

# Diseño de Infraestructura Física de un Data Center TIER I, basado en el estándar TIA 942 para la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte

*Autor – Cristian Rafael NARVÁEZ MANOSALVAS*

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica del Norte, Avenida 17 de Julio 5-21 y José María Córdova, Ibarra, Imbabura

crnarvaezm@utn.edu.ec

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

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

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

## Palabras Claves

Data Center, CDP, Comunicaciones, Refrigeración, TIA 942, TIA 607B, TIA 568C, UTN, FICA.

**Abstract.** *The finality of this project is to give a design of the physical infrastructure of a Data Center TIER I, it let to accommodate all current and future IT components of the School, it provide stable environmental conditions and reliable security levels for its components. The intermediacy is divided in subsystems: infrastructure, Electrical,*

*Mechanical, Telecommunications, and each one of them recommend their corresponding components, according to the needs and posed requirements.*

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

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

## Keywords

Data Center, CDP, Comunicaciones, Refrigeración, TIA 942, TIA 607B, TIA 568C, UTN, FICA.

## 1. Introducción

La Universidad Técnica del Norte (UTN) de la Ciudad de Ibarra – Ecuador actualmente se encuentra desarrollando proyectos de investigación sobre Cloud Computing. El inicio de este proceso estuvo a cargo del PhD. José Luis García con un estudio sobre costos y rutas que se manejan en este entorno. La Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) y concretamente su Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación (CIERCOM) a través de sus docentes y estudiantes serian lo que recibirían la posta de la investigación para continuar con su desarrollo.

Para iniciar, el Cloud Computing necesita de un espacio físico con condiciones ambientales y de infraestructuras especiales que garanticen la funcionalidad de todo el equipamiento TIC, casi en un cien por ciento: un Data Center. La FICA contaba anteriormente con una sala de equipos muy rudimentaria y sin condiciones físicas aceptables para equipos de procesamiento. A esto se le sumó la implementación de un ascensor en el edificio de la FICA, que obligatoriamente atravesaría la sala en mención.

Ante los inconvenientes antes mencionados, se aprobó la propuesta de diseño e implementación de un Data Center para la Facultad, siguiendo las normas y estándares correspondientes. El objetivo fue contar con un espacio físico seguro en el cual se puedan alojar los equipos IT actuales y futuros, tanto de Facultad como del Proyecto Cloud.

El estándar a seguir fue el TIA 942 de la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones y, que de acuerdo a las conveniencias económicas y de infraestructura de la Entidad, se optaría por un Centro de Datos tipo TIER I. Con él, se pretendió entregar un diseño de un espacio físico con todas sus adecuaciones detalladas y exigidas, manejadas en subsistemas para su mejor administración; optimizar los sistemas de cableado estructurado y topologías de red a través de recomendaciones y observaciones de implementación.

## 2. Estudio del Estándar TIA 942

El objetivo del estándar 942 de la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones es facilitar el desarrollo de proyectos del personal de comunicaciones a través de parámetros, lineamientos y recomendaciones de diseño para centros de procesamiento y/o salas de cómputo.

El TIA 942 se complementa con varios estándares similares de otras entidades como ANSI, TIA, IEEE y NFPA con el afán de mejorar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad en las infraestructuras finales de Centros de Procesamiento de Datos (CDP).

Según su documentación, la estructura de un Data Center se divide en cuatro subsistemas: Infraestructura, Eléctrico, Mecánico, Telecomunicaciones; formulados y organizados para tener un trabajo correlacionado y funcionalidades dependientes.

De acuerdo a la disponibilidad, los Data Center están clasificados en:

CLASIFICACION	DISPONIBILIDAD
TIER I	99.671%
TIER II	99.741%
TIER III	99.982%
TIER IV	99.995%

Tabla 1. Clasificación Data Centers

Fuente: Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942. (2010)

Para el presente proyecto se ha definido el diseño de un Centro de Datos de Categoría TIER I y su infraestructura

básica que garantice al menos un 95% de disponibilidad anual.

## 3. Diseño del Centro de Datos

### 3.1 Subsistema de Arquitectura

#### Espacio físico

El nuevo espacio físico donde se ubique el CDP debe cumplir:

- Libre de impuestos, deudas económicas, y/o cualquier afección legal.
- Estudio para soporte del piso en vibraciones sísmicas.
- Libre de ventanas o espacios abiertos similares.
- Ubicación en zonas bajas del Edificio o infraestructura civil, con el fin de tener una fácil evacuación de equipos y personal en caso de un desastre natural o labor de mantenimiento.
- Zona de ubicación no muy concurrente de personas.
- El Espacio físico y sus alrededores debe estar libre de instalaciones hidráulicas y/o cañerías sanitarias. [1]

#### Piso Técnico

**Materiales:** para cubrir toda el área del CDP ( $8,55 \text{ m}^2$ ) se necesitan 23 paneles metálicos (2 perforados para ventilación) de  $61 \times 61 \text{ cm}$  con corazón de concreto, 42 pedestales y 62 travesaños metálicos antiestáticos de  $35 \text{ cm}$  de altura.

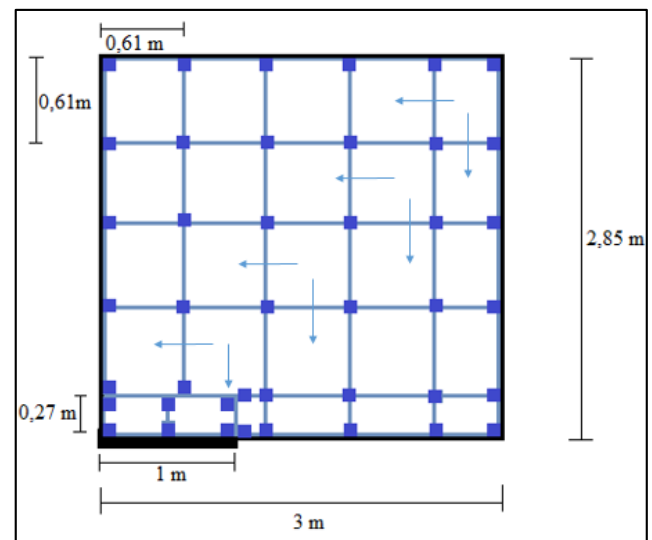


Figura 1. Distribución de travesaños y pedestales

Fuente: Diseño de Disposición de Piso Técnico

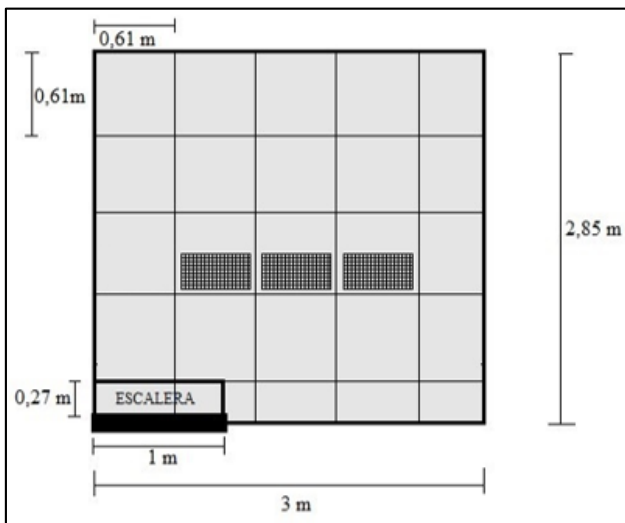
**Instalación:** El piso verdadero debe estar limpio, libre de cualquier basura y/o polvo. Hasta el nivel de instalación del piso técnico, los muros internos deben ser cubiertos con pintura epóxica de colores oscuros, y resistente al polvo.

La altura del piso técnico se instalará a  $35 \text{ cm}$  del piso verdadero debido a la cantidad de cableado que se lleve bajo él, y para cumplir con las dimensiones mínimas de espacio

físico recomendadas por el estándar (3 metros de altura). Los travesaños, pedestales y paneles se distribuirán tal y como se muestra en la Figura 1. [1][8]

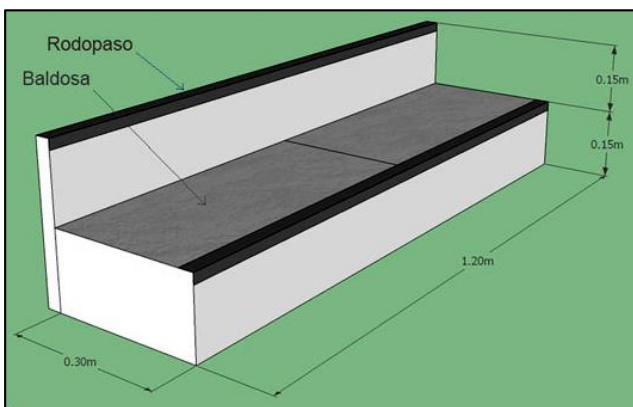
**Acabados:** Con el objetivo de mejorar el rendimiento de subsistemas posteriores, se recomienda:

- Ubicar cinta antiestática en los bordes de las planchas de piso técnico instaladas, para evitar las fugas de aire refrigerado.
- Instalar los paneles perforados como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Ubicación de paneles de flujo de aire  
Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

- Por las dimensiones del lugar, no es posible implementar una rampa de acceso, por lo que se instalará una escalerilla de acceso de dimensiones permitidas (Figura 3). [1]



**Figura 3.** Escalerilla de Acceso a un Centro de Datos

Fuente: OLARETTA Servicios Generales SAC. (2015). Obtenido de: [http://olaretta.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=60&Itemid=92&showall=1](http://olaretta.com/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=92&showall=1)

- En los cortes realizados en los paneles, se deberá utilizar cepillos y empaques especiales para tener una entrada y salida suave del cableado, y evitar de igual manera inconsistencias en el sistema de refrigeración.

## Illuminación

Para cumplir con los objetivos de eficiencia energética de los tratados de Montreal y Kioto en defensa y cuidado del medio ambiente, en este mecanismo se implementará luminarias tipo LED, las cuales permiten un ahorro aproximado del 50% en energía eléctrica.

Los tubos de iluminación LED deberán ser de 120 cm de longitud y T8 de diámetro (2,54 cm), con luminancia mínima de 1800 lux y la emisión de luz será blanca transparente frosted.

**Flujo Luminoso:** La cantidad de flujo luminoso requerido por el CDP está dado por:

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_n \cdot C_m} \quad (1)$$

Donde:

$\Phi_T$  = Flujo total luminoso

$E_m$  = Nivel de iluminación medio (Lux)

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

$C_n$  = Coeficiente de utilización. Dado por el fabricante.

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

Para su cálculo se tomará en cuenta los siguientes datos y parámetros:

- Superficie del lugar: 8,5 metros cuadrados
- 500 lux como nivel de iluminación exigidos por el estándar en el plano horizontal.
- Factor de utilización de 0,25 será el apropiado debido a los colores claros de piso, techo y paredes y así mismo por las dimensiones pequeñas del espacio físico.
- Coeficiente de mantenimiento de 0,8 definido para ambientes cerrados y limpios.

Entonces, reemplazándolos en la Ecuación 1 tiene que:

$$\Phi_T = \frac{500 \text{ (lux)} \times 8,5 \text{ (m}^2\text{)}}{0,25 \times 0,8} = 21250 \text{ [lux]} \quad (2)$$

**Número de luminarias:** La Ecuación 3 permite calcular cuantas luminarias se necesitan para garantizar el nivel de flujo luminoso calculado en la Ecuación 2.

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \quad (3)$$

$NL$  = Número de luminarias

$\Phi_T$  = Flujo luminoso total

$n$  = Numero de lámparas por luminaria

$\Phi_L$  = Flujo luminoso de cada lámpara

Reemplazando en la Ecuación 3, datos de productos comerciales y el resultado de la Ecuación 2, se tiene:

$$NL = \frac{21250 \text{ lux}}{3 \times 1800 \text{ lux}} = 3,94 \approx 4 \quad (4)$$

En conclusión (Ecuación 4) para un nivel de luminosidad de 500 Lux con lámparas de 1800 lux, se instalará 4 luminarias de 3 unidades cada una.

La Figura 4 muestra la distribución que tendrán las luminarias al interior del Centro de Datos, con la que se pretende tener un nivel de luminosidad parejo y constante en toda el área.

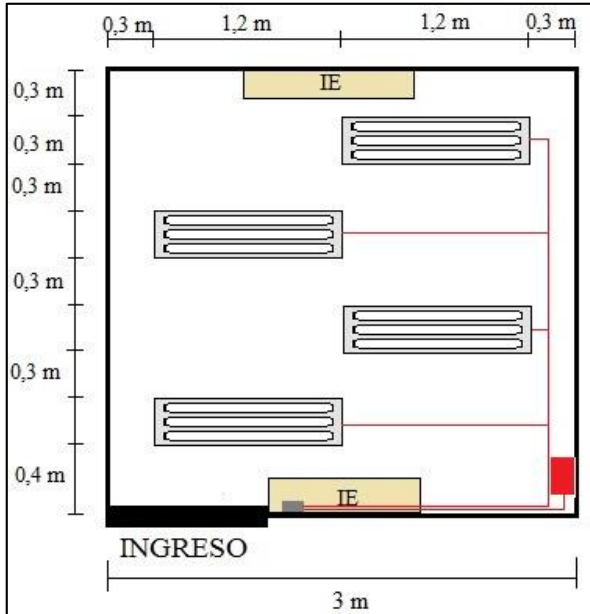


Figura 4. Distribución de luminarias en el CDP  
Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

### Pintura

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

En las paredes perimetrales internas del CDP, no se permitirá pintura de colores oscuros u opacos que puedan disminuir los niveles de luminosidad. [1]

## 3.2 Subsistema Eléctrico

### Dimensionamiento de la carga eléctrica

El sistema eléctrico a instalar debe soportar la carga eléctrica actual y futura del equipamiento eléctrico y electrónico del Centro de Datos. La tabla 2 describe el resume el cálculo y dimensionamiento de la carga eléctrica total estimada que el Data Center necesita para operar con normalidad. Para tal proceso, se ha empleado datos de las especificaciones, características y datasheet de cada equipo.

Descripción	Equipo	Potencia [W]
Carga TIC Principal	3 Servidor HP Proliant DL360 G9	1650
	1 Servidor IBM System x3250 4365	440
	2 Servidor IBM System x3500 M4	1500
	2 Servidor HP Proliant ML150 G5	1300
	1 Servidor IBM System x3650 M3	675
	1 Servidor IBM System x3500 M2	920
	1 PC Servidor Biométricos (Core i3)	150
	1 Adaptador POE 80U-560g CISCO	100
	1 Switch 3COM	48
	15 Adaptadores POE para Access Point	180
	1 Switch LINKSYS 24 Puertos	20
	1 Switch Router Mikrotik 24 puertos	15
	1 Router Board Mikrotik 1100 X2	25
	1 Switch CISCO Catalyst 4506 E	2800
	Subtotal	9823
	Subtotal x 0,67 C1	6581,41
Otras Cargas TIC	Control de Acceso (Biométrico [5w] + cerradura electromagnética) [6w]	10
	Video vigilancia NVR (alimentación POE para cámaras)	100
	Mecanismos contra incendios	200
	Subtotal	310
	Subtotal x 0,67 C2	207,7
Cargas futuras	[Crecimiento TIC del 80%] (C1 + C2)*0,8 C3	5431,29
Consumo real de las cargas	[Debido a las picos de variaciones] (C1 + C2+ C3) * 1,05 C4	12831,42
Ineficiencia de UPS	[Cargas críticas + cargas futuras] (C1 + C2+ C3) * 0,32 C5	3910,528
Iluminación	[Factor de iluminación x Área del CDP] (21,15 x 8,5 m2) C6	182,75
Carga crítica total	[Carga crítica real + Ineficiencia UPS + Iluminación] C4 + C5 + C6 C7	16924,698
Carga de refrigeración	[Carga crítica total * 0,7] C7 x 0,7 C8	11847,2886
Carga eléctrica total	[carga eléctrica + carga de refrigeración] C7 + C8 C9	28771,9866

Tabla 2. Cálculo de la carga eléctrica del Centro de Datos.

