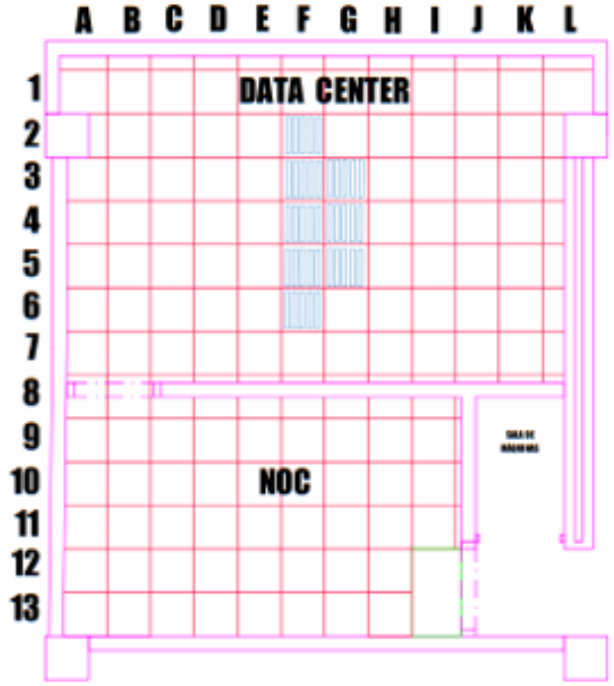
*Ubicación de paneles de cielo falso*





<p style="text-align: center;"><b>Piso Técnico</b></p>	<p>Piso técnico modular fácil de remover, en su interior se traslada el cableado de comunicaciones, eléctrico, sistema de puesta a tierra de gabinetes y paso de aire frío para climatización.</p>	<p><b>Cantidad:</b> 96 paneles</p> <p><b>Dimensiones:</b> 0,60m x 0,60m</p> <p><b>Distancia de montaje:</b> 30 cm</p> <p><b>Montaje:</b> 115 pedestales con sus respectivos travesaños fabricados en acero galvanizado, placa superior del pedestal de 0,10m x 0,10m</p> <p>Para evitar la fuga de aire perimetral</p> <p><b>Carga concentrada:</b> 204kg</p> <p><b>Accesorio succionador de piso:</b> Ventosa doble para retiro de piso falso</p> <p><b>Paneles perforados:</b> 8 rejillas de suelo perforadas de acero con un índice de ventilación de 17%</p> <p><b>Rampa de ingreso:</b> Rampa de 12° de inclinación, ubicada en el área de ingreso al NOC.</p> <p><b>Dimensiones rampa:</b> 0,30m altura x 1,41m base x 1,44m largo.</p> <p><b>Material de cubierta rampa:</b> antiderrapante</p> <p><b>Soportes de rampa:</b> Deberá sujetarse mediante pedestales para rampa.</p>
--	--	--

		<p><b>Ilustración 3</b> <i>Localización de paneles de piso técnico</i></p>
--	--	--

		 <p>La localización se realiza mediante una cuadrícula:  Eje X: A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L  Eje Y: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13</p>
--	--	--

<p><b>Iluminación</b></p>	<p>El Cuarto de equipos requiere disponer una iluminación de 450 luxes, de tal manera que se abarque todo el plénum del CPD, las luminarias destinadas para esta sección se colocarán montadas</p>	<p><b>Tipo de Luminaria:</b> Tipo rejilla de aluminio con arreglo de 3 tubos LED de luz blanca.  <b>Potencia luminarias:</b> 18W por cada tubo LED  <b>Voltaje de trabajo:</b> 110V  <b>Dimensiones de tubo LED:</b> 1,20m x 0.026m</p>
---------------------------	--	---

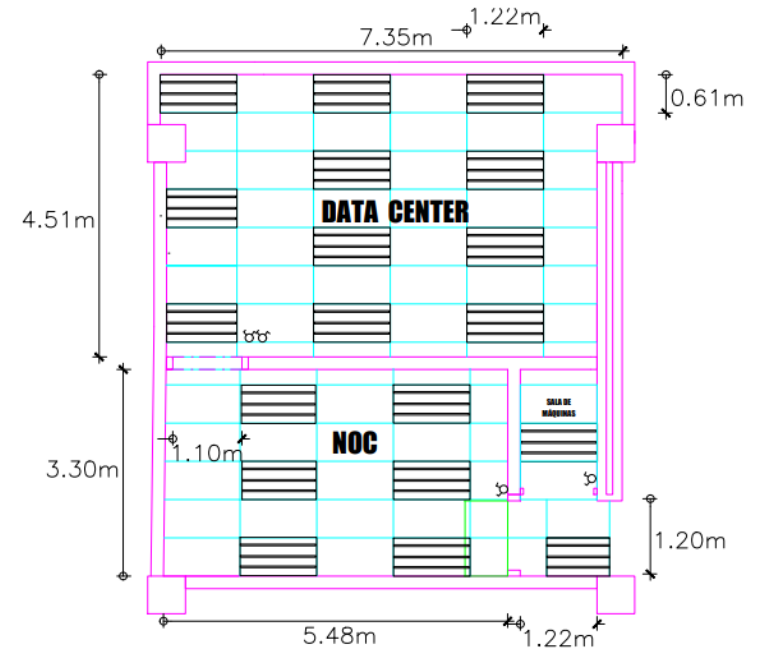
deberán tener las mismas dimensiones de los paneles de cielo falso.

**Número de luminarias:** 11 arreglos de luminaria

**Número de interruptores:** dos interruptores dobles

**Ilustración 4**

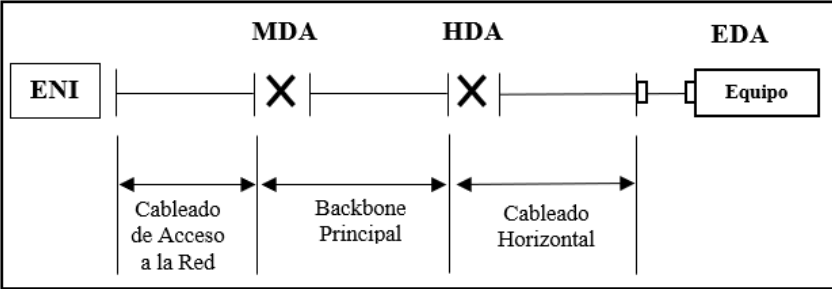
*Ubicación de luminarias e interruptores en el CPD*



## CRITERIOS DE DISEÑO DATA CENTER UNIVERSITARIO UPEC



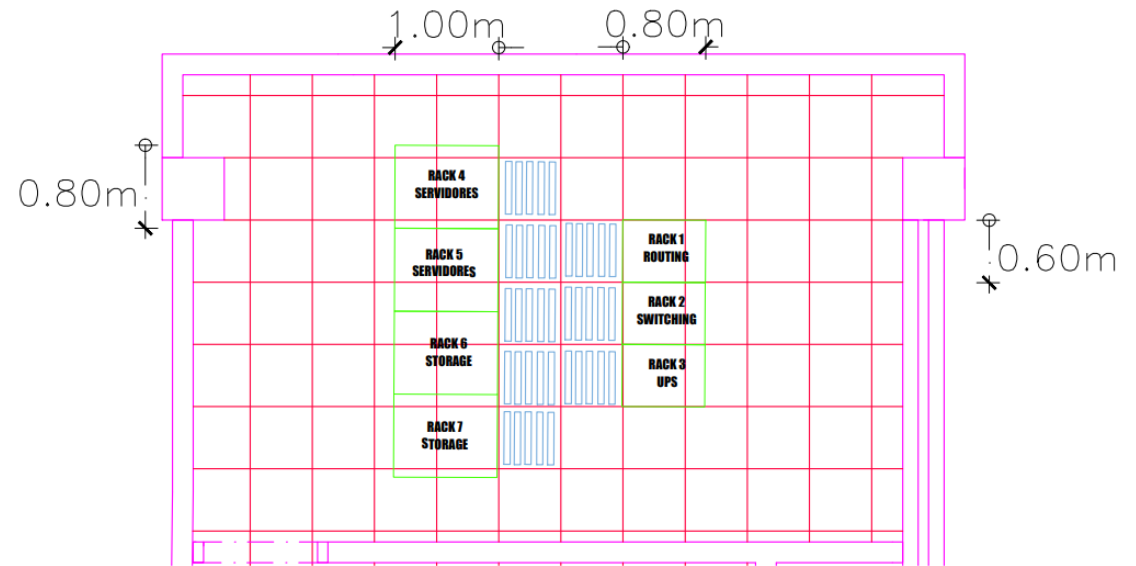
<b>Elaborado por:</b> Dayra Liceth Figueroa Villarreal	<b>Norma aplicada:</b> ICREA Std-131-2019	<b>Área Responsable:</b> Centro de TICS
<b>SISTEMA DE COMUNICACIONES</b>		
<b>Descripción:</b> Encargado de procurar el desempeño en la transmisión de información entre equipos de red, servidores y equipamiento para el almacenamiento de datos.		
	<b>Descripción</b>	<b>Especificaciones Técnicas</b>
Elementos funcionales y subsistemas	El Nivel II especifica que se requiere redundancia en el cableado de Acceso a la red, es decir dos enlaces de conexión, Cedia y Telconet.	Elementos funcionales: Interfaz de red Externa (ENI), Área de Distribución Principal (MDA), Área de Distribución Horizontal (HDA) y Área de Distribución de Equipos (EDA).  Subsistemas: Cableado de acceso a la red, Backbone principal y Cableado horizontal.

		<p><b>Ilustración 5</b> <i>Elementos funcionales y sistemas Data Center UPEC</i></p> 
<p>Diseño y ubicación de gabinetes de comunicaciones</p>	<p>Los gabinetes utilizados son de tipo INDOOR para piso, se distribuyen en la zona del plénum del CPD</p>	<p><b>Número de gabinetes:</b> 7  <b>Arreglo Rack:</b> Primera fila: Rack Routing, Rack Switching, Rack UPS                  Segunda Fila: Rack Servidores 1, Rack Servidores 2, Rack Storage 1, Rack Storage 2.  <b>Gabinetes:</b> 3 gabinetes 45U Rack y 4 gabinetes de 42U Rack  <b>Dimensiones:</b> 45U - 0,80m ancho x 1m profundidad                  42U – 0,60m ancho x 0,80m profundidad.  <b>Material:</b> Acero laminado en frío con esquinas hexagonales, acabados de pintura electrostática.  <b>Características eléctricas:</b> Cable equipotencial superficies metálicas, barraje a tierra.</p>

**Capacidad de carga:** Carga estática 997kg y 117 en carga dinámica  
**Características:** El gabinete debe permitir el intercambio de aire frío y caliente, puerta frontal dividida en dos hojas, puertas frontales y posteriores con micro perforaciones hexagonales del 80%, paneles laterales desmontables, ranuras de ingreso de cableado en la zona superior e inferior del gabinete.

**Ilustración 6**

*Ubicación de gabinetes sobre el plenum del CPD*



**Organización del cableado** La organización del cableado se realizará de

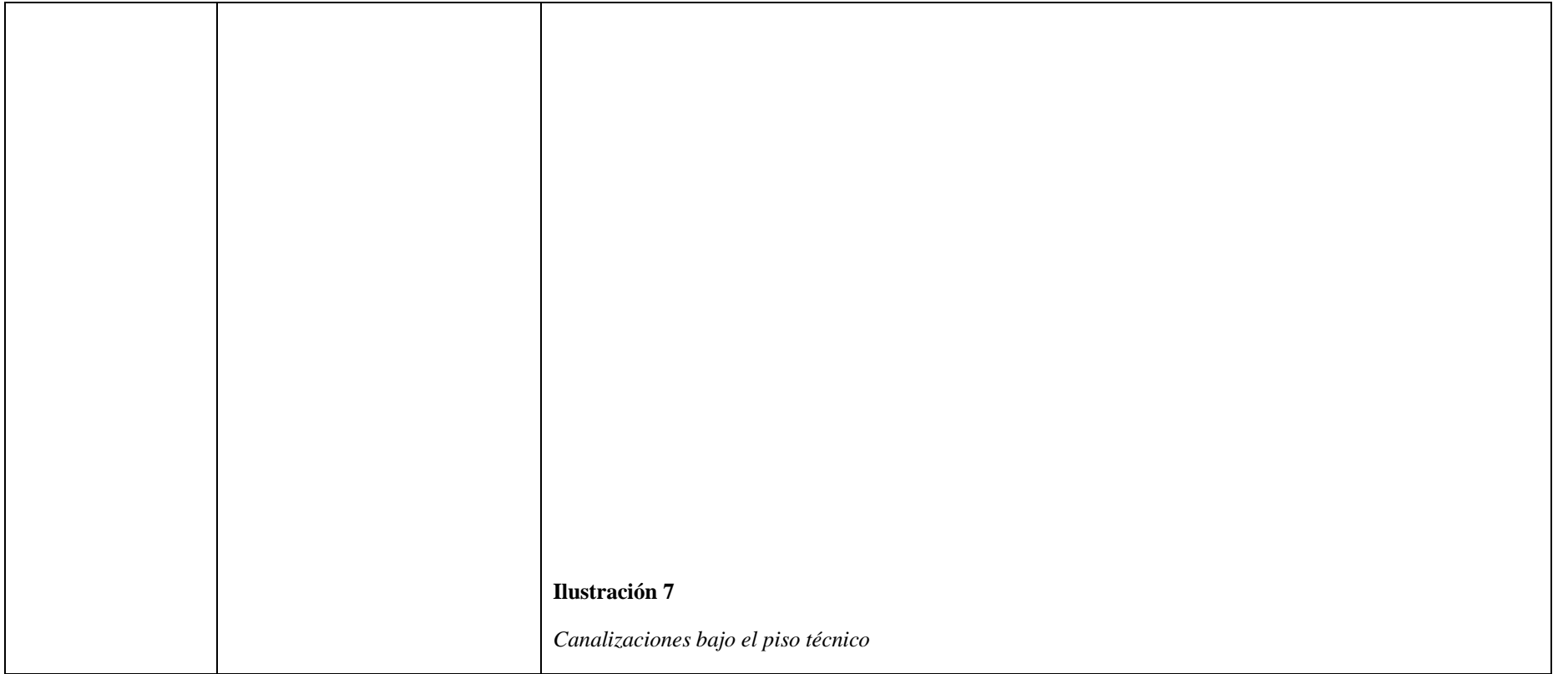
**Espacios diseñados para cableado:** postes remetidos en las esquinas del gabinete.

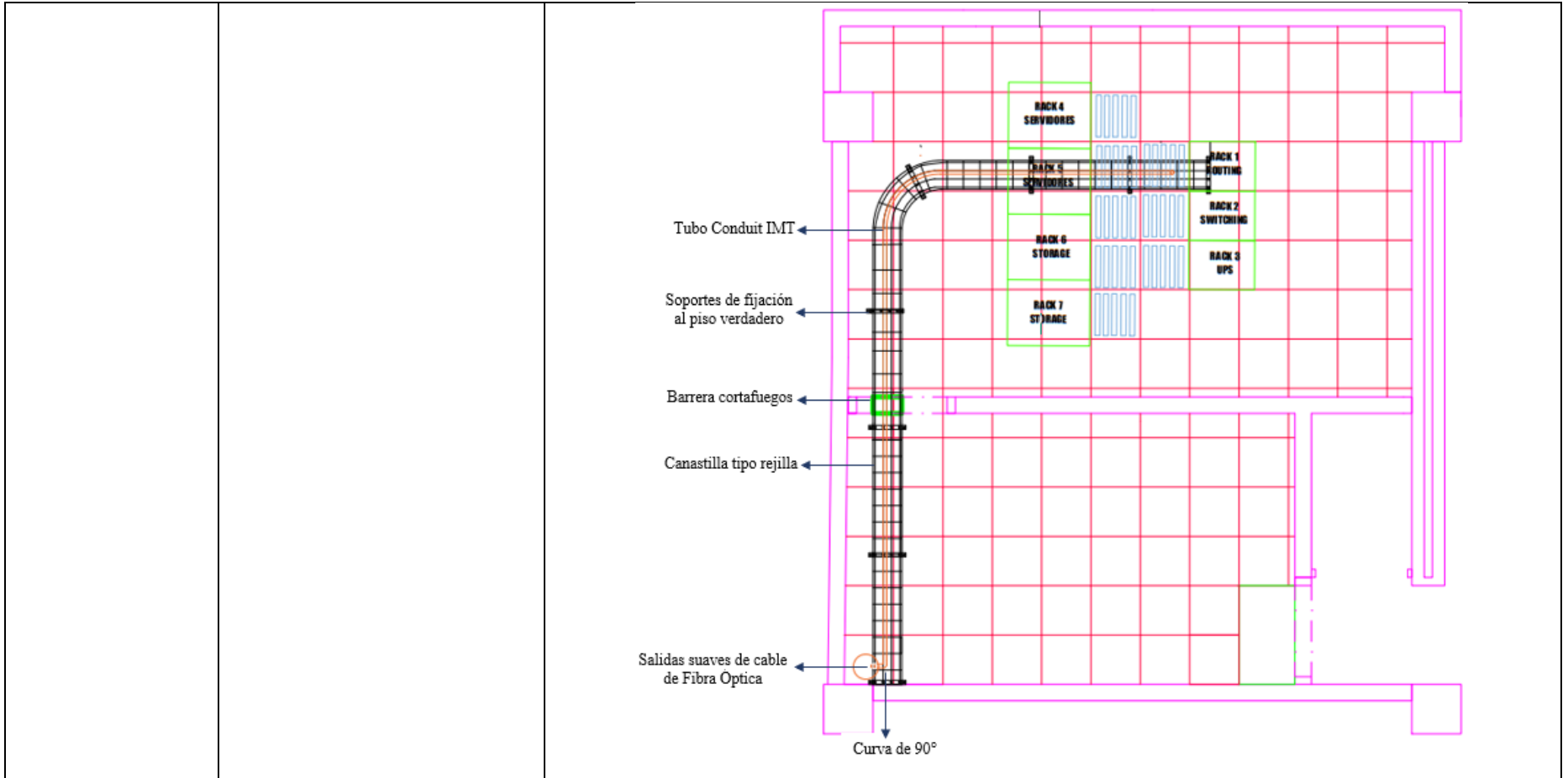
	<p>manera vertical de acuerdo con lo que plantea la forma ZERO-U (Cero unidades de rack).</p>	<p><b>Puntos de acceso del cableado:</b> En la sección superior e inferior se permite el enrutamiento y canalización del cableado entre equipos.</p> <p><b>Bandejas Verticales:</b> Instalación entre gabinetes adyacentes para organización del cableado.</p> <p><b>Dedos para organizadores de cableado:</b> los organizadores de 4 o 6 pulgadas, es posible colocarse al lado de cada espacio vertical Zero-U.</p> <p><b>Canales Zero-U:</b> Permite enrutar el cableado de manera correcta.</p> <p><b>Organizadores de cable End-Of-Row:</b> Se colocan al final de las filas de manera vertical.</p> <p><b>Organizadores horizontales:</b> 2U, debe disponer bisagras para permitir el acceso del cable sin retirar la tapa frontal del organizador.</p>
<p><b>Especificaciones de cableado estructurado</b></p>	<p>El cableado utilizado será UTP y de fibra óptica</p>	<p><b>Cableado UTP:</b> CAT 6<sup>a</sup> o superior (500MHz), utilizado para backbone en cada edificio y cableado horizontal. Los enlaces no deberán superar los 100m.</p> <p><b>Curvatura e instalación:</b> Las instalaciones deben considerar las recomendaciones dadas por el fabricante, entre las más sobresalientes se encuentran: no deformar la geometría del cable, no exceder la tensión de jalado, no exceder el radio de curvatura, usar sujetas cables para organizar el cableado, verificar el destrenzado máximo, no sobrepasar la temperatura máxima, etc.</p> <p><b>Conectores:</b> RJ-45 de ocho posiciones Cat 6 A</p> <p><b>Cableado de Fibra óptica:</b> Fibra multimodo OM4</p> <p><b>Máxima distancia FO:</b> 400m</p>