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

### Acometida Eléctrica

El Data Center debe contar con una acometida eléctrica independiente a otras instalaciones del edificio. Será tomada desde la primera zona de transformación eléctrica del proveedor y llevada bajo tierra hasta la intermediación a través de canalizaciones adecuadas. [8]

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

Tabla 3. Dimensionamiento de acometida eléctrico comercial

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

De acuerdo a la Tabla 3, el Centro de Datos en diseño necesitará para abastecer la carga eléctrica actual y futura una acometida de 220/110 [VAC] de 90 [A] como mínimo.

### Sistema de Puesta a Tierra

Para protección de equipos TIC y demás cargas eléctricas del CDP contra sobre-corrientes, transitorios de voltaje y/o cortocircuitos, se instalará componentes de baja resistencia e impedancia eléctrica que minimicen los efectos dañinos causados por éstos.

#### Componentes

- Barra Principal de conexión a Tierra para Telecomunicaciones (TMGB), con especificaciones técnicas recomendadas en TIA 607B.
- Barra de conexión a Tierra para Telecomunicaciones (TGB), con especificaciones técnicas recomendadas en TIA 607B.
- Malla equipotencial. [7]

#### Instalación

La conexión equipotencial se ubicará bajo el Piso Técnico a manera de una malla formada por conductores de cobre de diámetro no menor a 8 AWG, asegurándose que no haya ningún rozamiento contra los pedestales del piso técnico (Figura 5). Las medidas de la malla serán de 1,20 m x 1,80 m. Todas las juntas de la malla deberán ser con soldadura fuerte de plata o similar.

La malla estará conectada a la TGB del Centro de Datos con un cable de cobre desnudo (TBB) no menor a 6 AWG. Para las uniones entre la malla y la unión a la TGB, se utilizará conectores de compresión irreversible con soldadura exotérmica. [1]

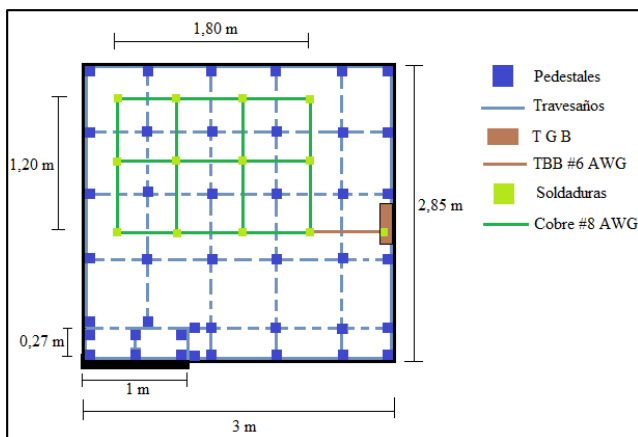


Figura 5. Instalación de malla a Tierra

Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

### Tableros Eléctricos

Se emplearán los siguientes tipos:

- *Tablero Eléctrico General Principal (TEGP)*: Recibirá las acometidas eléctricas comerciales. Para protección ante descargas atmosféricas y

evitar el ingreso de personal de mantenimiento al Centro de Datos, el tablero deberá ser instalado en el subsuelo, en una zona externa al CDP. [12]

- *Tablero Eléctrico de Transferencia Automática (TETA)*: Por las mismas condiciones anteriores, se recomienda su instalación en el subsuelo. Cuando se presente un fallo en el suministro de energía eléctrica comercial, el tablero realizará la conmutación hacia la PGER. La conmutación deberá seguir el proceso: abrir el circuito eléctrico de la PGER para alimentar las cargas críticas y luego cerrar el circuito de la energía comercial. Se realizará el proceso inverso en el momento en el que se recupere el suministro eléctrico comercial.
- *Tablero Eléctrico General Secundario (TEGS)*: En las inmediaciones del CDP deberá instalarse como mínimo un tablero eléctrico secundario. [12]
- *Tablero General de Energía Ininterrumpida (TGEI)*: deberá ser instalado en el interior del CDP, en la zona dedicada. Permitirá la distribución de energía eléctrica proveniente del UPS a todas las cargas críticas. Los circuitos derivados deberán ser instalados aquí con interruptores termo-magnéticos de 20 [A], sistemas de iluminación con interruptores de 20 [A], UPS y HVAC con interruptores de 100 [A].

### Circuitos Derivados (DC)

La capacidad máxima para cada circuito derivado será 20 [A]. Sin embargo, por razones de protección, la distribución del consumo eléctrico en ellos deberá ser tal que, no se supere el 80% (16 amperios) de su capacidad total. La cantidad de circuitos derivados y la distribución de su carga eléctrica, se muestran en la Tabla 4. [1]

No. DC	Capacidad [A]	Carga Eléctrica a instalar
3	20	3 Racks
1	20	Sistema de iluminación
1	20	Control de acceso, CCTV, sistemas de emergencia y contra incendios
1	20	HVAC (sistema de refrigeración)

Tabla 4. Circuitos Derivados a instalar en el CDP.

Fuente: Análisis de Requerimientos eléctricos para el Data Center FICA.

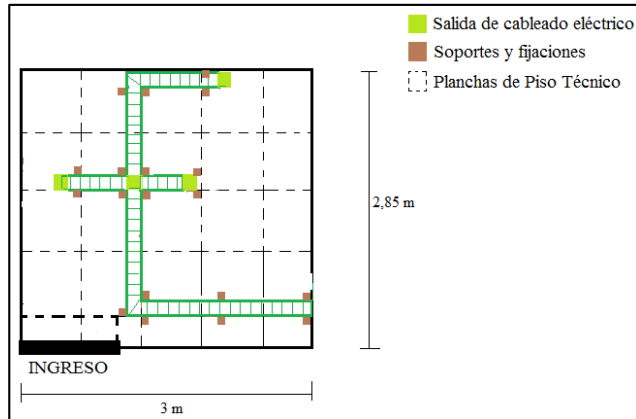
Los conductores eléctricos empleados para cada DC serán de aluminio esmaltado y cobre, harán sus recorridos en escalerillas metálicas y su diámetro no será menor a #12 AWG. Debido a las dimensiones del CDP no habrá circuitos que superen la longitud máxima permitida para este tipo de conductores (50 m). En toda su extensión, los conductores estarán aislados con una protección aislante hermética de PVC o hule que impedirá cualquier fuga de corriente eléctrica por medios metálicos, resistente a la humedad y retardante a la flama. [1]

### Escalerillas eléctricas

Las escalerillas para el cableado eléctrico se instalarán suspendidos bajo el piso técnico y con capacidad para poder

alojar un crecimiento futuro de 100% de cableado eléctrico y nunca superar el 80% de su capacidad de la canalización. Los recorridos que seguirán al interior del Centro de Datos se muestran en la Figura 6.

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



**Figura 6.** Ubicación de las escalerillas para el cableado eléctrico  
**Fuente:** Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

**Supresor de Transitorios de Voltaje (STV)**

Permitirán la protección de los equipos TIC y demás mecanismos eléctricos del Centro de Datos ante corto circuitos y/o sobre voltajes. La tabla 5 detalla las consideraciones que se debe tomar en cuenta para dimensionar las características de protección.

económicos altos ya que los equipos IT instalados son nuevos y originales	Moderada	11
	Económica	3
<b>ÍNDICE DE EXPOSICIÓN</b> Suma de puntajes	Respuesta	<b>54</b>
Categoría de aplicación: C = acometida, tablero general. B = distribución, tableros secundarios, equipos importantes del proceso. A = equipo final instalado en un derivado.	<b>Aplicación</b>	<b>Categoría</b>
	TEGP	C
	TETA, TEGS	B
	TEGI	A
	Respuesta	<b>C, B, A</b>

**Tabla 5.** Consideraciones de cálculo para protecciones eléctricas.  
**Fuente:** IEEE C62.41

IEEE C62.41	Índice de Exposición					Unidad
	12-24	25-38	39-55	56-75	76-100	
Cat. C	120	150	240	320	480	kA
Cat. B	50	80	120	160	240	kA
Cat. A	---	36	50	80	120	kA

**Tabla 6.** Dimensionamiento de las protecciones eléctricas STV  
**Fuente:** IEEE C62.41

Relacionando el valor de exposición calculado (Tabla 5) y los índices de exposición estandarizados (Tabla 6) correspondientes, la capacidad de los STV para el CDP se describen así:

- Para el Tablero Eléctrico General Principal: STV Clase C de 240 [kA].
- Para el Tablero Eléctrico de Transferencia Automática y/o Tablero Eléctrico General Secundario: STV Clase B de 140 [kA] (sobredimensionamiento recomendado del estándar).
- Para el tablero eléctrico de Energía Ininterrumpida: STV Clase A de 60 [kA] (sobredimensionado recomendado del estándar).

**Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI o UPS)**

El Sistema de UPS/SAI será el mecanismo que garantice la alimentación eléctrica de los equipos TIC en caso de perder el servicio de las acometidas comerciales.

De la Tabla 2, se obtiene el valor total de la carga crítica actual y futura (16924,698 W) para el CDP. Con esto, se deduce que la capacidad del UPS a instalar deberá ser como mínimo 15 [kW], debido a que el consumo de los equipos electrónicos pocas veces alcanza el 100%, sino más bien se mantiene en un 80%.

**Consideraciones**

El SAI deberá cumplir con las características:

- Se instalará al interior del CDP (menor a 100 [kW]), en el espacio asignado que se especifica en la Figura 19.
- Provisto de baterías internas tipo selladas (VRLA) con vida útil superior a los 5 años. No se permiten baterías tipo inundadas.
- Configuraciones internas tipo “on-line conversion delta”, para proteger el tiempo de vida útil del sistema y provechar los tiempos nulos de conmutación entre la línea principal eléctrica y la línea de baterías internas.

ASPECTO	EVALUACIÓN	
	Ambiente	Puntaje
<u>Ubicación geográfica de la aplicación:</u> según la Dirección de Aviación Civil, el nivel de incidencia de rayos en Imbabura es uno de los más bajos del país (entre 5 y 60 puntos)	Alto	18
	Medio	10
	Bajo	2
<u>Ubicación respecto a otras actividades:</u> área poblada en crecimiento de población y construcción.	Ambiente	Puntaje
	Rural	11
	Sub Urbano	6
<u>Ubicación respecto a otras construcciones:</u> edificación entre las más altas del sector (Campus universitario)	Urbano	1
	Construcción	Puntaje
	El más alto	11
<u>Tipo de acometida:</u> servicio eléctrico dedicado exclusivamente para el CPD	Mediano	6
	El más pequeño	1
	Acometida	Puntaje
<u>Histórico de disturbios:</u> los transitorios si han causado daños a equipos TIC o en sus componentes electrónicos, pero los registros son escasos.	Ultimo cliente	11
	Cientes múltiples	6
	Independiente	1
<u>Importancia del equipamiento a ser protegido:</u> todos los equipos desarrollan funciones críticas y no existe redundancia de los mismos. En lo posible se debe evitar la paralización de los servicios.	Equipo	Puntaje
	Frecuentes	11
	Ocasionales	6
<u>Costo de reparación del equipamiento si se daña:</u> se considera costos	Escasos	1
	Equipo	Puntaje
	Indispensables	19
Puede detenerse	Jerarquía media	11
		3
Reparación	Puntaje	
Costosa	19	

- Garantizar autonomía por lo menos de 20 minutos que permita el apagado correcto de los equipos (en caso de que el apagón eléctrico sea extenso).
- Ruido acústico emitido no deberá ser mayor a 70 dB. Este parámetro se debe medir a un metro de distancia del equipo.
- El hardware deberá incluir: interfaces o dispositivos que admitan compatibilidad con el
- protocolo SNMP, conexiones redundantes y una pantalla de cristal líquido o panel de monitoreo que permita visualizar los parámetros de configuración y el estado de operación de equipo.

- Potencia nominal del sistema de energía en vatios (P3):  $(0,02 \times \text{régimen del sistema de energía}) + (0,02 \text{ de la energía total del sistema})$
- Espacio ocupado en metros cuadrados (P4): Se obtiene del producto del factor 21,53 y el área del CDP en metros cuadrados.
- Cantidad máxima de personas en el CDP (P5): Se multiplica el factor 100 por el número máximo contemplado de personas al interior del Centro de Datos. [9]

### 3.3 Subsistema Mecánico

#### Sistema de Refrigeración

La temperatura al interior del Centro de Datos deberá siempre estar dentro del rango de 18 – 23 °C y con un porcentaje aceptable de humedad del 45% HR, pudiendo llegar a un máximo de 55% HR. [1][8]

#### Dimensionamiento

El dimensionamiento del aire acondicionado está relacionado directamente con la cantidad de energía calórica que el Data Center genera. Para dimensionar la capacidad que debe tener el sistema de refrigeración, habrá que realizar varias operaciones y cálculos matemáticos. El proceso del cálculo del consumo térmico del Centro de Datos, se describe en la Tabla 7.

Ítem	Cálculo de energía térmica producida	Subtotal de energía térmica producida [W]
Equipos TIC (P1)	16924,698	16924,7
UPS con baterías (P2)	$(0,04 \times 220) + (0,06 \times 16924,7)$	1024,3
Distribución de energía (P3)	$(0,02 \times 220) + (0,02 \times 16924,7)$	342,89
Iluminación (P4)	$21,53 \times 8,5 \text{ m}^2$	183,005
Personas (P5)	$3 \times 100$	300
<b>TOTAL</b>	<b>P1+P2+P3+P4+P5</b>	<b>18774,9</b>

**Tabla 7.** Dimensionamiento de la capacidad del sistema de refrigeración  
**Fuente:** Neil Rasmussen. (2008). Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos; pág5.

Donde:

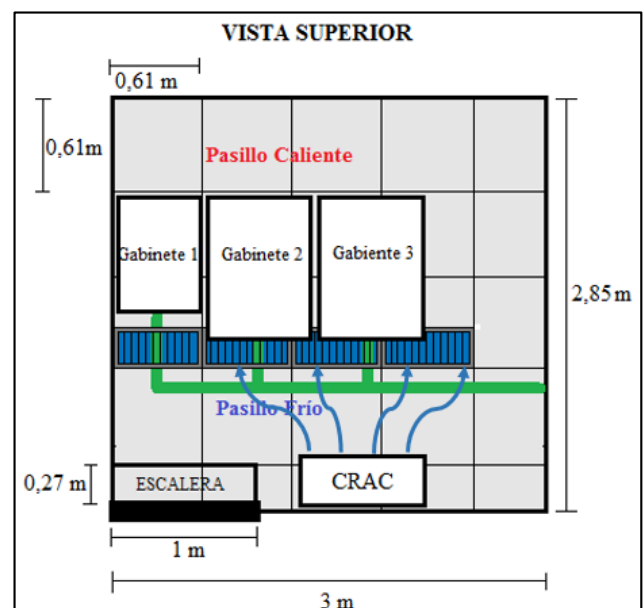
- Potencia total de la carga de TIC en vatios (P1): Es el consumo total de potencia eléctrica del equipamiento TIC. Este dato se lo obtuvo del cálculo realizado en la Tabla 12 (C7).
- Potencia nominal del sistema de energía en vatios (P2):  $(0,04 \times \text{régimen del sistema de energía}) + (0,06 \times \text{potencia total de la carga IT})$

#### Método de Refrigeración

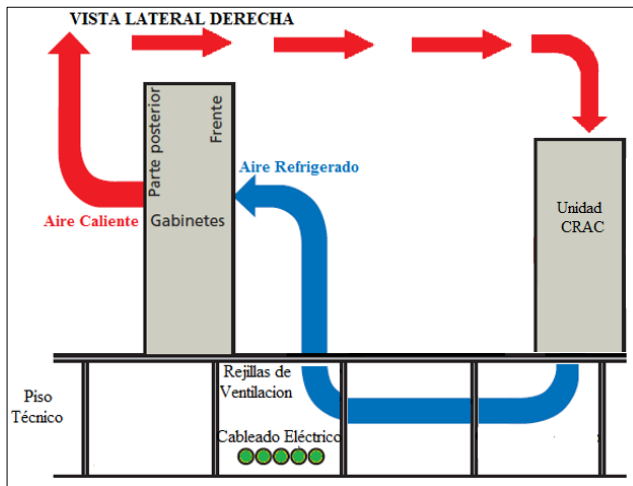
Se empleó el método “Orientado por fila” considerado como un método de densidad media, el cual consiste en ubicar un dispositivo de control ambiental (CRAC) por cada fila, ya sea en el extremo o centro de la misma. [8]

Para ello, los racks y gabinetes se distribuirán en serie, uno a continuación de otro, todos con la parte frontal y posterior en un mismo sentido. La parte posterior de los rack será considerada como “pasillo caliente” y la parte frontal como “pasillo frío” (Figura 7). La separación entre racks y/o gabinetes será máximo de 2 cm.