		<p><b>Curvatura e instalación FO:</b> No exceder la tensión máxima de jalado ni el radio de curvatura que indique el fabricante, mantener pulcritud en el cableado, conectores y adaptadores de FO.</p> <p><b>Conectores FO:</b> Conectores tipo LC simplex o dúplex, wi las conexiones se consideran de alta densidad se recomienda realizar conexiones con conectores MTP, utilizando módulos de conexión plug and play.</p>
<p><b>Canalizaciones y espacios para comunicaciones</b></p>	<p>Encargado del transporte de cableado, establece parámetros para proporcionar continuidad, seguridad y óptimas condiciones para instalación de recorridos.</p>	<p><b>Recomendaciones:</b> Dedicadas únicamente, al cableado de comunicaciones, se haber coincidencia con el cableado eléctrico, se debe realizar un cruce de 90° para evitar interferencia electromagnética, sujetar las canalizaciones en cimientos firmes, losa o piso verdadero.</p> <p><b>Capacidad de llenado:</b> 24 cables de par trenzado y 4 cables de 12 fibras ópticas por rack instalado, no deberá superar el 50% de la capacidad de llenado.</p> <p><b>Material:</b> Incombustible, no propagador de fuego, anticorrosivo, buena disipación de calor y resistencia mecánica, fabricación en acero inoxidable.</p> <p><b>Dimensiones:</b> 0,35m ancho x 0,15m altura y 3m de longitud.</p> <p><b>Fijación a la losa:</b> soportes reforzados y suspendidos mediante barras roscadas de acero, sujetas a la losa por medio de tacos metálicos de expansión, todos los elementos de material anticorrosivo.</p> <p><b>Canalizaciones ramales:</b> se utilizará tubo Conduit metálico tipo ligero EMT de pared delgada de 1 ½”, se permite hasta dos curvaturas en forma de “U”.</p>

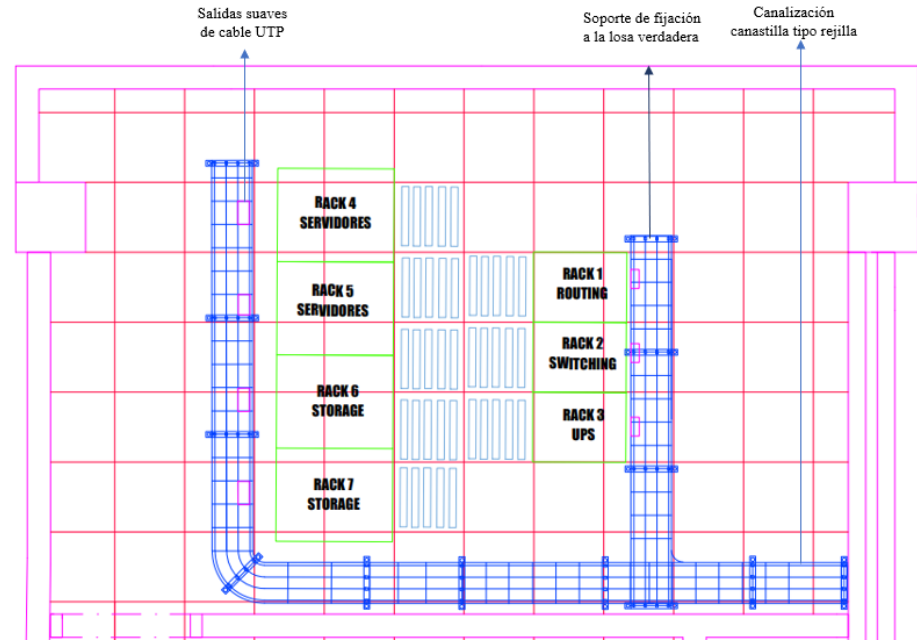
		<p><b>Capacidad de llenado tubería:</b> Para el ingreso de tres o más cables con una curvatura de 90° en el tubo, se permite el 34% de llenado, si son dos curvaturas de 90° se permitirá el 28% de llenado.</p> <p><b>Salidas suaves:</b> Para transportar el cableado UTP y de Fibra óptica desde la canalización hasta los gabinetes se utilizan salidas suaves para no deformar la geometría del cable y salidas de tubo para canalizaciones ramales.</p> <p><b>Pasamuros o Barrera contrafuegos:</b> Se colocarán en los pasos que corresponden a tuberías o canalizaciones cuando pasa de una pared a otra, utilizando un sistema de sellado, con la finalidad de mantener la hermeticidad en el cuarto.</p>
--	--	--





**Ilustración 8**

*Canalizaciones sobre el cielo falso*



**Sistema de Administración**

Corresponde al etiquetado e identificación de componentes y conexiones en cada enlace o elemento de cableado

**Material de etiqueta:** adhesivo de alta adherencia para etiquetas, antidesgarro e impermeable.

**Color:** El papel de la etiqueta debe ser blanco, la letra impresa debe ser de color negro muy legible.

**Identificación de gabinetes:** Se utilizará la cuadrícula realizada en la Ilustración 3 (Sistema de ámbito). La etiqueta realizada se deberá colocar en la parte superior e inferior de cada gabinete además de la parte frontal y posterior.

La identificación se deberá realizar de acuerdo a la siguiente Tabla

**Tabla 1**

*Etiquetado de gabinetes*

<i>UBICACIÓN</i>	<i>ELEMENTO</i>	<i>ETIQUETA</i>
Data Center	Rack Routing 1	DC – RR1 – I3
Data Center	Rack Switching 2	DC – RS2 – I4
Data Center	Rack UPS 3	DC – RU3 – I5
Data Center	Rack Servidores 4	DC – RSE4 – E3
Data Center	Rack Servidores 5	DC – RSE5 – E4
Data Center	Rack Storage 6	DC – RST6 – E5
Data Center	Rack Storage 7	DC – RST7 – E7

**Nomenclatura:** DC Data Center, RR1 Rack Routing 1 ubicado en la posición I3 Columna I y Fila 3.

**Identificación de Patch Panel:** Cada patch panel se identificará mediante las letras del alfabeto desde la A a la Z, desde la parte superior a la inferior. Ejemplo: **DC - RR1-A**, DC Data Center, **RR1** Rack Routing 1, Patch panel **A**.