La unidad CRAC se instalará en la zona que se indica en la Figura 7 y deberá descargar el flujo de aire refrigerado hacia la zona inferior de la estructura del piso técnico, donde será redirigido hacia cada rack, gracias a las planchas en forma de rejilla instaladas. El aire que sale de los equipos al estar caliente disminuirá su densidad y peso atómico por lo que buscará la superficie de la inmediatez, la unidad CRAC lo que hará es absorber la temperatura de este aire y re-impulsarlo hacia abajo ya refrigerado, repitiendo nuevamente el ciclo (Figura 8). [8]



**Figura 7.** Pasillo frío y caliente en el Data Center  
**Fuente:** Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA



**Figura 8.** Ciclo de refrigeración en el CDP

Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

### Características de hardware

- Sistema de aire acondicionado de precisión tipo “in row” que permite refrigeración precisa en racks organizados por fila.
- Capacidad de enfriamiento  $\geq 15$  kW, de acuerdo al dimensionamiento realizado (Tabla 2).
- Uso de refrigerantes ecológicos con compuestos químicos aceptados en las normativas y protocolos internacionales para la protección del ambiente.
- Control electrónico de la humedad, temperatura del ambiente y sus consecuentes configuraciones, con visualización en tiempo a través de una pantalla LCD.
- Ventiladores EC (eléctricamente conmutados), los cuales presentan: alta eficiencia a través de caudales de aire, dirigidos y regulables; ausencia de vibración sonora y bajo consumo energético.
- Compresores tipo Scroll para eficiencia y ahorro energético: los compresores de este tipo ejercen niveles mínimos de ruido y vibración. Gracias a su rendimiento volumétrico se tiene un alto nivel de COP, que mejora el rendimiento y consumo de potencia eléctrica.
- Filtros con capacidad de filtrado hasta clase F5 (eficiencia media entre el 40 y 60%) y presostato de aire.
- Compatibilidad para la integración de una tarjeta de comunicaciones de red. [8]

### **Circuito cerrado de TV**

#### Consideraciones de equipos

El sistema debe ser 100% digital, es decir manejará el protocolo IP y toda su infraestructura correspondiente.

En el interior del CDP se instalará dos cámaras mini domo PTZ para interiores que permitan un paneo horizontal ( $90^\circ$ ) y vertical ( $90^\circ$ ) con alta velocidad, precisión y resolución mínima de 420 líneas. Los lentes de las cámaras interiores deberán ser de tipo “iris fijo” debido a que la inmediatez siempre estará con el sistema de iluminación activo. Constarán de micrófono integrado, zoom HD,

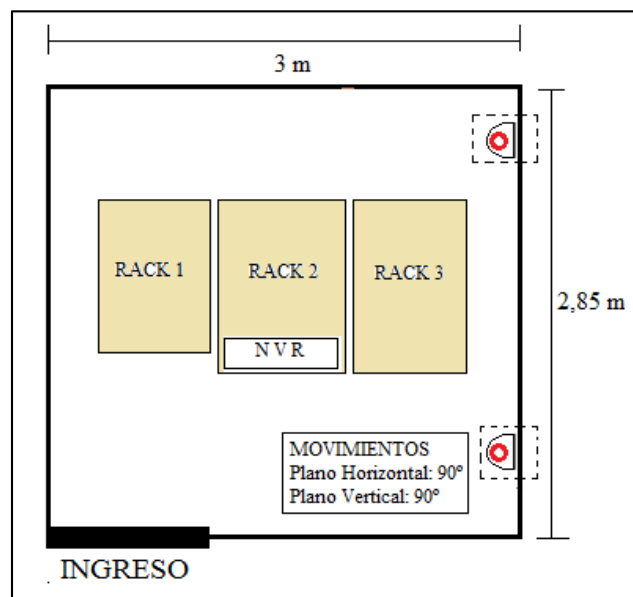
alimentación eléctrica por cable Ethernet (POE) y gran resistencia ante golpes y agresiones.

Hardware de grabación: Se usará un equipo NVR (Network Video Record / Grabador de Video en Red) con características: grabación simultánea y flujo de video en vivo mínimo de 4 canales y grabación por lo menos de 15 días ininterrumpidos; generación y notificación de alarmas; accesos mediante autenticación; administración remota a través del protocolo SNMP y/o internet.

### Instalación

Las cámaras se instalarán en las posiciones que se especifican en la Figura 9 sobre el techo falso o empotrados en los muros. El NVR se ubicará en el rack No. 2 y el acceso al equipo para su administración debe ser remoto para su administración.

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



**Figura 9.** Ubicación del Sistema de Vigilancia al interior del CDP

Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

### **Sistema de aspersores**

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

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

- Gas incoloro y en un 99% inodoro.
- No es conductor eléctrico.
- Efectividad en incendios tipo A, B, C



- Agente Extintor amigable con el medio ambiente y no tóxico para las personas (Aprobado por el Protocolo de Montreal).
- Detección y extinción de fuego en menos de 10 segundos en ambientes cerrados debido a su facilidad de expansión (gas).
- Los tanques contenedores del gas ocupan poco espacio, no necesitan mantenimiento y pueden mantenerse en condiciones aceptables por décadas. [11]

### Instalación

El tanque con el agente extintor (MF-200) será ubicado en un lugar estratégico, en los exteriores del Centro de Datos. Las tuberías de transporte serán instaladas y llevadas a través del cielo raso terminando en el centro de su área. En las terminaciones de las tuberías se instalarán los aspersores dobles configurados para una expansión equitativa de 360°.

### Extintores de Fuego

El número de extintores se define a partir de la división ente el área total del espacio físico a proteger para el área máxima que cubre cada tipo de extintor (Tabla 8 y Tabla 9). [10]

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

Tabla 8. Tamaño y ubicación de extintores para peligros de Clase A.

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

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

Tabla 9. Tamaño y ubicación de extintores para peligros de Clase B

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

Para el Centro de Datos, no se necesitara más que un extintor de Clase 1A y uno de Clase 1B, debido a que el área que cubre cada uno (270 m<sup>2</sup>) es muy superior al área del espacio físico a proteger (8,55 m<sup>2</sup>). Los extintores se instalaran en la ubicación que se muestra en la Figura 10, serán de agentes halógenos, quedando totalmente prohibido los de agentes y fluidos líquidos, espumas y/o polvos químicos.

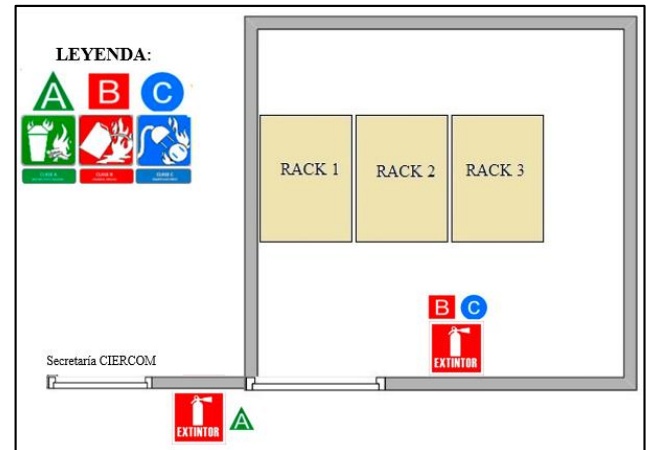


Figura 10. Ubicación de extintores en el CDP

Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

### Puerta de Seguridad

La puerta de acceso al Centro de Datos tendrá características antirrobo: compuesta por dos planchas de acero gruesas con refuerzos internos de tubo estructural y material termo-aislante cortafuego capaz de resistir hasta 538°C por hora. La estructura principal dispondrá de:

- Cerradura electromagnética: formada por dos paneles de imanes tipo "fale-safe" con protecciones MOV, fuerza de sujeción 273 kg y mecanismo ON/OFF de liberación inmediata.
- Control biométrico: con manejo de interfaces RJ45, pantalla LCD, y registro mínimo de huellas dactilares e ingreso de contraseñas digitales.
- Brazo cierra puertas con tal configuración que en 10 segundos cierre una apertura de 90° de la estructura.
- Barra anti pánico: permitirá la apertura de la puerta mediante mecanismos de presión en cualquier zona de toda la extensión de la barra.

La puerta de acceso deberá abatir hacia a fuera, el marco producirá un cierre hermético mínimo en un 95% y las bisagras serán de alta resistencia al peso y fricción. [1]

## 3.4 Subsistema De Telecomunicaciones

### Arquitectura de Red

#### Cuarto de Entrada

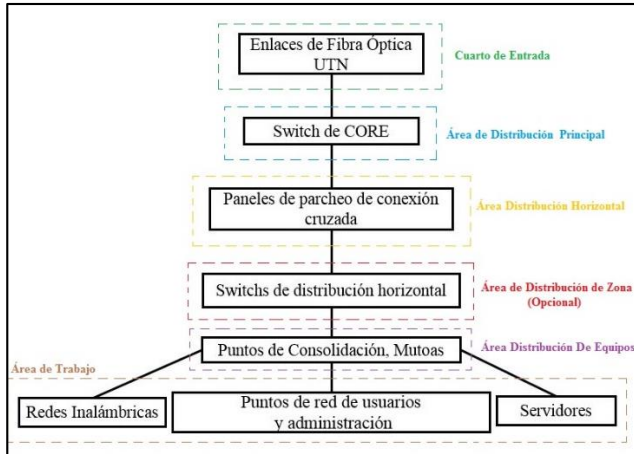
Las únicas acometidas de comunicaciones permitidas y recibidas en el nuevo Data Center (Cuarto de Entrada) serán los enlaces de fibra óptica provenientes del DDTI y sus sub conexiones locales (Facultades, Auditorios, edificios Administrativos, etc.). (Figura 11) [2] [5]

#### Área de Distribución Horizontal

Estará representada por switches de distribución. Se instalará uno por cada planta de la Facultad, para abastecer sus conexiones cruzadas horizontales. (Figura 11) [2] [5]

Áreas de Trabajo

En cada oficina de la Facultad, o a su vez por cada área de trabajo de 8 m<sup>2</sup> (a excepción de aulas, laboratorios y pasillos), Se deberá instalar, al menos un faceplate con dos tomas de red. El ponchado de los jacks RJ45, deberá pasar las pruebas mínimas de test (tester Ethernet) y en lo posible una certificación de calidad (Fluke). (Figura 11) [2] [5]



**Figura 11.** Ubicación del Sistema de Vigilancia al interior del CDP  
Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

**Cableado Horizontal**

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

- El cableado horizontal será llevado, en toda su extensión, en bandejas metálicas y no excederá la distancia de 90 metros de longitud entre el Área de Trabajo y la Conexión de Distribución Principal (Data Center), incluidos los patch cord de conexión en los panel de parcheo.
- Se permitirá cable de par trenzado balanceado únicamente de categoría 5e o superior (recomendado Cat. 6). [6]
- El tendido del cableado en las bandejas, se lo hará máximo con una fuerza de tensión de 110 [N].
- El radio de curvatura máxima del cableado UTP en la instalación, no será menor a 90° y para STP no menor a 135°. [6]
- El arreglo del cableado (peinado) en todo su recorrido se lo hará en grupos de 12 cables alienados verificando que no haya torceduras, averías o enredos de cada cable y entre grupos de cables.
- La implementación de puntos de consolidación (CP) en el cableado, se permitirán únicamente en zonas de fácil acceso y administración, una conexión para cada cable horizontal, y estará ubicado mínimo a una distancia de 15 m del distribuidor de cableado horizontal (switch de distribución de la planta). La distancia total horizontal del cableado entre el CP y el equipo terminal de usuario no será mayor a 20 metros.

Cada CP dará un número máximo de 12 servicios, en los cuales queda prohibida la conexión directa de equipos activos de usuario. [3] [4]

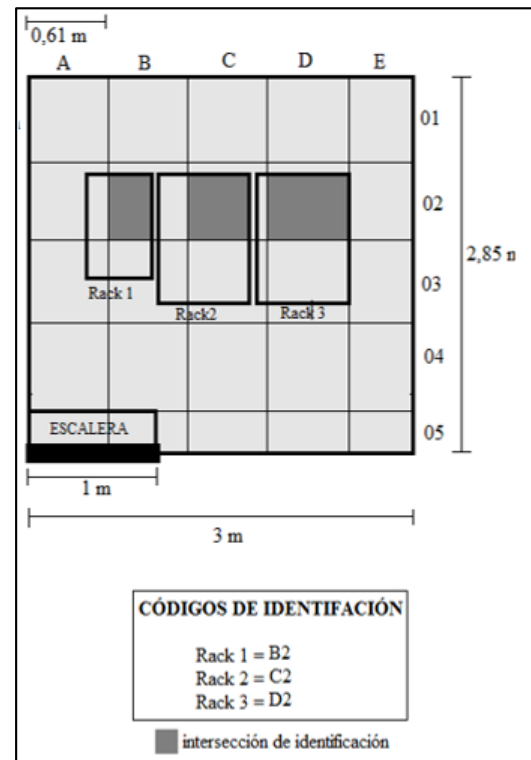
**Racks y Gabinetes**

Características

Los racks y gabinetes que se instalen en el Data Center deberán cumplir con siguientes:

- Capacidad de 42 UR o no superar la altura máxima de 2 metros, para mantener la distancia recomendada con el cielo raso (0,5 m).
- Estructura metálica de acero laminado en frío y acabados con pintura electrostática en polvo. los postes o rieles deberán estar debidamente señalados, numerados y empotrados como mínimo a 120 mm de la estructura o puerta del rack.
- Las puertas frontales y posteriores micro perforadas en forma de malla para mejorar los flujos de aire.
- El piso y techo del gabinete deben ser desmontables y con pre-perforaciones que puedan facilitar el ingreso y salida tanto del cableado como del aire del sistema de ventilación. [1]

Identificación



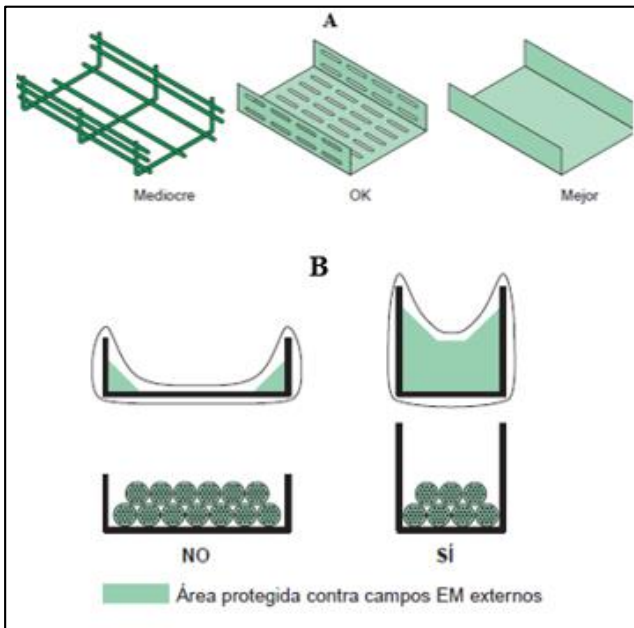
**Figura 12.** Identificación de racks y gabinetes  
Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

Un método válido de identificación de racks y gabinetes en el Centro de Datos, es usar la estructura del piso técnico como cuadrícula de localización (Figura 12), cuyo código de identificación de cada rack se generará por la intersección de filas (definidas con números) y columnas (definidas con letras). En el caso que un rack o gabinete esté

ubicado sobre varias intersecciones (filas y columnas), se tomará como matriz para generar el código, la intersección de mayor área.