**Identificación de puertos del Patch Panel:** Los puertos deberán considerar los siguientes parámetros: **RR1 – A – P10**, **RR1** Identificador del Rack, **A** identificador del patch panel, **P10** número de puerto.

**Identificación del Patch Cord:** La etiqueta se deberá colocar en ambos extremos del cable, con la siguiente identificación: **DC** Data Center, **RR1** Rack Routing, Patch Panel **A**, Número de puerto **P28 (SALIDA)** / **DC** Data Center, **RS2** Rack Switching2, Patch Panel **E**, Número de puerto **P15 (LLEGADA)**.

**Ilustración 9**

*Etiqueta de Patch Cord*

DC - RR1 - A - P28/ DC - RS2 - E - P15	DC - RS2 - E - P15/ DC - RR1 - A - P28
DC - RR1 - A - P28/ DC - RS2 - E - P15	DC - RS2 - E - P15/ DC - RR1 - A - P28
DC - RR1 - A - P28/ DC - RS2 - E - P15	DC - RS2 - E - P15/ DC - RR1 - A - P28

**Identificación de Canalización:** La canalización de comunicaciones deberá contener la leyenda de “COMUNICACIONES”.

## CRITERIOS DE DISEÑO DATA CENTER UNIVERSITARIO UPEC



<b>Elaborado por:</b> Dayra Liceth Figueroa Villarreal	<b>Norma aplicada:</b> ICREA Std-131-2019	<b>Área Responsable:</b> Centro de TICS y Departamento de Infraestructura
<b>SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN</b>		
<b>Descripción:</b> El sistema de climatización se encarga de proporcionar al CPD las condiciones adecuadas en lo que respecta a niveles de enfriamiento y humedad, absorbiendo las grandes cantidades de aire caliente, humedad y partículas de polvo que se generan en el interior y proporcionar el aire frío requerido.		
	<b>Descripción</b>	<b>Especificaciones Técnicas</b>
<b>Sistema de climatización</b>	Se utiliza un sistema de aire acondicionado de precisión de tipo Downflow con sistema de enfriamiento de expansión directa, el sistema de climatización se encuentra al interior del CPD, mientras que la	<p><b>Sistema principal:</b> Sistema de aire acondicionado de precisión perimetral de tipo downflow con sistema de enfriamiento de expansión directa.</p> <p><b>Unidades de medición:</b> BTU</p> <p><b>Potencia requerida:</b> 50000BTU, potencia de 15kW</p> <p><b>Material de construcción:</b> Marco de acero recubierto con epoxi en polvo.</p> <p><b>Refrigerante:</b> R407C ecológico</p> <p><b>Ubicación:</b> Se deberá colocar frente a los gabinetes, dejando un espacio de al menos dos paneles cerrados desde el CRAC hasta la ubicación de los primeros gabinetes.</p>



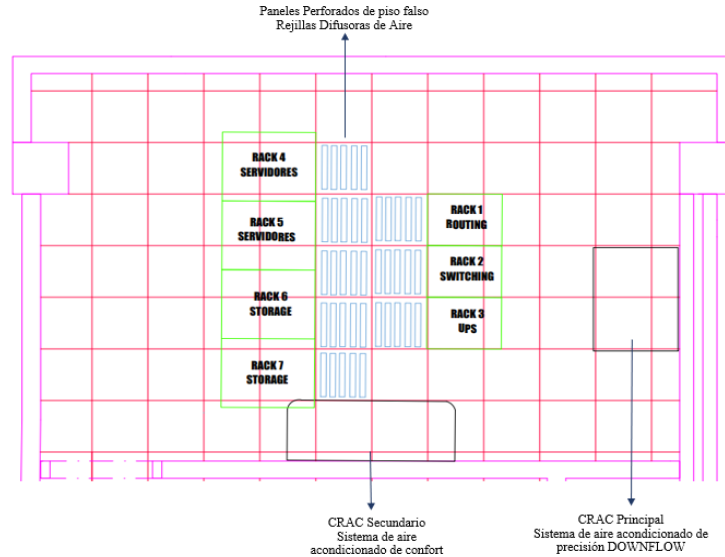
unidad Condensadora se ubicará en la sección superior del edificio, la norma específica disponer de dos sistemas de climatización un principal y un back up, como sistema principal se contara con el planteado anteriormente y como sistema secundario se utilizará el sistema de aire acondicionado de confort que se dispone actualmente.

**Pasillo de aire frio y caliente:** El pasillo de aire frio se colocará en la sección frontal de los gabinetes y en lo que respecta al pasillo de aire caliente, se ubicará en la parte posterior de los gabinetes.

**Ubicación paneles de rejilla piso falso:** Se ubicarán en la sección frontal de los gabinetes para proporcionar aire frio a los gabinetes.

**Ilustración 10**

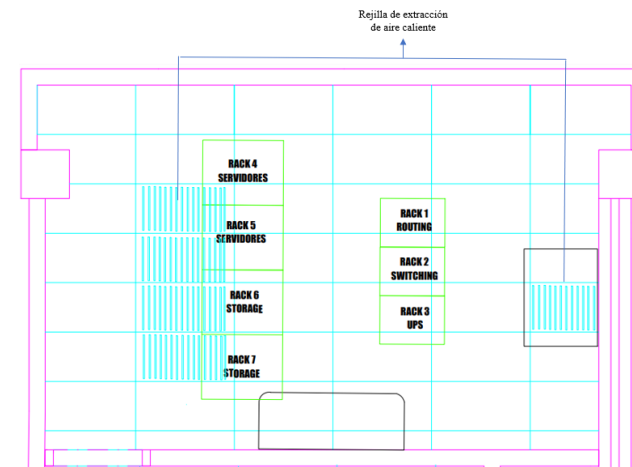
*Ubicación de gabinetes, paneles perforados y equipos de climatización*



**Ubicación de paneles perforados en cielo falso:** Estos paneles se colocarán en la sección posterior de la segunda fila de gabinetes, se colocarán en el cielo falso, de manera que el aire caliente expulsado, se absorba a través de los paneles colocados y el aire caliente que expulsan los gabinetes de la primera fila será absorbido mediante la unidad que se encuentra frente a ellos.

**Ilustración 11**

*Rejillas de absorción de aire caliente en techo falso*



**Unidad Exterior:** Equipo condensador remoto de aluminio enfriado por aire con ventilador coaxial.

**Ubicación:** Terraza del edificio administrativo

**Instalación unidad exterior:** Instalación vertical

**Sistema secundario:** Sistema de aire acondicionado de confort tipo techo.

		<p><b>Potencia:</b> 50000BTU → 15KW</p> <p><b>Ubicación:</b> El equipo se deberá colocar al costado de los gabinetes instalados, de manera que les proporcione a los gabinetes el aire frio por la sección frontal.</p>
--	--	---

## CRITERIOS DE DISEÑO DATA CENTER UNIVERSITARIO UPEC



<b>Elaborado por:</b> Dayra Liceth Figueroa Villarreal	<b>Norma aplicada:</b> ICREA Std-131-2019	<b>Área Responsable:</b> Centro de TICS, Departamento de Infraestructura
--	--	---

### SISTEMA DE SEGURIDAD

**Descripción:** El sistema de seguridad requiere la utilización de especificaciones técnicas para garantizar la seguridad e integridad del equipamiento que se encuentra en el interior del CPD, además de la información y el personal que presta sus servicios en esta sección en este departamento.

	Descripción	Especificaciones Técnicas
<b>Control de acceso</b>	<p>El ingreso al CPD será realizado mediante tres filtros.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Registro en la puerta principal de la institución.</li> <li>2. Puerta de seguridad de ingreso hacia el NOC mediante control de acceso numérico.</li> </ol>	<p><b>Cerradura con Cintas Electromagnéticas:</b> activada mediante control de acceso autónomo, dado el caso de ausencia de luz eléctrica, la puerta quedará liberada. Capacidad de carga de 280kg.</p> <p><b>Consumo de energía:</b> 12V DC/24V DC, 480mA/240mA</p> <p><b>Dimensiones cerradura:</b> 0.25m x 0.047m x 0.027m</p> <p><b>Dimensiones placa de metal:</b> 0.181m x 0.038m x 0.012m</p>

	<p>3. Puerta de seguridad de ingreso al CPD, con control de acceso biométrico para cerradura electromagnética.</p>	<p><b>Control de acceso biométrico:</b> Identificación mediante huella digital, contraseña o tarjeta de proximidad.</p> <p><b>Registro de eventos y huellas:</b> Registro de 3000 huellas dactilares y 100000 registros de eventos.</p> <p><b>Generación de reportes:</b> Realiza reportes de acuerdo a los eventos generados, además permite exportar los datos obtenidos.</p> <p>Alarma contra ataques, dispositivo conectado a la red LAN para gestión de su administración, permite administración remota a través de internet.</p> <p><b>Consumo de energía:</b> 12V DC, 2 A</p> <p><b>Dimensiones:</b> 0,205m x 0,0765m x 0,037m</p>
<p><b>Puerta de seguridad CPD</b></p>	<p>La puerta de seguridad de una sola hoja para el ingreso al CPD cuenta con características de refuerzo de manera que, soporten atentados, desastres, o forcejeos de cualquier tipo. Todos los componentes integrados en la puerta de seguridad deben tener una resistencia al fuego de F60 y resistencia balística.</p>	<p><b>Medidas:</b> 1,10m ancho x 2,30m largo</p> <p><b>Composición:</b> Dos planchas de acero laminadas al caliente. Material de construcción retardante al fuego F60, exposición a 450°F, compuesta por fibrolit más lana de vidrio de 2,54m</p> <p><b>Material de largueros y cabezal del marco:</b> deberán ser de acero laminado al caliente de 2mm doblado y soldado en las esquinas.</p> <p>La juntura entre el marco y la puerta debe permitir un sellamiento hermético entre ambos.</p> <p><b>Sujetadores:</b> mediante 2 bisagras verdaderas en eje de transmisión redondo y montadas sobre espigas de acero, tercera bisagra denominada</p>

falsa, utilizada para permitir el paso de cables para accionar la cerradura electromagnética.

**Brazo hidráulico:** Fabricado en acero, resistencia de 40 a 80kg, con apertura de 160°.

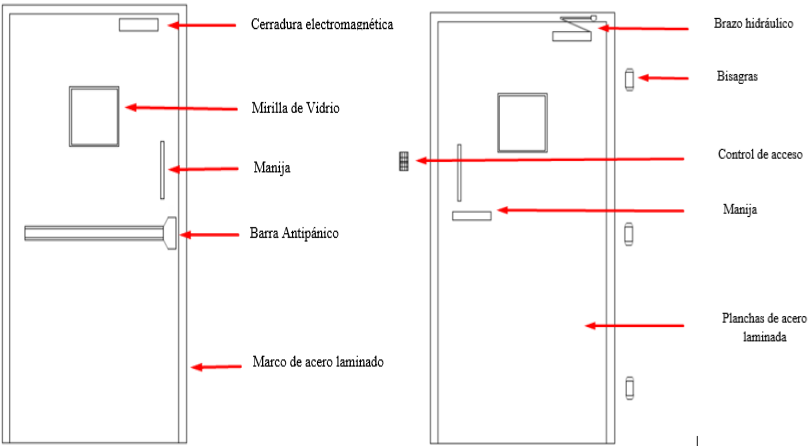
**Barra antipánico:** Construcción en aluminio, acción horizontal, resistencia de 3 horas en exposición al fuego.

**Mirilla de vidrio:** Vidrio templado con marco de acero laminado en frío, dimensiones 0,30m x 0,30m.

**Señalización de SALIDA:** Sobre el marco de la puerta se debe colocar la señalización luminosa SALIDA, tensión de 3,6V, baterías con autonomía de funcionamiento de 2 horas.

**Ilustración 12**

*Componentes puerta de Seguridad*



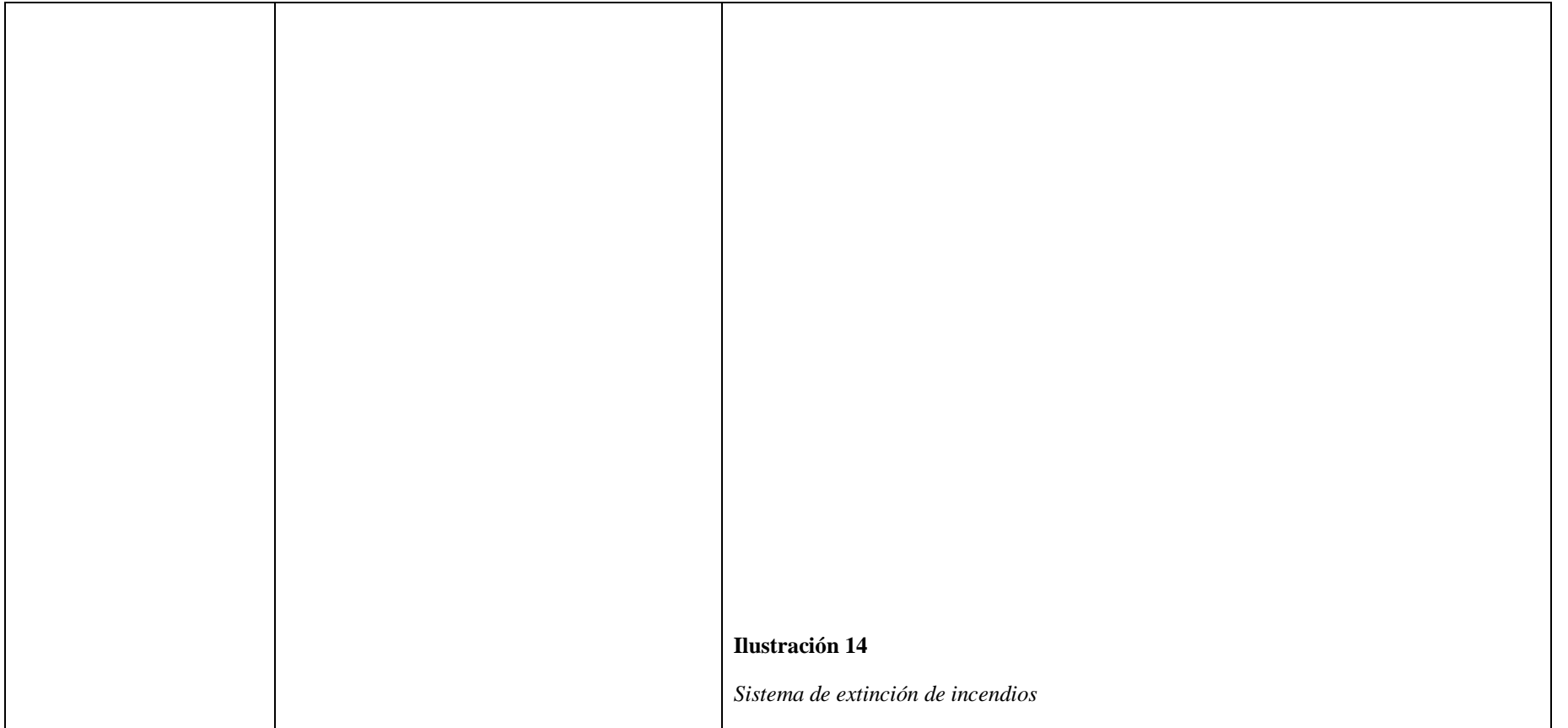
<p><b>Subsistema de detección de incendios</b></p>	<p>El sistema utilizado se denomina, sistema de detección temprana de humo por aspiración, el sistema permite identificar rápidamente de darse un posible conato de incendio, debido a que el sistema toma muestras de humo continuamente y de esta manera al detectar la presencia de partículas pone en alerta al sistema de extinción y al personal responsable del área.</p>	<p><b>Área para proteger:</b> 32m<sup>2</sup></p> <p><b>Equipo de detección:</b> Detección temprana por aspiración de humo</p> <p><b>Ubicación equipo detección:</b> Se colocará en el tablero de control que se encuentra montado en una de las paredes del cuarto del NOC</p> <p><b>Consumo de energía:</b> 24V, 270mA, respaldo de baterías 24h</p> <p><b>Temperatura de operación del detector:</b> -10° a 55°C</p> <p><b>Grado de humedad:</b> 0 – 90% sin condensación</p> <p><b>Tubería:</b> Desplegada sobre el cielo falso y bajo el piso técnico.</p> <p><b>Material Tubería:</b> CPVC ¾”, la tubería debe contener una etiqueta que indique la leyenda “TUBO DE MUESTREO DE DETECCIÓN – NO TOCAR”</p> <p><b>Aspiración plenum del CPD:</b> Capilares</p> <p><b>Aspiración plenum del cielo falso y piso técnico:</b> Puntos de aspiración para receptar muestras de humo. Filtros de aire para detener el ingreso de polvo al detector.</p>