Canalización del Cableado

El cableado estructurado será transportado por todo el edificio sobre el cielo raso en bandejas metálicas específicas para datos, están prohibidas las escalerillas metálicas de varillas transversales (Figura 13-A) por el campo electromagnético que pudieran generar.



**Figura 13.** Bandejas metálicas para datos. A: Recomendada; B: Distribución

**Fuente:** Schneider Electric; 2008. Guía de Diseño de instalaciones Eléctricas y de Datos según Normas IEC; pág.460

La distribución del cableado de datos dentro de la bandeja de transporte, se lo hará tal y como se muestra en la Figura 13-B para mejorar su protección ante interferencias electromagnéticas externas generadas por las redes inalámbricas que en la Facultad se tiene.

Distribución de equipos

El equipamiento electrónico y de comunicaciones deberá ser ubicado y distribuido correctamente dentro de racks y gabinetes. Se debe realizar una distribución ordenada e ir ubicando los equipos uno a continuación de otro, separados a una 1 UR, con el fin de minimizar el espacio de uso.

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

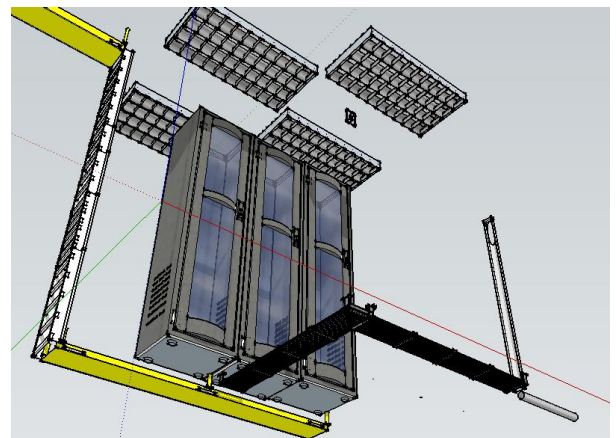
Cada rack y/o gabinete será suministrado de un switch de distribución de red, se permitirá máximo un monitor y complementos multimedia (teclado, mouse), PDUs para la

alimentación eléctrica, ventiladores internos (opcional) y conexión independiente a la puesta a tierra. [8]

**Presentación del Diseño**

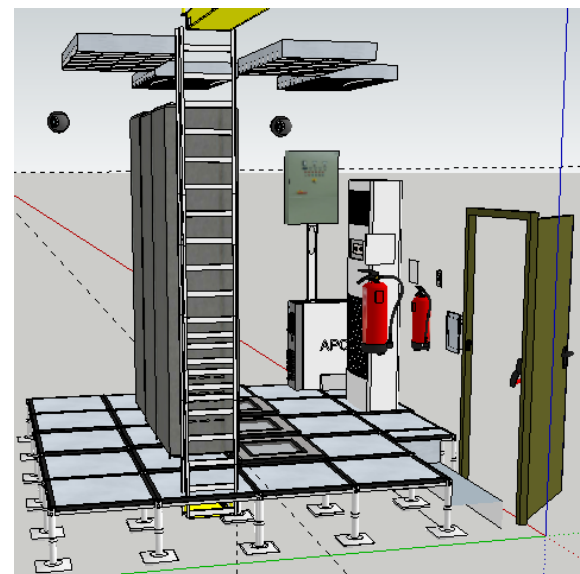
En las Figuras 14, 15 y 16, se muestra un bosquejo de cómo se debe ubicar cada mecanismo implementado dentro del espacio físico del centro de Datos.

La distribución y recorrido de canalizaciones para el cableado dentro del CDP se muestra en la Figura 14. Las canalizaciones de color amarillo serán para datos y las de color negro para cableado eléctrico.



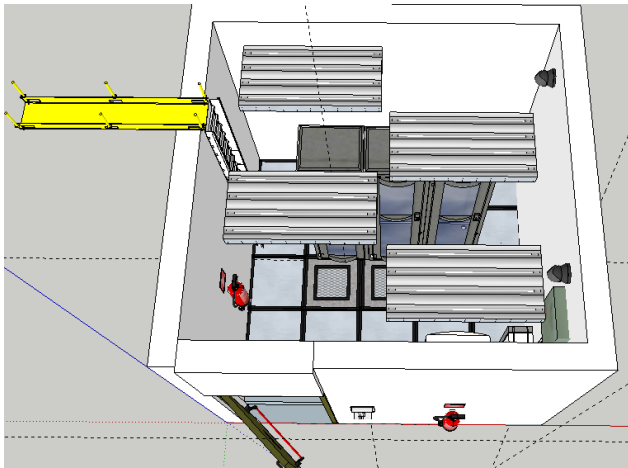
**Figura 14.** Vista inferior del Data Center FICA  
**Fuente:** Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

La zona definida para el sistema de refrigeración, UPS, extintores de fuego, tableros eléctricos, puerta de seguridad y sus componentes, piso técnico y enfoque de cámaras de vigilancia se expone en la Figura 15. Hay que mencionar que la ubicación de cada mecanismo ha sido estratégicamente definida de acuerdo a las recomendaciones de los estándares TIA y NFPA, siempre relacionándolas con las dimensiones del espacio físico disponibles.



**Figura 15.** Vista lateral interna del Data Center FICA  
**Fuente:** Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

La correcta distribución de las luminarias LED dentro del Data Center, y la ubicación de extintores de fuego externos se visualizan en la Figura 16. Con ella, se pretende tener un nivel de luminosidad continua y equitativa. Las luminarias deberán ser ubicadas bajo el cielo raso manteniendo la distancia mínima de 0,5 m con la altura de los racks.



**Figura 16.** Vista superior del Data Center FICA  
Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

**Presupuesto Económico de Implementación**

De acuerdo a lo presentado en las secciones anteriores, el presupuesto referencial para la futura implementación del Data Center es el que se muestra en la Tabla 10.

PRESUPUESTO TOTAL REFERENCIAL	
Descripción	Subtotal
Costos de Adecuaciones de Infraestructura y techo falso	\$1314,18
Piso Técnico	\$3282,00
Sistema Eléctrico	\$25279,17
sistema de refrigeración	\$16684,51
Sistemas de Seguridad	\$3661,00
Sistema de iluminación	\$880,00
Sistema contra incendios	\$ 8.636,64
Sistema de Puesta a Tierra	\$393,75
equipos de Comunicaciones	\$29163,6
TOTAL	\$89294,85

**Tabla 10.** Presupuesto económico del Data Center FICA  
Fuente: Proformas del Proyecto de implementación Data Center FICA Implementación

**4. Implementación**

Se realizó la instalación de una acometida eléctrica dedicada e independiente para el CDP. La toma parte del transformador eléctrico ubicado frente al Gimnasio UTN (Figura 17-A), el recorrido del cableado eléctrico es llevado bajo tierra (Figura 17-B) hasta una caja de revisión de concreto ubicada en la parte externa de la FICA, frente al Centro de Datos (Figura 17-C). Los conductores eléctricos ingresan al CDP bajo el piso técnico, por la zona de

acometidas y suben hasta el tablero general principal por medio de canaletas y tuberías (Figura 17-D).

Las características de la acometida eléctrica instalada son:

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



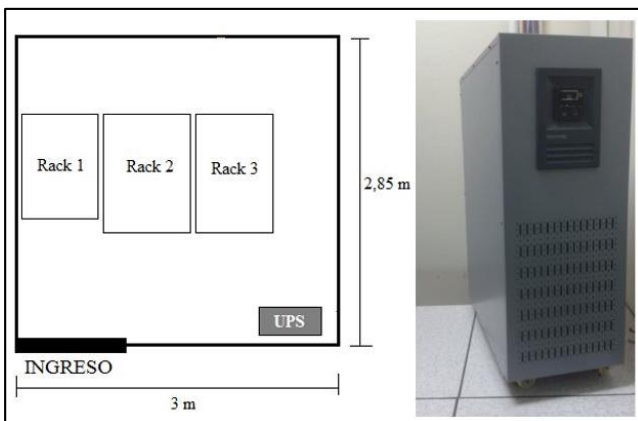
**Figura 17.** Acometida Eléctrica del CDP  
Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

El piso técnico se instaló a 35 cm del piso real (Figura 18). Esta altura se debe a la cantidad de cableado de datos (150 cables) y eléctrico (8 cables) que se transportará por su estructura.



**Figura 18.** Piso Técnico instalado  
Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

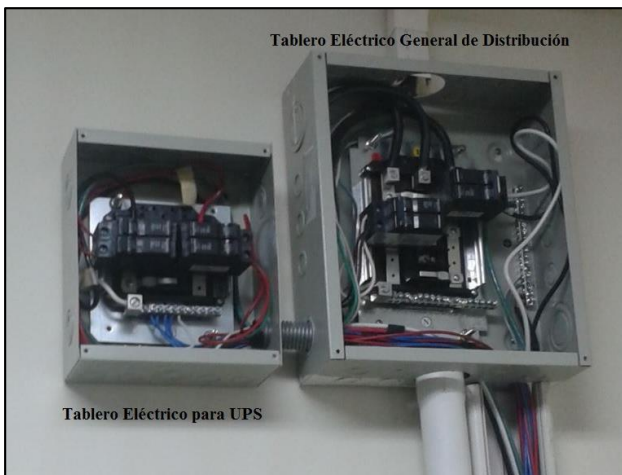
El sistema de UPS se ubicó en la posición que se indica en la Figura 19. El equipo alimentará simultáneamente a los tres racks de comunicaciones a través de una conexión intermedia de un tablero eléctrico secundario. La autonomía eléctrica conseguida por el mecanismo, con todos los equipos encendidos, está en el rango de 15 a 20 minutos.



**Figura 19.** Ubicación del sistema de UPS  
Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

Los tableros eléctricos implementados son: el tablero eléctrico general encargado de recibir las acometidas eléctricas comerciales externas de 120/240 [VAC]. Este tablero alimenta el sistema de sistemas de refrigeración, control y UPS, el cual tiene una conexión directa con el tablero de distribución secundario que administra los circuitos derivados del CDP, que no superan los 20 [A] de consumo cada uno. (Figura 20)

Cada circuito derivado en cada tablero eléctrico está protegido por su respectivo breaker termo-magnético correctamente dimensionado (20 Amperios, con sistema de respuesta “curva tipo C”).



**Figura 20.** Tableros eléctricos instalados en e CDP  
Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

La puerta de acceso al Centro de Datos presenta características de seguridad y componentes como: brazo cierra-puertas; barra anti-pánico; control biométrico y cerradura electromagnética; lo que permite tener una hermeticidad del 97% del aire refrigerado y un alto nivel de seguridad física del equipamiento. (Figura 21)



**Figura 21.** Puerta de Seguridad del Data Center  
Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

Como mecanismo de refrigeración se instaló un aire acondicionado tipo “split” (Figura 22) con capacidad de enfriamiento de 7 [KW] en la zona del pasillo caliente con el fin de enfriar directamente el aire expulsado por el equipamiento TIC.



**Figura 22.** Sistema de Aire Acondicionado instalado  
Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

Se han ubicado tres gabinetes de comunicaciones al interior del Centro de Datos, cumpliendo así con su capacidad máxima de alojamiento. Como ya se mencionó, se ubicaron formando el pasillo frío y caliente, con la cara frontal hacia la puerta de ingreso del CDP (Figura 23).

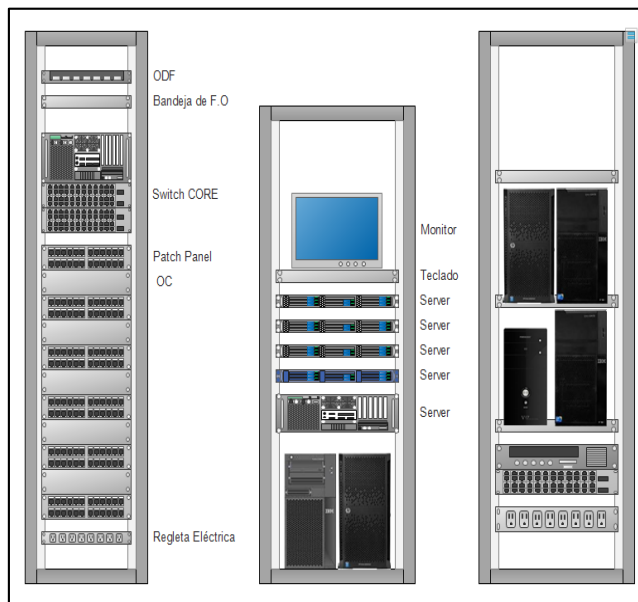
La distribución del equipamiento dentro de los racks se lo realizó de abajo hacia arriba, con separación de 1 UR entre equipos y otras observaciones que ayudaron al ahorro de espacio dentro de las estructuras. Cada rack o gabinete tiene alojado grupos de equipos que ofrecen servicios similares y/o correspondientes :(Figura 24), así:

- Rack 1: equipos de CORE y distribución de cableado horizontal.
- Rack 2: Servidores para “Proyectos de investigación CLOUD.
- Rack 3: equipos de servicios locales (administración biométricos, bases de datos, red inalámbrica, etc.)



**Figura 23.** Racks instalados en el Data Center

**Fuente:** Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA



**Figura 24.** Distribución de equipos en los gabinetes de comunicaciones

**Fuente:** Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

Hay que mencionar que la implementación de este Centro de Datos es parcial y no total, por lo que existen mecanismos y subsistemas que en los planes de mejora y mantenimiento futuros serán adquiridos e integrados a la infraestructura.

## 5. Conclusiones

El estándar “Infraestructura para Data Center TIA/EIA 942” de la Asociación Industria de Telecomunicaciones fue elegido frente a otros estándares similares, por su facilidad de organización de subestimas y mecanismos; amplia apertura a nuevas tecnologías y lineamientos de diseño externos al documento. Su contenido de diseño se considera como recomendaciones más no exigencias que cumplir al

pie de la letra, lo que permitió adaptar únicamente los ítems más importantes y convenientes al diseño desarrollado para el CDP de FICA.

Para la propuesta del diseño del Data Center de la Facultad se priorizó los aspectos: garantizar condiciones ambientales adecuadas para entornos TIC; niveles y mecanismos físicos de seguridad, prevención y reacción ante eventos no deseados como posibles incendios o apagones eléctricos que, en instalaciones convencionales, ponen en riesgo la integridad de los equipos de comunicación.

Cumpliendo con las exigencias y recomendaciones del diseño del Data Center que se presenta en este documento, se garantiza para la Facultad FICA: un ambiente TIC con un nivel de disponibilidad de 95% y autonomía de 30 minutos en términos energéticos; espacio físico disponible para crecimiento TIC de un 80%, referente al que se tiene instalado actualmente; seguridad física (control de acceso y video-vigilancia) para todos los equipos instalados y condiciones ambientales normalizadas.

El tema de eficiencia energética y ser amigable con el ambiente está en auge es por eso que el Data Center de la Facultad, en algunos aspectos, sigue esos lineamientos “verdes”: uso de refrigerantes ecológicos en el sistema de refrigeración, flujos de aire refrigerado dirigido y no expandido al ambiente que significaría mayor rendimiento del aire acondicionado, instalaciones eléctricas dimensionadas de acuerdo a los estándares vigentes que evitaren fugas de corriente o que fueren los sistemas eléctricos, sistemas de iluminación 100% tipo led, utilización nula de químicos tóxicos y nocivos para el ambiente en los sistemas de respuesta contra fuego.