		<p><b>Ilustración 13</b></p> <p><i>Ubicación Sistema de Detección de detección de humo por alerta temprana</i></p> <p>6.95m</p> <p>2.27m</p> <p>Capilares detectores de humo</p> <p>Cámaras de detección sobre el cielo falso</p> <p>Cámaras de detección bajo el piso técnico</p> <p>Punto de prueba al final de la tubería</p> <p>Tubo ¼ CPVC</p> <p>Detector de humo por aspiración</p>
<p><b>Subsistema de alarma</b></p>	<p>Este subsistema es parte del sistema de detección y extinción de incendios, y su funcionamiento da inicio cuando el detector de alerta temprana capta una muestra de partículas de humo,</p>	<p><b>Estación manual de alarma de incendio:</b> colocada a un costado del ingreso al CPD. Color Rojo.</p> <p><b>Luz estroboscópica:</b> Dispone de 6 valores diferentes de intensidad.</p> <p><b>Sirena:</b> 9 dB.</p>



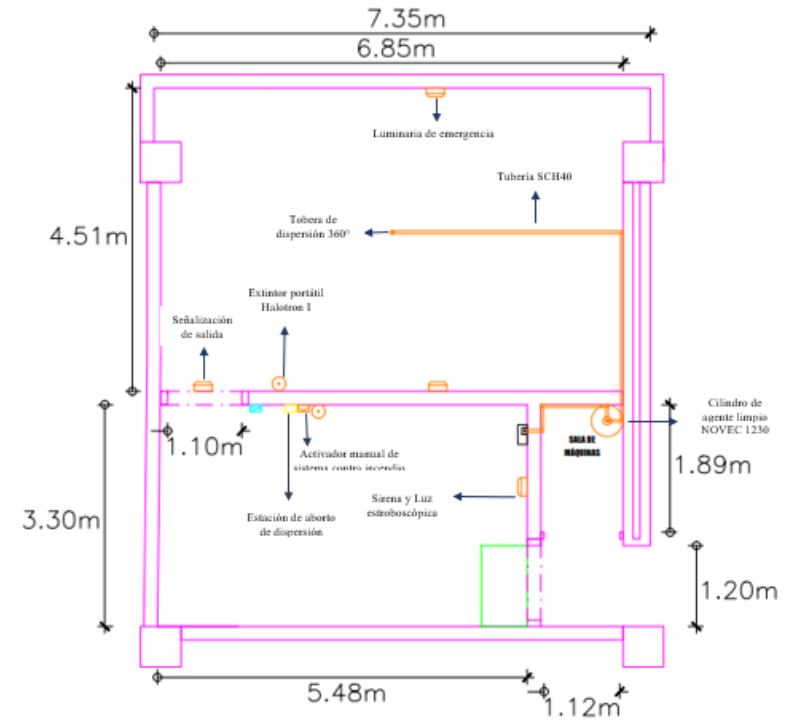
	<p>inmediatamente este subsistema se activa para dar aviso de evacuar la zona y se pone en marcha el sistema de extinción.</p>	<p><b>Señalética:</b> Señalización luminosa colocada sobre la puerta, letreros de dirección indicando la salida. Señalización de ubicación de elementos de sistema de detección y extinción de incendios.</p> <p><b>Estación manual de aborto de agente:</b> Se colocará al costado de ingreso de la puerta de seguridad, mientras permanezca oprimido botón, se reinicia el conteo regresivo para la descarga del agente extintor, mas no lo cancela.</p>
--	--	--

<p style="text-align: center;"><b>Subsistema de extinción de incendios</b></p>	<p>Posterior a la activación de los subsistemas de detección y alarma realiza la activación del sistema de extinción de incendios.</p>	<p><b>Agente Extintor:</b> Agente limpio NOVEC 1230  <b>Ubicación:</b> Sala de máquinas  <b>Cantidad:</b> 65kgm<sup>3</sup>  <b>Contenedor:</b> Cilindro con válvula eléctrica de disparo  <b>Tubería:</b> Cédula 40 (SCH40) fabricada en acero al carbono, ¾ diámetro.  <b>Uniones:</b> Acoples 1 ½ o de ¾, para uniones entre tubería principal y los difusores de acuerdo al tamaño de los elementos de dispersión, para que la tubería quede incorporada correctamente se debe colocar envolturas de teflón en las uniones.</p>
--	--	---



**Ilustración 14**

*Sistema de extinción de incendios*



**Ubicación Tubería:** Tendido de tubería en las tres secciones a protegerse, cielo falso, plénum del CPD e interior del piso técnico.

**Toberas de dispersión:** Tipo Radial 360°, cobertura 9m

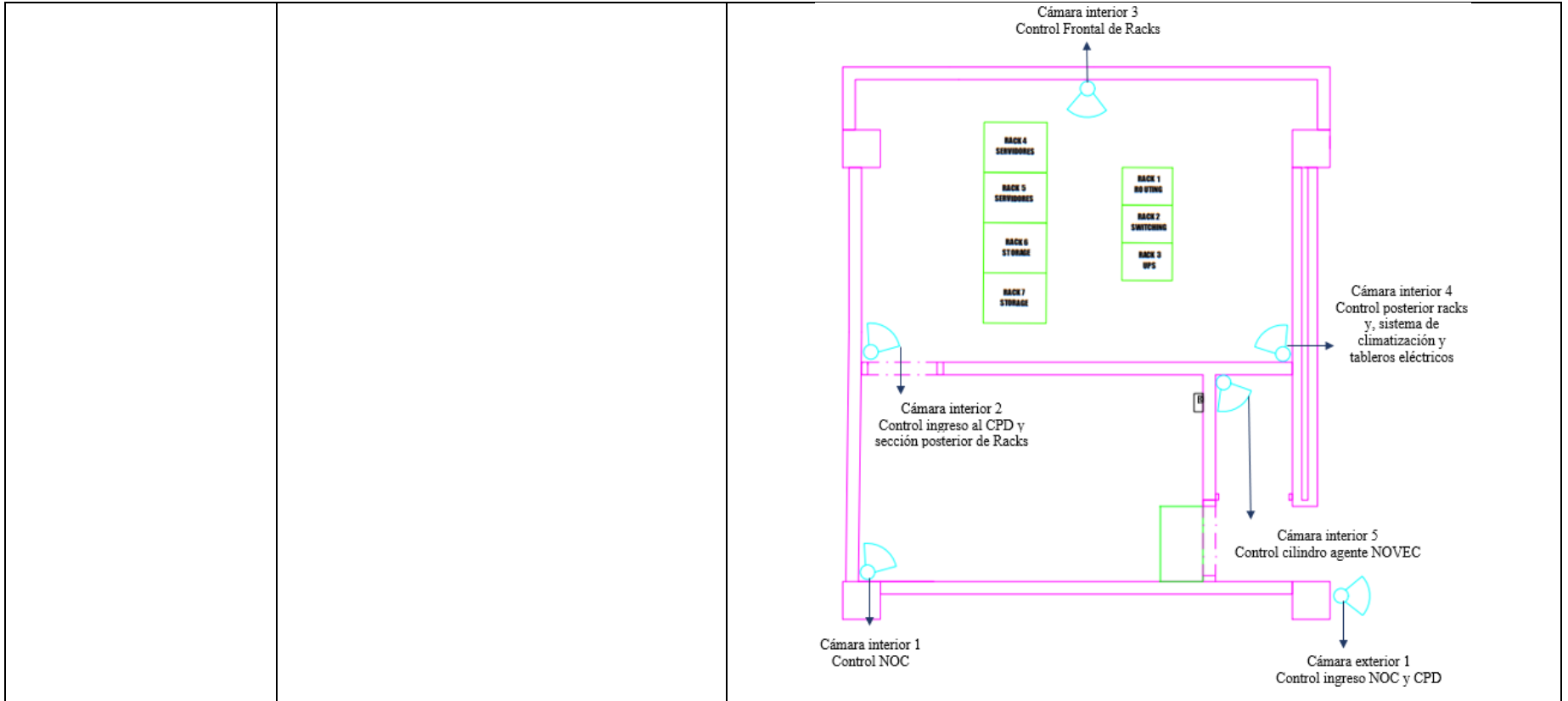
**Cantidad Toberas:** 3

**Material toberas:** Construcción de material en acero inoxidable y anticorrosivo.

**Extintor Portátil:** Agente Limpio Halotron I, para fuego tipo C

		<p><b>Ubicación:</b> Sujeto a la pared cercana a la puerta de seguridad</p> <p><b>Cantidad:</b> 2</p> <p><b>Recomendación:</b> El agente extintor no tiene fecha de caducidad, sin embargo, se debería realizar pruebas y mantenimiento periódico para verificar su estado.</p>
<p><b>Sistema de Video Vigilancia CCTV</b></p>	<p>El sistema procura la seguridad e integridad del equipamiento interno y personal que labora en el lugar.</p>	<p><b>Cámaras Videovigilancia:</b> Sistema PTZ, paneo horizontal 180°, paneo vertical de 90°, zoom digital, cámaras día/noche, resolución 2 Megapíxeles.</p> <p><b>Cantidad:</b> 6</p> <p><b>Alimentación:</b> Puerto POE</p> <p><b>Equipo NVR:</b> Almacenamiento de al menos 21 días</p> <p><b>Ubicación:</b> Rack Routing</p>

		<p><b>Ilustración 15</b> <i>Ubicación de cámaras de videovigilancia</i></p>
--	--	---



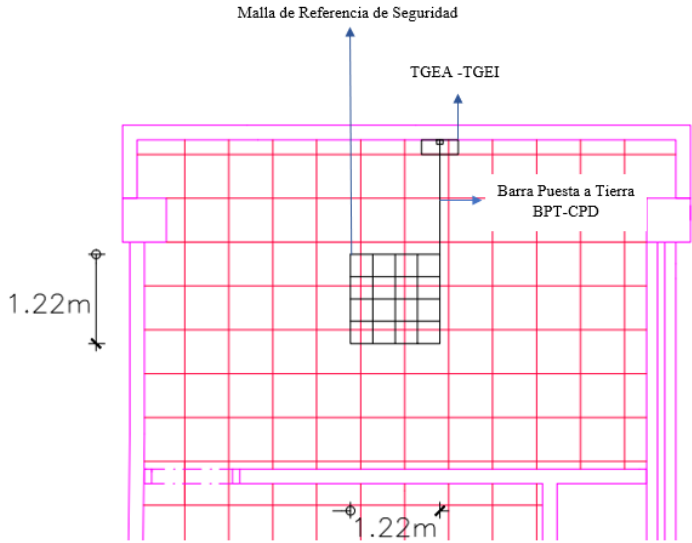
## CRITERIOS DE DISEÑO DATA CENTER UNIVERSITARIO UPEC



<b>Elaborado por:</b> Dayra Liceth Figueroa Villarreal	<b>Norma aplicada:</b> ICREA Std-131-2019	<b>Área Responsable:</b> Centro de TICS y Departamento de Infraestructura
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>		
<b>Descripción:</b> Instalaciones eléctricas de calidad y que permita satisfacer los requerimientos de los equipos TIC que se encuentran instalados en el CPD.		
	<b>Descripción</b>	<b>Especificaciones Técnicas</b>
<b>Acometida y alimentadores eléctricos</b>	La empresa comercializadora de energía eléctrica EMELNORTE, proporciona la acometida en media tensión, se dirige hasta la cámara de transformación en donde se realiza la distribución de la energía eléctrica hacia los edificios de la institución	<b>Alimentación comercial:</b> 110/240 VAC tensión trifásica <b>Amperaje:</b> 311,8 A <b>Frecuencia de trabajo:</b> 60 Hz
<b>Sistema de puesta a tierra</b>	El sistema de puesta a tierra aislada es para uso exclusivo del Data Center. Inicialmente se realiza la instalación de la barra principal de puesta a tierra (BPT) de los equipos de	<b>Características:</b> Conductor forrado con aislamiento, instalación de una BTA en cada Tablero de Distribución. <b>Material:</b> Barra de cobre electrolítico <b>Dimensiones:</b> 0,63cm espesor x 10,16cm ancho x 30cm largo.



	<p>acometida de la red comercial. A partir de este punto iniciará un conductor de puesta a tierra aislada (del mismo calibre de las fases) para cada circuito alimentador, llegando hasta las BTA (Barras de Tierra Aislada) de los tableros eléctricos correspondientes y posterior a ellos a los tomacorrientes.</p>	<p><b>Sujetadores:</b> Sujetadores al muro mediante un aislador eléctrico en cada extremo tipo soporte moldeado en poliéster reforzado con fibra de vidrio, para voltaje no menor a 600 V.</p> <p><b>Ubicación:</b> El sistema de puesta a tierra deberá colocarse frente al cuarto de máquinas, al interior del pozo de revisión.</p> <p><b>Resistencia:</b> Menor a 3 Ohm</p>
<p><b>Mala de Referencia de Seguridad</b></p>	<p>Conexión equipotencial realizada bajo el piso técnico.</p>	<p><b>Dimensiones:</b> 1,22m x 1,22m (Arreglo 4x4)</p> <p><b>Material:</b> Cobre, uniones realizadas con soldadura</p> <p><b>Diámetro cable:</b> #8 AWG</p> <p><b>Recomendación:</b> Verificar que los pedestales de piso técnico no rocen la malla.</p>

		<p><b>Ilustración 16</b> <i>Ubicación de Malla de Referencia y Tableros TGEA-TGEI</i></p> 
<p><b>Protección contra descargas atmosféricas</b></p>	<p>El método de protección contra descargas atmosféricas a utilizarse es el Pararrayos multipunta de Franklin.</p>	<p><b>Ubicación:</b> Terraza del edificio administrativo, sección central.  <b>Mástil:</b> en acero galvanizado de 1 ½”  <b>Conductos de bajada:</b> Conexión a tierra de forma independiente de los sistemas existentes en el edificio.  <b>Material de construcción de puntas:</b> cobre  <b>Potencia:</b> Capacidad de disipación de 100 a 500kA y un voltaje de descarga de 75kV</p>
<p><b>Tableros Eléctricos</b></p>	<p>Los Tableros eléctricos, son gabinetes, en el cual se encuentran dispositivos de conexión, medición, verificación, alarma y señalización, los cuales tienen</p>	<p><b>Tablero Eléctrico Principal TG:</b> Se ubica en el subsuelo del edificio, es el punto de llegada de la acometida eléctrica.</p>

	<p>la finalidad de realizar determinada función que especifica el sistema eléctrico a instalarse.</p>	<p><b>Tablero de Transferencia Automática TTA:</b> Se ubica en el Subsuelo del edificio, el modo de interruptor de transferencia se denomina de transición cerrada, de manera que, antes de que exista un corte de energía se conecte al sistema PGEA y el sistema interno funcione normalmente.</p> <p><b>Tablero general de energía ininterrumpida TGEI:</b> Se ubica al interior del Data Center, distribuye la energía ininterrumpida hacia el equipamiento de cargas críticas.</p> <p><b>Tablero general de energía de apoyo TGEA:</b> Ubicado en el interior del Data Center, se encuentra respaldado por grupos electrógenos, distribuye energía al sistema de aire acondicionado, sistema de energía ininterrumpida e iluminación.</p>
<p><b>Planta Generadora de energía de Apoyo</b></p>	<p>También considerada como Grupo electrógeno de energía de respaldo, este sistema tiene la finalidad de proteger de cortes de energía inesperados a los elementos conectados.</p>	<p><b>Potencia:</b> 85,75 KVA</p> <p><b>Disponibilidad:</b> 24 horas, 365 días del año</p> <p><b>Tipo:</b> PRIME</p> <p><b>Ubicación:</b> Sección interna del cuarto de máquinas, lo más cercano posible al Tablero de Transferencia Automática.</p> <p><b>Eliminación de gases:</b> Se realiza a través de un tubo de escape resistente a la corrosión.</p> <p><b>Recomendaciones:</b> El tanque de combustible se debe colocar al lado posterior del que esta se ubique, de manera que no haya contacto con el calor que emite la máquina.</p>