El costo económico de la implementación de un Data Center siempre será elevado por todos los componentes y mecanismos de instalación que en él se exigen. En el caso del CDP de la Facultad no es la excepción, se requerirá una considerable cantidad de dinero para que se pueda cumplir con todos las recomendaciones propuestas en la sección de diseño. Pese a que no se tendrá un retorno de la inversión económica, la Facultad mejorara sus prestaciones en el tema tecnológico y de comunicaciones con lo que se ofrece una mejor calidad del servicio y equipamiento para estudiantes, docentes, personal administrativo con el objetivo de elevar el nivel de aprendizaje y fomentar los temas de investigación en esta área, conseguir sobreponer la visión y misión de la Facultad por encima de la inversión económica realizada.

## Agradecimientos

Extiendo un reconocimiento merecido de gratitud a las autoridades de la **Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas** de la **Universidad Técnica del Norte** por haber impulsado y realizado la adquisición de los equipos de implementación de este proyecto de investigación, con el que se espera contar ya con una infraestructura física segura,

que pueda soportar los servicios IT actuales y futuros de la Facultad.

Asimismo el agradecimiento sincero al Ing. MAYA EDGAR, responsable general del Proyecto Cloud-UTN, por el continuo apoyo y respaldo brindando al trabajo desempeñado; y de manera especial al Ing. VÁSQUEZ CARLOS, supervisor de este trabajo en específico, por su dedicación, paciencia y experiencia compartida en cada una de las etapas de desarrollo y revisión del mismo.

## Referencias Bibliográficas

- [1] TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION TIA 942. Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers. USA (Arlington): Standards and Technology Department, 2005
- [2] TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION 568 B.1. Commercial Building Telecommunications Cabling Standard. Part 1: General Requirements. Arlington: TIA, Standards and Technology Department, 2001
- [3] TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION 568 C.0. *Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises*. Arlington: TIA Standards, 2009.
- [4] TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION 568 C.3. *Optical Fiber Cabling Components Standard*. Arlington: TIA Standards & Technology Department, 2008.
- [5] TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION TIA 568 C.1. *Commercial Building Telecommunications Cabling Standard*. Arlington: TIA Standards. 2008.
- [6] TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION TIA 568 C.2. *Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standards*. Arlington: TIA Standards, 2009.
- [7] TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION. *Generic Telecommunications Bonding and Grounding (Earthing) for Customer Premises TIA 607B*. USA (Arlington): Telecommunications Industry Association, 2011
- [8] PACIO, G. *Data Centers Hoy*. Buenos Aires : Alfaomega, 2014.
- [9] Rasmussen, N. (2008). *Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos*. Obtenido de Informes Internos: <http://www.apc.com/whitepaper/?wp=25>
- [10] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 10. *Standard for Portable Fire Extinguishers*. USA (Quincy): NFPA Standars, 2013.
- [11] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 13. *Norma para la instalacion de sistemas de rociadores*. USA (Quincy): NFPA Standars, 2007.
- [12] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 70. *Código Eléctrico Nacional*. USA (Quincy): NFPA Documents, 2008.



## Sobre el Autor...

**Cristian NARVÁEZ** nació en San Gabriel, Provincia del Carchi el 17 de febrero de 1991. Realizó sus estudios primarios en el Instituto Pedagógico “Ciudad de San Gabriel”. Los estudios secundarios los realizó en el Colegio Nacional “José Julián Andrade”, donde finalizó en el año 2009, obteniendo el título de Bachiller en Ciencias Especialización Físico Matemático. Actualmente, está realizando su proceso de titulación en Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación, Universidad Técnica del Norte – Ecuador.





# Design of physical infrastructure of a data center TIER I, based on the TIA 942 standard for the Applied Science Engineering Faculty at the Technical University North

Author – Cristian Rafael NARVÁEZ MANOSALVAS

Applied Science Engineering Faculty, Technical University North, Avenue 17 de Julio 5-21 y José María Córdova, Ibarra, Imbabura

crnarvaezm@utn.edu.ec

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

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

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

## Keywords

Data Center, CDP, Communications, Refrigeration, TIA 942, TIA 607B, TIA 568C, UTN, FICA.

## 1. Introduction

North Technical University (UTN) City Ibarra - Ecuador is currently developing research projects on Cloud Computing. The start of this process was conducted by PhD. José Luis García with a study on costs and routes that are handled in this environment. The Faculty of Engineering of Applied Science (FICA) and specifically its Engineering Degree in Electronics and Communication Networks (CIERCOM) through its teachers and students would be

what they would receive the post of research to continue its development.

Initially, the Cloud Computing needs a physical space with special environmental conditions and infrastructure to ensure the functionality of the entire TIC equipment, almost one hundred percent: a Data Center. The FICA previously had a very rudimentary equipment room without acceptable physical conditions for processing equipment. To this was added the implementation of a lift in the building of the FICA, which necessarily would cross the room in question.

Given the aforementioned drawbacks, the proposed design and implementation of a Data Center for the Faculty was approved, following the rules and standards. The goal was to have a safe physical space which can accommodate current and future IT equipment, both Faculty and the Cloud Project.

The standard to follow was the TIA 942 Industries Association and Telecommunications, which according to economic expediency and infrastructure of the Bank, would opt for Data Center type TIER I. With him, it was intended to deliver a design a physical space with all its detailed and required adjustments, managed subsystems for better management; optimize structured cabling systems and network topologies through recommendations and observations of implementation.

## 2. TIA 942 Standard Study

The purpose of the standard 942 of the Telecommunications Industry Association is to facilitate project development staff communications through parameters, guidelines and design recommendations for processing centers and / or computer rooms.

The TIA 942 is complemented by several other entities similar standards such as ANSI, TIA, IEEE and NFPA in an effort to improve the availability, reliability and safety in the final infrastructure Data Processing Centers (CDP).

According to documentation, the structure of a Data Center is divided into four subsystems: Infrastructure, Electrical, Mechanical, Telecommunications; formulated and organized to have a correlated and dependent functions work.

According to availability, the Data Center are classified in:

CLASSIFICATION	AVAILABILITY
TIER I	99.671%
TIER II	99.741%
TIER III	99.982%
TIER IV	99.995%

**Table 1.** Data Centers Classification  
**Source:** Telecommunication Industry Association TIA 942. (2010)

For this project defined the infrastructure design of a Category TIER I Data Center basic guarantees at least 95% annual availability.

### 3. Data Center Design

#### 3.1 Architecture subsystem

##### Physical space

The new physical space where the town is located should meet:

- Duty Free, economic debts, and / or any legal condition.
- Study for the floor in support seismic vibrations.
- Free windows or similar open spaces.
- Location in low-lying areas of building or civil infrastructure, in order to have an easy evacuation of equipment and personnel in the event of a natural disaster or maintenance work.
- Not very concurrent Zone location of people.
- The physical space and its surroundings must be free of hydraulic and / or sanitary pipes. [1]

##### Technical floor

##### Materials

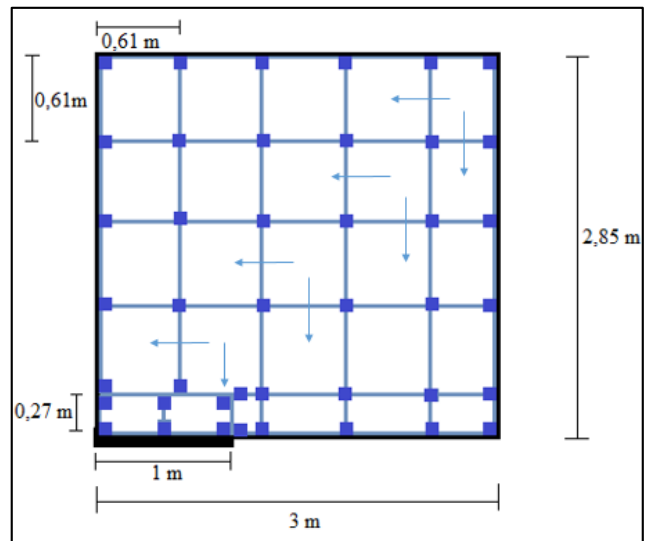
To cover the entire area of CDP (8,55 m<sup>2</sup>) 23 metal panels (2 drilled for ventilation) of 61x61 cm with heart concrete pedestals 42 and 62 Antistatic metal studs 35 cm are needed.

##### Installation

The real floor must be clean, free of any debris and / or dust. To the level of technical floor installation, internal walls should be covered with epoxy paint dark colors and dust resistant.

Height technical floor will be installed 35 cm from the floor true because of the amount of wiring is carried under him, and to comply with the minimum dimensions of physical space recommended standard (3 meters high). The

crossbars, pedestals and panels will be distributed as shown in Figure 1. [1] [8]

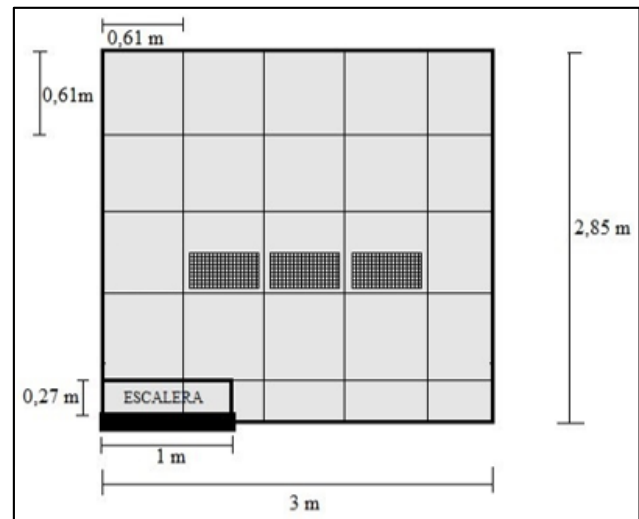


**Figure 8.** beams and pedestals distribution  
**Source:** Technical Layout Design Floor

##### Finishes

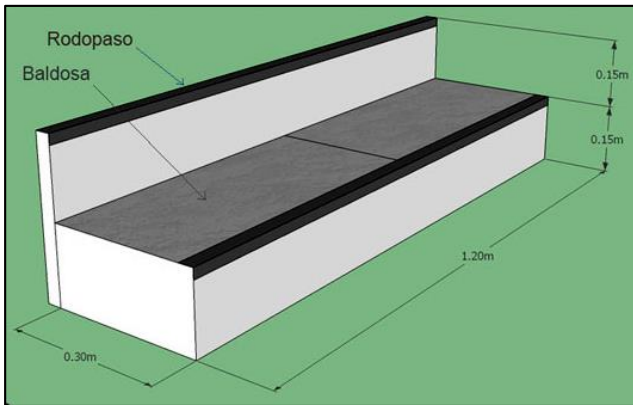
In order to improve performance of subsequent subsystems, is recommended:

- Locate antistatic tape at the edges of the plates installed technical floor, to prevent leakage of cooled air.
- Install perforated panels as shown in Figure 2.



**Figure 9.** Location airflow panels  
**Source:** Project Design Physical Data Center

- For dimensions, it is not possible to implement a ramp, so a ladder dimensions allowed access (Figure 3) will be installed. [1]



**Figure 10.** Gangway to a Data Center

Source: OLARETTA Servicios Generales SAC. (2015). Obtenido de: [http://olaretta.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=60&Itemid=92&showall=1](http://olaretta.com/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=92&showall=1)

- In the cuts made in the panels, it must use brushes and special packaging for a smooth entry and exit of the wiring, and avoid inconsistencies equally in the cooling system.

### Lighting

To meet the energy efficiency targets of the Montreal and Kyoto treaties on defense and care of the environment, in this mechanism type LED lighting is implemented, which allow approximately 50% savings in electricity.

LED lighting tubes must be 120 cm in length and diameter T8 (2.54 cm), with 1800 lux minimum luminance and light emission will be transparent frosted white.

**Luminous Flux:** The amount of luminous flux required by the CDP is given by:

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_n \cdot C_m} \quad (1)$$

Where:

$\Phi_T$  = total luminous flux

$E_m$  = level medium illumination (Lux)

$S$  = surface to be illuminated ( $m^2$ )

$C_n$  = coefficient of use. Given by the manufacturer.

$C_m$  = coefficient maintenance. Indicates the degree of conservation of a luminaire

For its calculation the following data and parameters are taken into account:

- Surface area: 8.5 square meters
- 500 lux light level required by the standard in the horizontal plane.
- Utilization factor of 0.25 is appropriate because the light colors of floor, ceiling and walls and likewise the small dimensions of physical space.
- Maintenance coefficient of 0.8 set for closed and clean environment.

Then, replacing in Equation 1 must:

$$\Phi_T = \frac{500 \text{ (lux)} \times 8,5 \text{ (m}^2\text{)}}{0,25 \times 0,8} = 21250 \text{ [lux]} \quad (2)$$

**Number of luminaires:** Equation 3 allows to calculate how many lamps are needed to ensure the level of luminous flux calculated in Equation 2.

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \quad (3)$$

$NL$  = Number of luminaires

$\Phi_T$  = total luminous flux

$n$  = Number of lamps per fixture

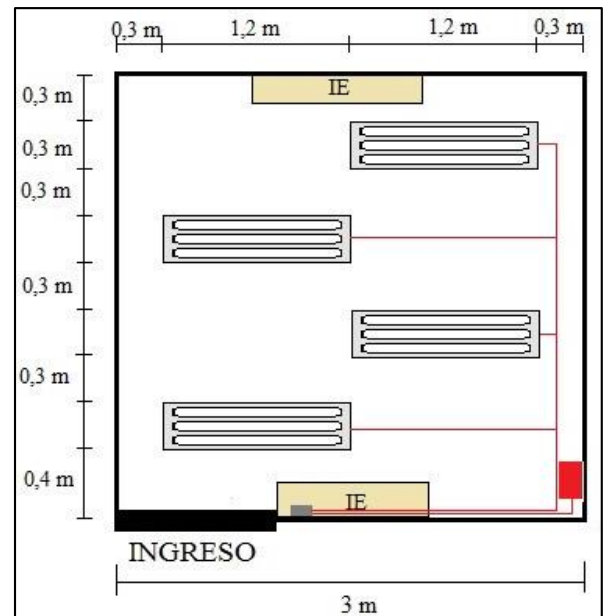
$\Phi_L$  = luminous flux of each lamp

Substituting in Equation 3, data of commercial products and the result of Equation 2, we have:

$$NL = \frac{21250 \text{ lux}}{3 \times 1800 \text{ lux}} = 3,94 \approx 4 \quad (4)$$

In conclusion (Equation 4) for a brightness level of 500 Lux lamps 1800 lux, 4 luminaires 3 units each will be installed.

Figure 4 shows the distribution will luminaires within the Data Center, with which it is intended to have an even and constant level of light throughout the area.



**Figure 11.** Lights distribution in the CDP  
Source: Project Design Physical Data Center

### Painting

The inner and outer walls of the CDP, metal bases technical floor, racks, cabinets and other structures permitted, will be covered with special paints with protective properties. The chemical compounds of the paint,

should be corrosion resistant materials, antistatic agents, fire retardants at least one hour and immune to environmental conditions such as moisture and dust.

In the internal perimeter walls of the town, not dark or opaque paint colors that can lower brightness levels permitted. [1]

### 3.2 Electrical Subsystem

#### Dimensioning of electric charge

The electrical system installed must support the current and future electrical load of electrical and electronic equipment Data Center. Table 2 summarizes describes the analysis and design of the Data Center estimated that needs to operate normally total electrical load. For this process, we have used data specifications, features and datasheet for each team.