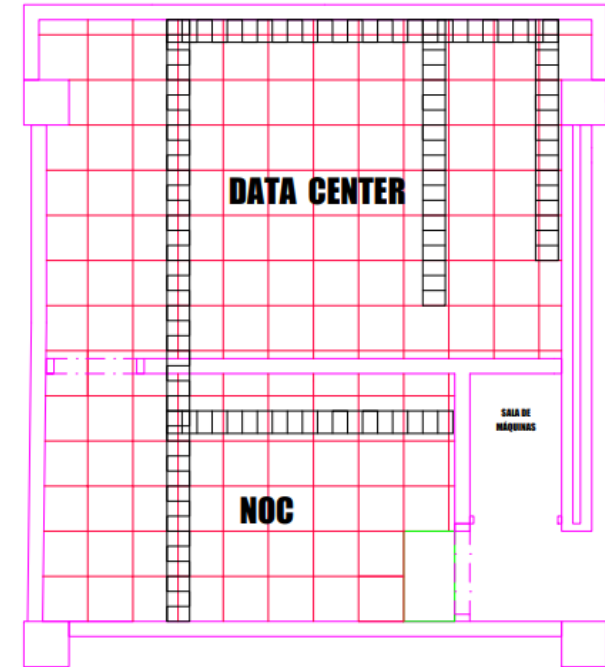
		<p><b>Extinción de incendios:</b> Sistema de extinción a base de espuma.</p> <p><b>Canalización cableado eléctrico:</b> Tubería Conduit galvanizada de pared gruesa.</p>																																																																														
<p><b>Circuitos Derivados</b></p>	<p>Los Circuitos Derivados se han distribuido en agrupaciones en función a la cercanía de cada uno de los elementos. Los circuitos no deberán exceder los 50m de longitud, la carga distribuida no deberá sobrepasar los 20<sup>a</sup>.</p>	<p>La cantidad de circuitos requeridos, se describen en la Tabla 2.</p> <p><b>Tabla 2</b> <i>Circuitos Derivados</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><i>N°</i></th> <th><i>Descripción</i></th> <th><i>[W]</i></th> <th><i>[V]</i></th> <th><i>[A]</i></th> <th><i>[A]</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>Rack Servidores 1</td> <td>6500</td> <td>110</td> <td>59</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Rack Servidores 2</td> <td>6500</td> <td>110</td> <td>59</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Rack Storage 1</td> <td>3000</td> <td>110</td> <td>27</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Rack Storage 2</td> <td>3000</td> <td>110</td> <td>27</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Rack Routing</td> <td>1119</td> <td>110</td> <td>10</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Rack Switching</td> <td>1515</td> <td>110</td> <td>14</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Sistema de video vigilancia</td> <td>25</td> <td>110</td> <td>0,22</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Sistema de climatización Principal</td> <td>15000</td> <td>220</td> <td>68</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Sistema de climatización secundario</td> <td>10000</td> <td>220</td> <td>45</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Iluminación principal</td> <td>674</td> <td>110</td> <td>7</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sistema de control de incendios</td> <td>118</td> <td>24</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Control de acceso</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>1</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	<i>N°</i>	<i>Descripción</i>	<i>[W]</i>	<i>[V]</i>	<i>[A]</i>	<i>[A]</i>	3	Rack Servidores 1	6500	110	59	20	3	Rack Servidores 2	6500	110	59	20	2	Rack Storage 1	3000	110	27	20	2	Rack Storage 2	3000	110	27	20	1	Rack Routing	1119	110	10	15		Rack Switching	1515	110	14		1	Sistema de video vigilancia	25	110	0,22	15	4	Sistema de climatización Principal	15000	220	68	20	3	Sistema de climatización secundario	10000	220	45	20	1	Iluminación principal	674	110	7	15		Sistema de control de incendios	118	24	5			Control de acceso	12	12	1	
<i>N°</i>	<i>Descripción</i>	<i>[W]</i>	<i>[V]</i>	<i>[A]</i>	<i>[A]</i>																																																																											
3	Rack Servidores 1	6500	110	59	20																																																																											
3	Rack Servidores 2	6500	110	59	20																																																																											
2	Rack Storage 1	3000	110	27	20																																																																											
2	Rack Storage 2	3000	110	27	20																																																																											
1	Rack Routing	1119	110	10	15																																																																											
	Rack Switching	1515	110	14																																																																												
1	Sistema de video vigilancia	25	110	0,22	15																																																																											
4	Sistema de climatización Principal	15000	220	68	20																																																																											
3	Sistema de climatización secundario	10000	220	45	20																																																																											
1	Iluminación principal	674	110	7	15																																																																											
	Sistema de control de incendios	118	24	5																																																																												
	Control de acceso	12	12	1																																																																												
<p><b>Sistema de Energía Ininterrumpida UPS</b></p>	<p>El sistema de energía ininterrumpida debe presentar redundancia N+1 en la instalación, es decir, se dispone del equipamiento principal y secundaria el</p>	<p><b>Potencia Activa:</b> 34,3KW</p> <p><b>Potencia Aparente:</b> 42,8KVA</p> <p><b>Ubicación:</b> Interior del Data Center</p> <p><b>Tipo:</b> Modular</p>																																																																														

	cual estará en espera de que haya alguna falla para entrar en funcionamiento.	<p><b>Características:</b> UPS en torre trifásica, Tecnología de ahorro de energía ECO, equipos de doble conversión en línea, tiempos de transferencia 0, monitoreo a través de pantalla LCD, doble entrada, escalabilidad vertical.</p> <p><b>Instalación:</b> En gabinete designado</p> <p><b>Voltaje de Entrada VAC:</b> Línea a línea 208-220VAC, línea neutral 120-127VAC</p> <p><b>Frecuencia de entrada:</b> 40-70Hz</p> <p><b>Capacidad de salida VAC:</b> 12000</p> <p><b>Capacidad en Watts:</b> 108000</p>
<b>Supresor de Transitorios</b>	Protección de picos de voltaje	<p><b>Modo de instalación:</b> Tipo cascada</p> <p><b>Instalación en tablero general:</b> SPD Categoría C 240KA</p> <p><b>Instalación en Tablero de transferencia automática y Tablero de energía de apoyo:</b> SPD Categoría B 120KA</p> <p><b>Instalación en Tablero de energía ininterrumpida:</b> SPD Categoría A 60KA</p>
<b>Canalización de cableado de energía eléctrica</b>	El transporte de energía eléctrica debe transportarse se manera separada al cableado telecomunicación, de ninguna manera se permite mezclar estas conexiones.	<p><b>Identificación:</b> Mediante etiquetas se debe colocar la identificación en la canalización que transporta al cableado eléctrico.</p> <p><b>Canalizaciones externas:</b> Tubería 1 ½ en acero inoxidable y anticorrosivo, (desde el TG hasta el TGEA)</p>

**Canalizaciones internas:** Escalerilla de 20cm ancho, se colocarán a una distancia de 15 cm del falso plafón.

**Ilustración 17**

*Recorrido de canalización al interior del piso técnico*



## CRITERIOS DE DISEÑO DATA CENTER UNIVERSITARIO UPEC



<b>Elaborado por:</b> Dayra Liceth Figueroa Villarreal	<b>Norma aplicada:</b> ICREA Std-131-2019	<b>Área Responsable:</b> Centro de TICS y Departamento de Infraestructura
<b>SUSTENTABILIDAD</b>		
<b>Descripción:</b> La sustentabilidad aplicada en lo que respecta a ambientes de tecnologías de la información, conlleva realizar acciones y procedimientos de tal manera, que se minimice la utilización de combustibles fósiles para la generación de energía.		
	<b>Descripción</b>	<b>Especificaciones Técnicas</b>
<b>Recomendaciones de Sustentabilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El refrigerante utilizado para el funcionamiento del sistema de climatización es el RC407C este elemento contiene propiedades que no afectan a la capa de ozono.</li> <li>- El CPD es considerado un ambiente limpio por lo que se exige que no existan elementos externos dentro de este, debido a que un agente externo tiene la capacidad de influir en el rendimiento de los subsistemas y, por tanto, forzar el rendimiento de los equipos.</li> </ul>	

- La utilización de materiales biodegradables reduce cambio climático que afecta al planeta, bajo esta premisa se ha considerado la utilización de paneles de piso y cielo falsos en materiales biodegradables para evitar desechos nocivos al ambiente.
- En lo que respecta al sistema de extinción de incendios, se ha considerado la utilización de un agente limpio, en este caso el NOVEC 1230.
- El intercambio de luces fluorescentes a luces de tipo LED, evidencia considerablemente el ahorro del consumo energético.
- Otra recomendación importante es optar por la utilización de sensores de movimiento para el encendido y apagado de luces de manera automática cuando no se encuentre ninguna persona en el lugar.
- El clima de la ciudad es un factor importante que beneficia en gran medida a los equipos que se encuentran en el CPD, debido que, al ser una zona fría se requiere menor energía para mantener con la temperatura adecuada al equipamiento interno.
- La virtualización de servicios propicia la reducción de equipos físicos, por lo que al término de su vida útil no se daría la emisión de desechos, además, se reduciría la carga de trabajo del sistema de climatización y por ende se contribuye con la no contaminación del medio ambiente.





## CENTRO DE TIC

Tulcán, 30 de marzo del 2022

A petición de la interesada, el Centro de Tecnología de la Información y Comunicación TIC'S de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi:

### CERTIFICA

Que, la srta. **DAYRA LICETH FIGUEROA VILLARREAL** con cédula de ciudadanía N° **040185004-5** ha realizado la entrega de su proyecto de investigación denominado **"Diseño de la infraestructura física de un Data Center de nivel II para la Universidad Politécnica Estatal del Carchi estableciendo los lineamientos de la norma ICREA-Std-131 2019 segunda edición"**, el cual ha sido validado por nuestro personal en funciones.

La mencionada estudiante ha cumplido con todas las especificaciones impartidas, demostrando cualidades morales, alto espíritu de superación personal, gran disponibilidad para trabajar en equipo y su agradable don de gentes, sabiendo cumplir a cabalidad con las tareas que le fueron encomendadas por parte del personal de nuestro Centro.

Es todo cuanto podemos certificar en honor a la verdad, facultando a la interesada hacer uso del presente en la forma que más convenga a sus intereses enmarcado en el campo legal.

Atentamente,

  
Ing. Javier Torres  
**TÉCNICO DE REDES Y  
TELECOMUNICACIONES**



  
MSc. Andrés Zabala  
**DIRECTOR DEL  
CENTRO DE TIC**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**  
**"Educamos para transformar el mundo"**