Description	Equipment	Power [W]	
Principal TIC Charge	3 Server HP Proliant DL360 G9	1650	
	1 Server IBM System x3250 4365	440	
	2 Server IBM System x3500 M4	1500	
	2 Server HP Proliant ML150 G5	1300	
	1 Server IBM System x3650 M3	675	
	1 Server IBM System x3500 M2	920	
	1 PC Biometric Server (Core i3)	150	
	1 POE 80U-560g CISCO Adapter	100	
	1 Switch 3COM	48	
	15 POE Adapters at Access Point	180	
	1 Switch LINKSYS 24 Ports	20	
	1 Switch Router Mikrotik 24 ports	15	
	1 Router Board Mikrotik 1100 X2	25	
	1 Switch CISCO Catalyst 4506 E	2800	
Subtotal	9823		
Subtotal x 0,67	<b>C1</b>	<b>6581,41</b>	
Others TIC Charges	Access Control (Biometric [5w] + electromagnetic lock) [6w]	10	
	NVR Video Surveillance (POE power for cameras)	100	
	Mechanisms Fire	200	
	Subtotal	310	
Subtotal x 0,67	<b>C2</b>	<b>207,7</b>	
Future Charges	[TIC increase del 80%] (C1 + C2)*0,8	<b>C3</b>	<b>5431,29</b>
Actual consumption loads	[Due to variations peaks] (C1 + C2+ C3) * 1,05	<b>C4</b>	<b>12831,42</b>
UPS Inefficiency	[Future loads + critical charges] (C1 + C2+ C3) * 0,32	<b>C5</b>	<b>3910,528</b>
Lighting	[Lighting factor x CDP Area] (21,15 x 8,5 m <sup>2</sup> )	<b>C6</b>	<b>182,75</b>
Total critical charge	[real critical charges + UPS Inefficiency + Lighting] C4 + C5 + C6	<b>C7</b>	<b>16924,698</b>
Cooling charge	Total critical charge * 0,7] C7 x 0,7	<b>C8</b>	<b>11847,2886</b>
Total electric charge	[electrical charge + Cooling charge] C7 + C8	<b>C9</b>	<b>28771,9866</b>

**Table 2.** Electric charge of the Data Center Calculation  
Fuente: Alvear Víctor. (2012). *Calculo del requisito total de potencia para centros de datos APC*, pág. 10

#### Electric onslaught

The Data Center must have an independent power rush to other facilities in the building. It will be taken from the first zone electrical transformer supplier and taken underground to the immediacy through appropriate pipelines. [8]

Requirements to meet NEC and other regulations	Total electric charge * 1,25	35964,99 [W]
Three-phase AC voltage supplied in the commercial onslaught	AC Voltage	220 [VAC]
required electricity trading company in [A]	C10 / (C11 * 1,73)	94,5 [A]

**Table 3.** Dimensioning of commercial electrical connection  
Fuente: Alvear Víctor. (2012). *Cálculo del requisito total de potencia para centros de datos APC*, pág. 10

According to Table 3, the data center design will need to supply current and future electric charge a rush 220/110 [VAC] 90 [A] minimum.

#### Grounding System

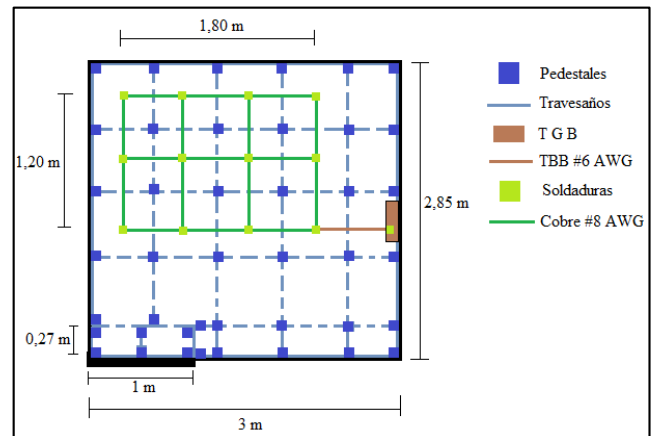
TIC protection and other electrical loads CDP overcurrent, voltage transients and / or electric shock equipment, components and low resistance electrical impedance to minimize the harmful effects caused by them will be installed.

#### Components

- Main Bar Grounding for Telecommunications (TMGB), with technical specifications recommended in TIA 607B.
- Grounding Bar for Telecommunications (TGB), with technical specifications recommended in TIA 607B.
- Equipotential mesh. [7]

#### Installation

The bonding be placed under the technical floor by way of a mesh formed by copper conductors not smaller diameter to 8 AWG, ensuring that there is no friction against the pedestals of the technical floor (Figure 5). The mesh sizes are 1.20 m x 1.80 m. All seams of the mesh must be strong silver welding or the like.



**Figure 12.** Ground mesh installation  
Source: Project Design Physical Data Center

The mesh will be connected to the TGB Data Center with bare copper wire (TBB) not less than 6 AWG. For the connections between the mesh and binding TGB, irreversible compression connectors with exothermic welding is used. [1]

### Electric boards

The following types are used:

- *General Electric Main Board (PGAD)*: You will receive commercial electrical connections. For protection against atmospheric and prevent the entry of maintenance personnel to the Data Center downloads, the board must be installed in the basement, in an area outside the town. [12]
- *Automatic Transfer Power Board (TETA)*: For the same above conditions, its installation is recommended in the basement. When a failure in the commercial power supply is present, the board will make the switch to the PGER. The switching process must be followed: opening the electrical circuit PGER to feed critical loads and then close the circuit of commercial energy. the reverse process will take place at the time when the commercial power is restored.
- *General Secondary Power Board (TEGS)*: In the vicinity of the town should be installed at least one secondary electrical panel. [12]
- *General Uninterruptible Power Board (TGEI)*: must be installed inside the CDP, in the area dedicated. It will allow the distribution of electrical power from the UPS to all critical loads. Derivatives circuits must be installed here with thermo-magnetic switches 20 [A], lighting switches 20 [A], UPS and HVAC switches 100 [A].

### Derivatives Circuits (DC)

The maximum capacity for each branch circuit is 20 [A]. However, for reasons of protection, distribution of electricity consumption in them shall be such

Whereas, 80% (16 amps) of its total capacity is exceeded. The amount of branch circuits and distribution of electric charge, are shown in Table 4. [1]

No. DC	Capacity [A]	Electrical Load to install
3	20	3 Racks
1	20	Lighting system
1	20	Access Control, CCTV, emergency systems and fire
1	20	(cooling system) HVAC

Table 4. Derivatives circuits installed in the CDP.

Source: Analysis of Electrical Requirements for Data Center FICA.

The electrical conductors used for each DC will enamelled aluminum and copper, will his travels in metal ladders and its diameter will not be less than # 12 AWG. Due to the dimensions of the CDP no circuits exceeding the maximum length allowed for this type of conductors (50 m).

In its entirety, drivers should be insulated with a watertight insulated PVC or rubber protection to prevent any leakage of electric current, moisture resistant and flame retardant metallic media. [1]

### Electrical ducts

Ladders for electrical wiring will be installed suspended under the technical floor and with capacity to accommodate future growth of 100% electrical wiring and never exceed 80% capacity of the pipeline.

The tours that follow within the data center are shown in Figure 6.

Ons that can be used as supports; T type connections, angular, vertical; screws, clips and / or clamps must be metallic, corrosion-resistant and specifically for installation be ladders.

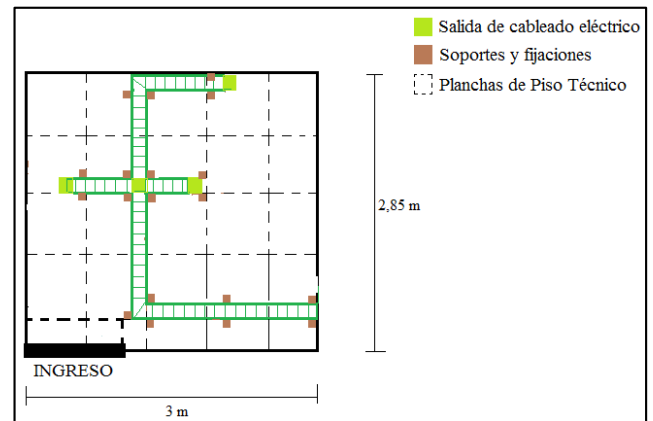


Figure 13. Location ladders for electrical wiring  
Source: Project Design Data Center FICA

### Suppressor Transient Voltage (STV)

They allow the protection of TIC equipment and other electrical devices Data Center to short circuits and / or voltages. Table 5 details the considerations to be taken into account for dimensioning the protection features.

APPEARANCE	EVALUATION	
<i>geographical location of the application:</i> according to the Directorate of Civil Aviation, the level of incidence of rays in Imbabura is one of the lowest in the country (from 5 to 60 points)	<i>environment</i>	<i>score</i>
	High	18
	Medium	10
<i>Location in relation to other activities:</i> populated area population growth and construction.	Low	2
	<i>environment</i>	<i>score</i>
	Rural	11
<i>Location in relation to other buildings:</i> building among the highest in the sector (university campus)	Sub Urban	6
	Urban	1
	<i>Building</i>	<i>Score</i>
<i>Rush Type:</i> Electric service dedicated exclusively for CPD	Highest	11
	Medium	6
	lowest	1
<i>History riots:</i> transient if they have caused damage to TIC equipment or	<i>Connection</i>	<i>Score</i>
	last customer	11
	multiple clients	6
	Independent	1
	<i>Equipment</i>	<i>Score</i>
	Frequently	11

electronic components, but records are scarce.	Occasional	6
	Scarce	1
<i>Importance of the equipment to be protected:</i> all teams develop critical functions and there is no redundancy them. Where possible you should avoid the shutdown of services.	<b>Equipment</b>	<b>Score</b>
	Indispensable	19
	Average hierarchy	11
	Can stop	3
<i>Cost of repair if damaged equipment:</i> high economic costs are considered as the IT equipment installed are new and original	<b>Repair</b>	<b>Score</b>
	Costly	19
	Moderate	11
	Economic	3
EXPOSURE INDEX Sum of scores	Answers	<b>54</b>
Application Category: C = Rush, General board. B = distribution, side panels, important process equipment. A = final equipment installed on a derivative.	<b>Application</b>	<b>Category</b>
	TEGP	C
	TETA, TEGS	B
	TEGI	A
	Answers	<b>C, B, A</b>

**Table 5.** Considerations calculation for electrical protection.  
**Source:** IEEE C62.41

IEEE C62.41	Índice de Exposición					Unidad
	12-24	25-38	39-55	56-75	76-100	
Cat. C	120	150	240	320	480	kA
Cat. B	50	80	120	160	240	kA
Cat. A	---	36	50	80	120	kA

**Table 5.** Dimensioning of electrical protection STV  
**Source:** IEEE C62.41

Relating the exposure value calculated (Table 5) and exposure standardized rates (Table 6) for the capacity of the STV for the CDP are described as follows:

- For the Power Board General Principal: STV Class C 240 [kA].
- For Automatic Transfer Power Board and / or General Secondary Power Board: STV Class B 140 [kA] (recommended standard oversizing).
- For the electrical panel Uninterruptible Power: Class STV 60 [kA] (oversized recommended standard).

**Uninterruptible Power Supply (UPS)**

UPS System / UPS will be the mechanism to ensure the power supply of TIC equipment in case of losing the service trade connections.

From Table 2, the total value of the current and future critical load (16924.698 W) for the CDP is obtained. With this, it follows that the capacity of the UPS to be installed must be at least 15 [kW], because the consumption of electronic equipment rarely reaches 100%, but rather remains at 80%.

Considerations

The UPS must comply with the features:

- Be installed into the CDP (less than 100 [kW]) in the allocated space specified in Figure 19.
- Equipped with internal batteries Sealed type (VRLA) with more than 5 years lifespan. No flooded type batteries are permitted.
- Internal Settings "on-line delta conversion" to protect the useful life of the system and provechar null switching times between the main power line and the line of internal batteries.

- Ensure autonomy for at least 20 minutes to allow the orderly shutdown of equipment (if the power outage is extensive).
- Acoustic noise emitted should not exceed 70 dB. This parameter must be measured one meter away from the computer.
- The hardware must include: interfaces or devices that support compatibility
- SNMP protocol, redundant connections and a liquid crystal display panel or monitoring to display the settings and the operating status of equipment.

**3.3 Mecanic Subsystem**

**Cooling System**

The temperature inside the data center must always be within the range of 18-23 ° C and with an acceptable percentage of humidity of 45% RH, and can reach a maximum of 55% RH. [1] [8]

Dimensioning

The sizing of air conditioning is directly related to the amount of heat energy generated by the Data Center. To size the ability to have the cooling system, it will be necessary to perform various operations and mathematical calculations. The process of calculating the heat consumption Data Center, described in Table 7.

Ítem	Calculation of thermal energy produced	Subtotal thermal energy produced [W]
IT Equipment (P1)	16924,698	16924,7
UPS with batteries (P2)	(0,04x220)+(0,06x16924,7)	1024,3
Energy Dstribution (P3)	(0,02x220)+(0,02x16924,7)	342,89
Lighting (P4)	21,53 x 8,5 m <sup>2</sup>	183,005
People (P5)	3 x 100	300
<b>TOTAL</b>	<b>P1+P2+P3+P4+P5</b>	<b>18774,9</b>

**Table 7.** Dimensioning the capacity of the cooling system  
**Source:** Neil Rasmussen. (2008). Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos; pág5.

Where:

- Total power load in Watts TIC (P1): This is the total electric power consumption of TIC equipment. This data was obtained from the calculation in Table 12 (C7).
- Nominal power system power in watts (P2): (0.04 x power system regime) + (0.06 x Total IT load power)
- Nominal power system power in watts (P3): (0.02 x power system regime) + (0.02 of the total energy of the system)
- Occupied square meters (P4) Area: Obtained product factor and the area of 21.53 square meters CDP.
- Maximum number of people in the CDP (P5): the factor 100 for the maximum number of people referred to within the Data Center is multiplied. [9]

Cooling Method

The method "Guided by row" considered a medium density method, which is to locate a device environmental control (CRAC) for each row, either at the end or middle of it was used. [8]

To do this, the racks and cabinets are distributed in series, one after another, all with the front and back in the same direction. The back of the rack will be considered as "hot aisle" and the front and "cold aisle" (Figure 7). The separation between racks and / or cabinets will be up to 2 cm.

The CRAC unit will be installed in the area indicated in Figure 7 and must download the cooled airflow into the lower zone of the structure of the technical floor, where it will be redirected to each rack, thanks to the plates in a grid installed. The air leaving the teams to be hot reduce its density and atomic weight so look for the surface of the immediacy, the CRAC what it will do is absorb the temperature of the air and re-push it down and cooled, repeating again cycle (Figure 8). [8]

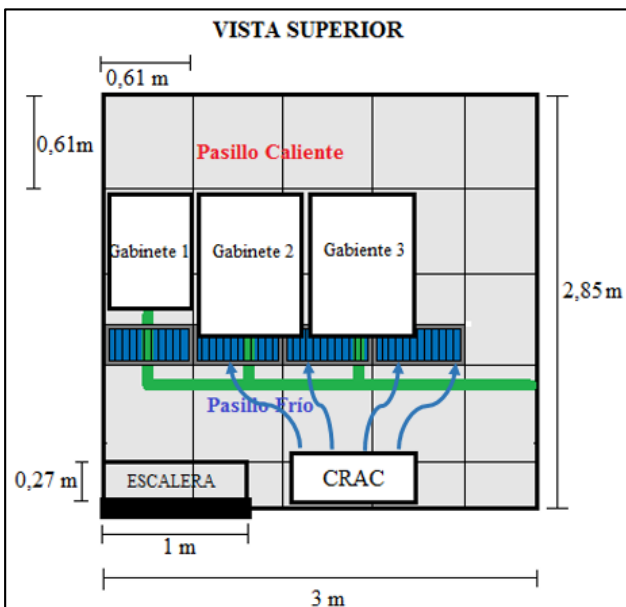


Figure 14. Cold and hot aisle in the Data Center  
Source: Project Design Data Center FICA

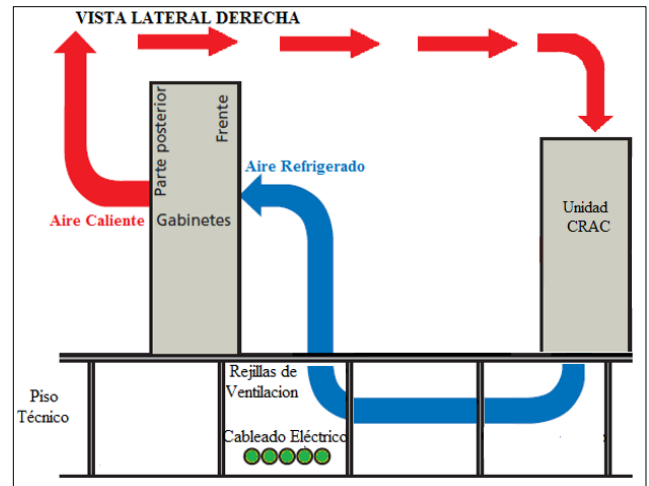


Figure 8. Refrigeration cycle in the CDP  
Source: Project Design Data Center FICA

Hardware Features

- Air conditioning system type precision "in row" that allows precise cooling racks organized by row.
- Cooling capacity  $\geq 15$  kW, according to the sizing performed (Table 2).
- Use of ecological refrigerants accepted chemicals regulations and protocols for environmental protection.
- Electronic control of humidity, ambient temperature and resulting configurations with time display via an LCD screen.
- Fans EC (Electronically commutated), which have: high efficiency through airflows, directed and adjustable; absence of sound vibration and low energy consumption.
- Scroll type compressors for energy efficiency and savings: compressors exercise such minimum levels of noise and vibration. Thanks to its volumetric efficiency has a high level of POPs, which improves performance and electric power consumption.
- Filters with filtering capability to F5 (average efficiency between 40 and 60%) and air pressure switch.
- Support for the integration of a network communications card. [8]

**Closed Circuit Television CCTV**

Equipment Considerations

The system must be 100% digital, ie will manage the IP protocol and all associated infrastructure.

Inside the CDP two mini PTZ dome cameras that allow for interior horizontal vertical pan (90) and (90) with high speed, accuracy and minimum resolution of 420 lines will be installed. The lenses of the inner chambers must be of type "fixed iris" because the immediacy always be with the active lighting system. They consist of integrated

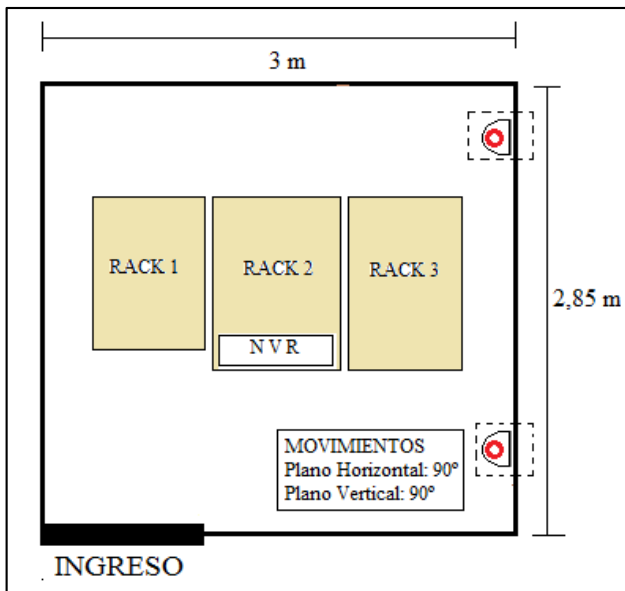
microphone, HD zoom, power over Ethernet cable (POE) and high resistance to shock and aggression.

Recording hardware: a computer NVR (Network Video Record / Network Video Recorder) you will be used with features: simultaneous recording and stream live video at least 4-channel recording at least 15 consecutive days; generation and alarm notification; access through authentication; remotely via SNMP and / or internet administration.

**Installation**

The cameras will be installed in the positions specified in Figure 9 on false or embedded in the walls ceiling. The NVR will be located in the rack No. 2 and access to the computer to be remote administració for administration.

Installing external to the CDP cameras has not been taken into account in this design, because the Faculty already has a CCTV for its facilities, which should coordinate the monitoring activities with the administration of this system in areas close to the data Center in order to maintain a safe and consistent level of video surveillance.



**Figure 9.** Surveillance System location within the CDP  
**Source:** Project Design Data Center FICA

**Sprinkler System**

Minimum system components to be installed are: extinguishing agent tank, pipes, sprinklers, sensors and detectors, alarms.

**Gas MF-200:** Considered today as the best extinguishing agent market under the Montreal Protocol. The MF-200 (heptafluoropropane) is a chemical compound gas having the following properties:

- Colorless and odorless gas 99%.
- Not electrically conductive.
- Effectiveness fires type A, B, C.
- Agent Fire environmentally friendly and non-toxic for people (Approved by the Montreal Protocol).

- Detection and fire extinction in less than 10 seconds indoors due to its ease of expansion (gas).
- Gas tanks containers take up little space, require no maintenance and can be maintained in an acceptable condition for decades. [11]

**Installation**

The tank with the extinguishing agent (MF-200) will be located in a strategic place, in foreign Data Center. The pipelines will be installed and carried through the ceiling ending in the center of your area. At the ends of the pipes double sprinklers configured for equitable expansion of 360° will be installed.

**Fire extinguishers**

The number of fire extinguishers is defined from the division being the total area of the physical space to be protected to the maximum area covered by each type of extinguisher (Table 8 and Table 9). [10]

Criterion	light hazard	Ordinary hazard	Extra dangers
Minimum allowable range extinguisher	2-A	2-A	4-A
Maximum area Class A units	278,7 m <sup>2</sup>	139,35 m <sup>2</sup>	92,9 m <sup>2</sup>
maximum area per fire extinguisher	1,05 m <sup>2</sup>	1,05 m <sup>2</sup>	1,05 m <sup>2</sup>
Maximum distance mobility to a fire extinguisher	22,86 m	22,86 m	22,86 m

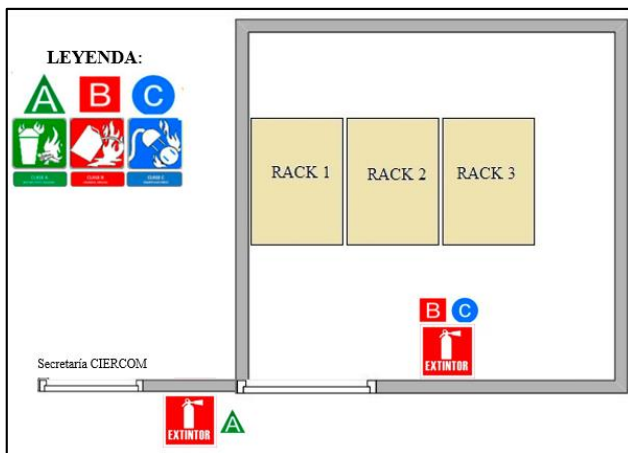
**Table 8.** Size and location of fire extinguishers for hazard Class A.  
**Source:** National Fire Protection Association. (2013). Standard for Portable Fire Extinguishers (NFPA 10); pág.13

Type of Risk	Basic classification Low Fire Extinguisher	Maximum A Walking Distance to Fire [m]
Mild (Low)	5B	9,15
	10B	15,25
Ordinary (moderate)	10B	9,15
	20B	15,25
Extra (high)	40B	9,15
	80B	15,25

**Table 9.** Size and location of fire extinguishers for Class B hazards  
**Fuente:** National Fire Protection Association. (2013). Standard for Portable Fire Extinguishers (NFPA 10); pág.13

For the Data Center, you do not need more than an extinguisher Class 1A and Class 1B one, because the area covered by each (270 m<sup>2</sup>) is well above the area of physical space to be protected (8,55 m<sup>2</sup>). Fire extinguishers were installed in the location shown in Figure 10, will halogen agents, being totally banned agents and liquid fluids, foams and / or chemical powders.





**Figure 10.** Location of fire extinguishers in the CDP  
Source: Project Design Data Center FICA

### Security Door

The gateway to the Data Center will have anti-theft features: consists of two thick steel plates with internal reinforcement's structural tube and thermo-insulating materials capable of withstanding fire up to 538 ° C per hour. The main structure will have:

- Electromagnetic lock: formed by two panels of type magnets "fail-safe" with protections MOV, clamping force 273 kg and ON / OFF mechanism immediate release.
- Biometric Control: RJ45 with management, LCD display, interfaces and minimum record of fingerprints and digital input passwords.
- Arm closed doors with such configuration that in 10 seconds closing an opening of 90 ° of the structure.
- Anti panic bar: allow the opening of the door by means of pressure in any area of the entire rod extension.

The gateway must be retracted to outside the frame seal produce a minimum 95% and hinges are highly resistant to weight and friction. [1]

## 3.4 Communications Subsystem

### Network Architecture

#### Access Entry

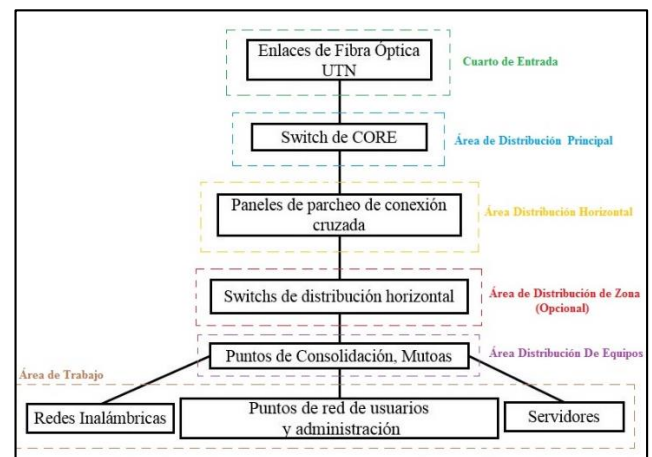
The only rush allowed and received in the new Data Center (Room Entry) communications will be optical fiber links from the sub DDTI and local connections (Powers, auditoriums, administrative buildings, etc.). (Figure 11) [2] [5]

#### Horizontal Distribution Area

It is represented by distribution switches. It will install one for each floor of the Faculty, to supply its horizontal cross connections. (Figure 11) [2] [5]

### Work areas

In every office of the Faculty, or turn by each work area of 8 m2 (except for classrooms, laboratories and corridors), it should be installed, at least one faceplate with two network jacks. The strikeout of RJ45 jacks must pass the minimum test test (Ethernet tester) and possibly a quality certification (Fluke). (Figure 11) [2] [5]



**Figure 11.** Surveillance System location within the CDP  
Source: Project Design Data Center FICA

### Horizontal cabling

The current structured cabling School, the same future changes, and new lines to be implemented, must meet the following requirements:

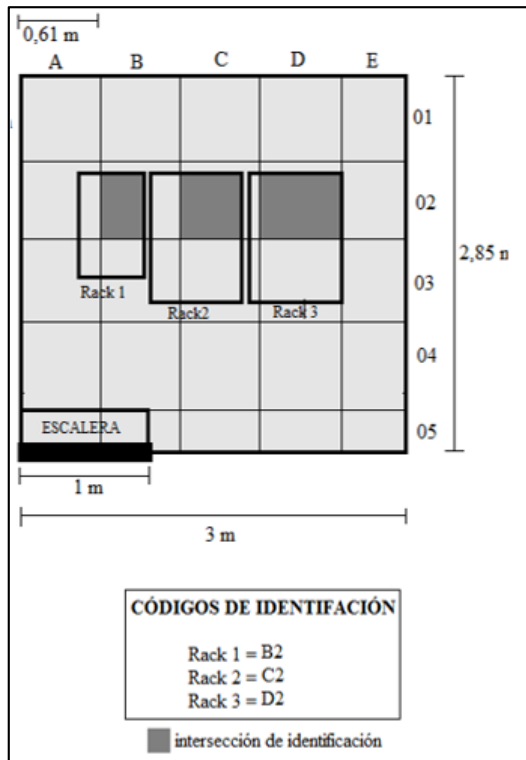
- The horizontal cabling will be taken in its entirety, in metal trays and shall not exceed the distance of 90 meters in length between the Work Area and Connection Principal Distribution (Data Center), including patch cord connection in the panel patch.
- Be allowed balanced twisted-pair cable only Category 5e or higher (recommended Cat. 6). [6]
- Laying wiring in the trays will be a maximum tensile strength of 110 [N].
- The maximum curvature radius UTP wiring in the installation, not be less than 90 and not less than 135 ° STP. [6]
- The arrangement of the wiring (hairstyle) all the way will be in groups of 12 wires alienated checking for kinks, damage or tangles of each cord and wire groups.
- Implementation of consolidation points (CP) wiring, be permitted only in areas of easy access and administration, a connection for each horizontal cable, and will be minimal located at a distance of 15 m distributor horizontal cabling (switch plant layout). The total horizontal distance of wiring between the CP and user terminal equipment will not exceed 20 meters.
- Each CP will give a maximum of 12 services, in which the direct connection of active user equipment is prohibited. [3. 4]

**Racks and Cabinets**

Characteristics

Racks and cabinets to be installed in the Data Center must meet following:

- Capacity 42 UR or atura not exceed the maximum of 2 meters, recommended to maintain the ceiling (0.5 m) away.
- Steel structure of cold rolled steel and finished with electrostatic powder coating. Posts or rails must be properly marked, numbered and built at least 120 mm of the structure or rack door.
- The front doors and rear micro perforated mesh shaped to enhance the airflows.
- The floor and ceiling of the cabinet must be removable and pre-drilling to facilitate the entry and exit of both the wiring and the air ventilation system. [1]



**Figure 12.** Identification of racks and cabinets  
**Source:** Project Design Data Center FICA

A valid method of identifying racks and cabinets in the data center is to use the structure of the technical floor as a grid location (Figure 12), the identification code of each rack is created by the intersection of rows (defined by numbers) and columns (defined with letters). In the event that a rack or cabinet is located on several intersections (rows and columns), it will be taken as a matrix to generate the code, the intersection of larger area.

Distribution equipment

The electronic and communications equipment must be located and distributed correctly within racks and cabinets. It should be performed orderly distribution equipment and

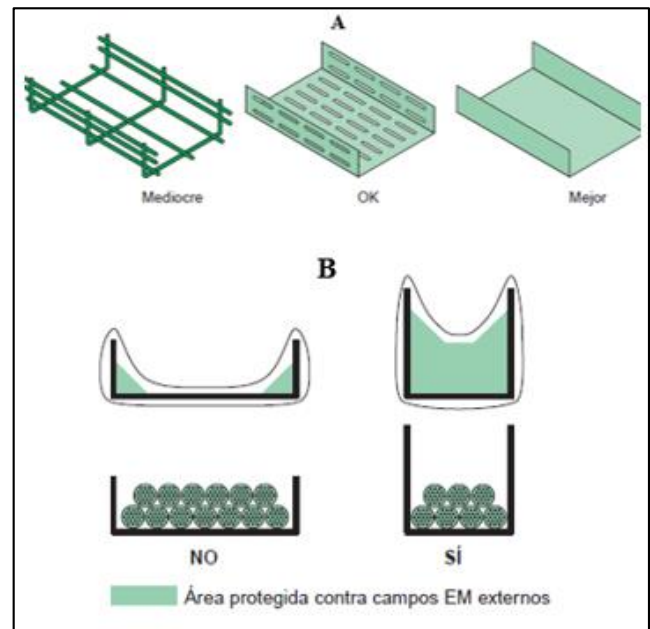
go placing one after another, with a 1 UR, in order to minimize space usage.

If the patch panels are installed on the front of the rack or cabinet, the metal rails must be built at least 100 mm inside the rack, in order to facilitate cable management between panels and the location of doors.

Each rack and / or cabinet will be supplied to a switch distribution network, a monitor and add-ons multimedia (keyboard, mouse), PDUs for power supply, internal fans (optional) and independent connection to the grounding be allowed maximum. [8]

**Channeling Wiring**

Structured cabling will be transported throughout the building above the ceiling on metal trays for specific data, are prohibited metal ladders transverse rods (Figure 13-A) by the electromagnetic field that could generate.



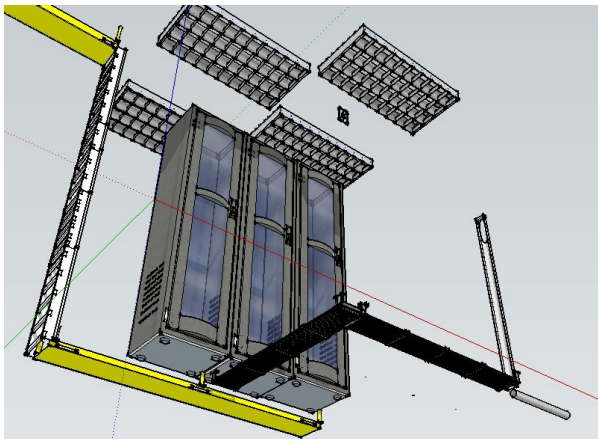
**Figure 13.** Metal trays data. A: Recommended; B: Distribution  
**Source:** Schneider Electric; 2008. Guía de Diseño de instalaciones Eléctricas y de Datos según Normas IEC; pág.460

The distribution of data cabling inside the tray transport will be as shown in Figure 13-B to improve their protection against external electromagnetic interference generated by wireless networks in the Faculty have.

**Presentation of Design**

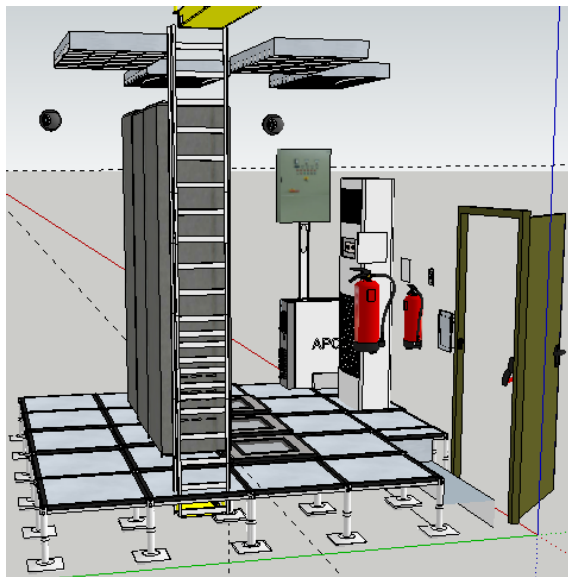
In Figures 14, 15 and 16, an outline of how to locate each mechanism implemented within the physical data center space it is shown.

The distribution and routing pipes for wiring within the CDP is shown in Figure 14. The pipes will be for data yellow and black for electrical wiring.



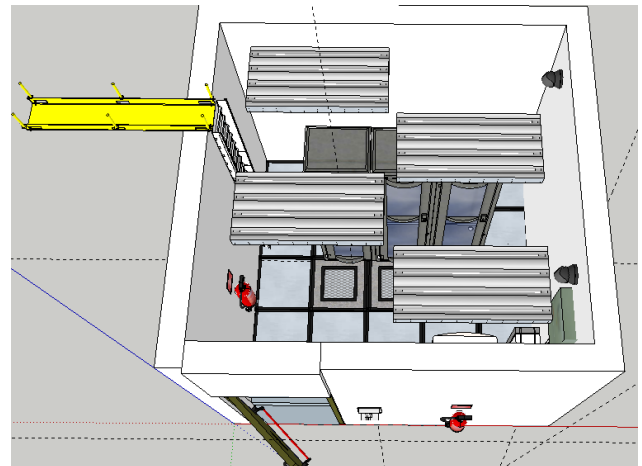
**Figure 14.** Bottom view of the Data Center FICA  
**Source:** Project Design Data Center FICA

Defined for the cooling system, UPS, fire extinguishers, electrical panels, security door and its components, technical floor and focus of surveillance cameras exposed area in Figure 15. It should be mentioned that the location of each mechanism has been strategically defined according to the recommendations of the TIA and NFPA standards, always relating them to the dimensions of physical space available.



**Figure 15.** Internal side view of the Data Center FICA  
**Source:** Project Design Data Center FICA

Proper distribution of LED lights within the Data Center, and the location of fire extinguishers outside are displayed in Figure 16. With it, it is to have a consistent and equitable level of brightness. The lights should be placed under the ceiling maintaining a minimum distance of 0.5 m with the height of the racks.



**Figure 16.** Top view of the Data Center FICA  
**Source:** Project Design Data Center FICA

### Economic Budget Implementation

According to that presented in the previous sections, the reference budget for the future implementation of the Data Center is shown in Table 10.

BENCHMARK TOTAL BUDGET	
Description	Subtotal
Infrastructure costs Adaptations and false ceiling	\$1314,18
Technical floor	\$3282,00
Electric system	\$25279,17
refrigeration system	\$16684,51
Security systems	\$3661,00
Lighting system	\$880,00
Fire protection system	\$ 8.636,64
Grounding System	\$393,75
Communications equipment	\$29163,6
<b>TOTAL</b>	<b>\$89294,85</b>

**Table 10.** Budget Economic Data Center FICA  
**Source:** Project implementation budget FICA Data Center Implementation

## 4. Implementation

The installation of a dedicated and independent electrical connection for the CDP was performed. Making part of the electrical transformer located opposite Gym UTN (Figure 17-A), the path of the electrical wiring is led underground (Figure 17-B) to a revision box concrete located on the outside of the FICA, front data Center (Figure 17-C). Electrical conductors enter the CDP under the technical floor, rush area and up to the main overall board through gutters and pipes (Figure 17-D).

The characteristics of the electrical connection installed are:

- Three-Phase: Three phases, neutral and a mesh copperweld 6 rods.
- Driver's caliber # 2 AWG protection TTU.

- Total 380 Voltage [VAC] 220 [VAC] between phase-phase and 110 [VAC] between phase-neutral.
- Capacity Amps per phase: Limited 80 [A] by a thermo-magnetic breaker.



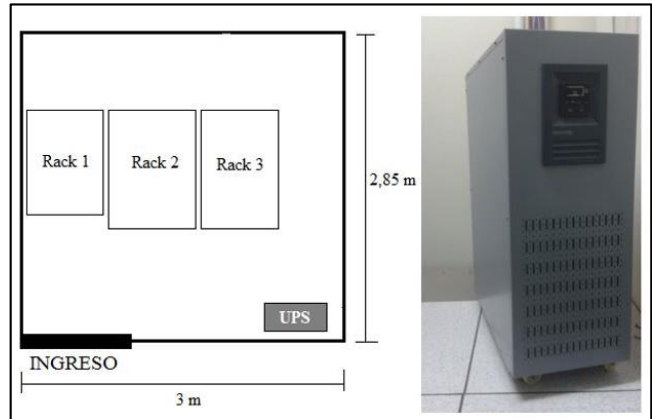
**Figure 17.** Electric rush CDP  
 Source: Project Design Data Center FICA

The technical floor was installed 35 cm from the actual floor (Figure 18). This height is because the amount of data wiring (150 wires) and electrical (8 cables) to be transported by its structure.



**Figure 18.** Technical floor installed  
 Source: Project Design Data Center FICA

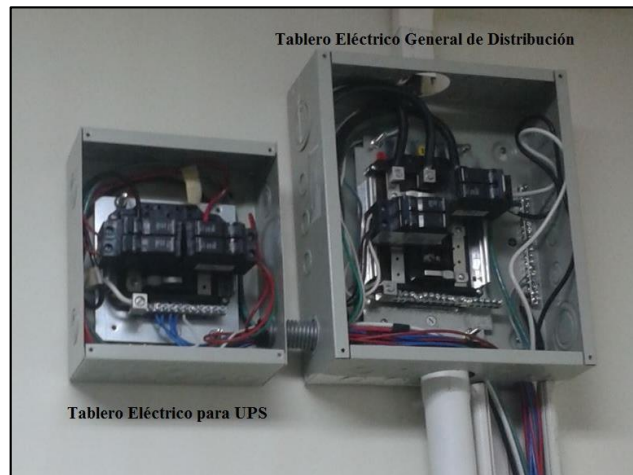
The UPS system was located in the position shown in Figure 19. The equipment simultaneously supplying the three racks communication through an intermediate connection of secondary electrical panel. Electric range achieved by the mechanism, with all equipment switched on, it is in the range of 15 to 20 minutes.



**Figure 19.** UPS system location  
 Source: Project Design Data Center FICA

The implemented switchgears are: the general electrical panel responsible for receiving external commercial electrical connections 120/240 [VAC]. This feeds the system board cooling systems, control and UPS, which has a direct connection to the secondary distribution tableo that manages the CDP branch circuits which do not exceed 20 [A] consumption each. (Figure 20)

Each derivative in each electrical circuit board is protected by their respective thermo-magnetic breaker correctly sized (20 Amperes, with response system "curve type C").



**Figure 20.** Electrical panels installed on the CDP  
 Source: Project Design Data Center FICA

The gateway to the Data Center presents safety features and components such as door closers arm; anti-panic bar; biometric control and electromagnetic lock; which it allows a tightness of 97% of the cooled air and a high level of physical security equipment. (Figure 21).



**Figura 21.** Security door Data Center  
**Source:** Project Design Data Center FICA

As an air cooling mechanism Cooling type "split" (Figure 22) with cooling capacity of 7 [KW] was installed in the area of the hot aisle in order to directly cool the air expelled by the TIC equipment.



**Figura 22.** Air Conditioning System installed  
**Source:** Project Design Data Center FICA

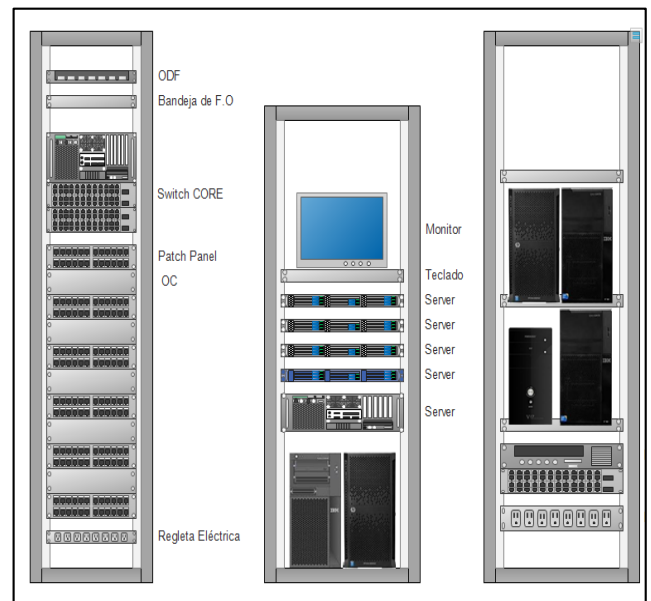
Three cabinets have been placed communications within the data center, thus fulfilling its maximum accommodation capacity. As already mentioned, they were located forming the cold and hot aisle, with the front side facing the entrance door of the CDP (Figure 23).

Distribution equipment in the racks was made from the bottom up, with 1 UR separation between teams and other observations that helped to save space within the structures. Each rack has hosted groups of computers that offer similar services and / or appropriate: (Figure 24), as follows:

- Rack 1: CORE and distribution equipment horizontal cabling.
- Rack 2: Servers for research projects CLOUD.
- Rack 3: local service teams (biometric management, databases, wireless network, etc.)



**Figura 23.** Racks installed in the Data Center  
**Source:** Project Design Data Center FICA



**Figura 24.** Distribution equipment cabinets communications  
**Source:** Project Design Data Center FICA

It should be mentioned that the implementation of the Data Center is partial and not complete, so there are mechanisms and subsystems that plans for improvement and future maintenance will be acquired and integrated infrastructure.

## 5. Conclusions

The standard "Infrastructure for Data Center TIA / EIA 942" of the Telecommunications Industry Association was chosen over other similar standards, ease of underestimating organization and mechanisms; wide openness to new

technologies and external guidelines to document design. Its design content is considered more recommendations not requirements fulfilled to the letter, which allowed adapt only the most relevant and appropriate to the design developed for the CDP FICA items.

For the proposed design Data Center of the Faculty prioritized aspects: ensuring adequate environmental conditions for TIC environments; levels and physical security mechanisms, prevention and response to possible unwanted events such as fires or power outages that in conventional systems, jeopardize the integrity of communications equipment.

Complying with the requirements and recommendations Data Center design presented in this document, is guaranteed to the Faculty FICA: an TIC environment with a level of availability of 95% and 30 minutes autonomy in energy terms; IT available for growth of 80%, referring to which it is currently installed physical space; physical security (access control and video surveillance) for all equipment installed and standardized environmental conditions.

The issue of energy efficiency and being environmentally friendly is booming is why the Data Center of the Faculty, in some respects, follows these "green" guidelines: use of environmentally friendly refrigerants in the cooling system, air flow cooled directed and not expanded to the environment would mean higher performance air conditioning, electrical installations dimensioned according to international standards that would prevent current leakage or excessive stress on the electrical and harmful systems, lighting systems 100% type led, no use of toxic chemicals for the environment in response systems against fire.

The economic cost of implementing a Data Center will always be high for all components and installation mechanisms therein required. In the case of CDP School is no exception, a considerable amount of money is required so that it can meet all the recommendations proposed in the design section. Although a return of economic investment will not have, the College improve its performance in technological subject and communications which provides an improved quality of service and equipment for students, faculty, staff with the aim of raising the level of learning and encourage research topics in this area, get superimpose the vision and mission of the Faculty above economic investment.

## Aggrement

I extend a deserved recognition of gratitude to the authorities of **Applied Science Engineering Faculty** from the **Technical University of North** for having promoted and carried out the acquisition of equipment implementation of this research project, with which is expected to already have a secure physical infrastructure, IT can support current and future services of the Faculty.

Also sincere thanks to Mr. MAYA EDGAR, general manager of Cloud-UTN Project for the continued support and providing support to the work performed; and especially to Ing. VÁSQUEZ CARLOS, supervisor of this work in particular, for their dedication, patience and shared experience in each of the stages of development and revision.

## Bibliographic references

- [1] TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION TIA 942. Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers. USA (Arlington): Standards and Technology Department, 2005
- [2] TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION 568 B.1. Commercial Building Telecommunications Cabling Standard. Part 1: General Requirements. Arlington: TIA, Standards and Technology Department, 2001
- [3] TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION 568 C.0. *Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises*. Arlington: TIA Standards, 2009.
- [4] TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION 568 C.3. *Optical Fiber Cabling Components Standard*. Arlington: TIA Standards & Technology Department, 2008.
- [5] TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION TIA 568 C.1. *Commercial Building Telecommunications Cabling Standard*. Arlington: TIA Standards. 2008.
- [6] TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION TIA 568 C.2. *Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standards*. Arlington: TIA Standards, 2009.
- [7] TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION. *Generic Telecommunications Bonding and Grounding (Earthing) for Customer Premises TIA 607B*. USA (Arlington): Telecommunications Industry Association, 2011
- [8] PACIO, G. *Data Centers Hoy*. Buenos Aires : Alfaomega, 2014.
- [9] Rasmussen, N. (2008). *Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos*. Obtenido de Informes Internos: <http://www.apc.com/whitepaper/?wp=25>
- [10] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 10. *Standard for Portable Fire Extinguishers*. USA (Quincy): NFPA Standars, 2013.
- [11] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 13. *Norma para la instalacion de sistemas de rociadores*. USA (Quincy): NFPA Standars, 2007.
- [12] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION 70. *Código Eléctrico Nacional*. USA (Quincy): NFPA Documents, 2008.

## About the Author...



**Cristian NARVÁEZ** was born in San Gabriel, Carchi Province on 17 February 1991. He completed his primary education at the Pedagogical Institute "City of San Gabriel." Secondary studies were conducted at the National "Jose Julian Andrade" College, where he finished in 2009, obtaining the Bachelor of Physical Mathematical Sciences Specialization. Currently, he is conducting its process engineering degree in Electronics and Communication Networks, Northern Technical University - Ecuador.