



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE
COMUNICACIÓN**

ARTÍCULO CIENTÍFICO

TEMA:

**DISEÑO DE UN DATA CENTER TIPO TIER I PARA EL GOBIERNO
AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE OTAVALO BAJO LA
NORMA ANSI/TIA-942**

AUTOR: GABRIELA ALEXANDRA JUMA PINANGO

DIRECTOR: MSC. FABIAN CUZME RODRIGUEZ

Ibarra-Ecuador

2017

DISEÑO DE UN DATA CENTER TIPO TIER I PARA EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE OTAVALO BAJO LA NORMA ANSI/TIA-942

Autores: Gabriela Alexandra JUMA PINANGO, Ing Fabián Geovanny CUZME RODRÍGUEZ, MSc.

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

gajumap@utn.edu.ec , fgcuzme@utn.edu.ec

Resumen. *El presente artículo tiene como finalidad brindar una guía para el diseño de la infraestructura física de un Data Center tipo TIER I para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo, basado principalmente en lineamientos que establece la Norma ANSI/TIA-942 y otras Normas referentes a Data Center, con el objetivo de garantizar disponibilidad, escalabilidad, operatividad e integridad del GADMO.*

Esta área del CPD abarca cuatro Subsistemas: Arquitectura, Eléctrico, Mecánico y Telecomunicaciones, en cada uno de estos subsistemas se recomendará los componentes necesarios para su implementación de acuerdo a la Norma guía ANSI/TIA-942 y sus complementos.

Palabras Claves

Data Center, TIER, ANSI/TIA-942, ANSI/TIA-569, ANSI/TIA-606 A, ANSI/TIA 607, MDA, HDA, TMGB, TGB, Subistema, Arquitectura, Eléctrico, Mecánico, Telecomunicaciones.

Abstract. *The present article is to provide a guide to design of physical infrastructure of a TIER I Data Center to Municipal GAD from Otavalo, based mainly on guidelines established by ANSI / TIA-942 and other Norms relating to Data Center, with the objective of guaranteeing availability, scalability, operability and integrity of GADMO.*

This area of CPD covers four Subsystems: Architecture, Electrical, Mechanical and Telecommunications, in each ofse subsystems will recommend the components necessary for its implementation according to the ANSI / TIA-942 Guide Standard and its complements.

Keywords

Data Center, TIER, ANSI/TIA-942, ANSI/TIA-569, ANSI/ TIA-606A, ANSI/TIA-607, MDA, HDA,

TMGB, TGB, Subsystem, Architecture, Electrical, Mechanical, Telecommunications.

1. Introducción

Un Data center es considerado un espacio de almacenamiento y tratamiento en donde estarán alojados todos los recursos físicos y lógicos de Networking cuya función es trabajar bajo una misma convergencia, el cual tiene el objetivo fundamental brindar servicios de manera flexible, dinámica e ininterrumpido, siguiendo una línea de requerimientos basado en Normas y estándares para hacer de éste un espacio seguro en crecimiento y operatividad. [1]

Esta área del CPD debe tener la respectiva seguridad física y lógica hacia los equipos que forman la infraestructura del Data Center ya que los errores humanos son la principal causa de interrupciones dentro de un CPD, siendo así responsables en un 60% de los incidentes. Ya sea por distracciones, errores de comunicación, errores de etiquetado y fallas de procedimiento. [2]

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo ubicado en el cantón Otavalo al presente cuenta con un espacio destinado a concentrar los equipos activos llamado cuarto de comunicaciones, el cual se encuentra alojado en la planta alta (3er piso) del Municipio de Otavalo, este espacio destinado a mantener los equipos en este momento no es el adecuado, ya que no se rige a ninguna Norma o Estándar con respecto al subsistema de telecomunicaciones, arquitectónico, eléctrico y mecánico, haciendo de esta infraestructura una zona insegura, razón por la cual se ha realizado el presente estudio del diseño de un Data Center tipo TIER I para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo basado en requerimientos que establece la Norma ANSI/TIA-942.

2. Marco Teórico

Todos los Data Center independientemente del tamaño que tengan y bajo recomendaciones de diferentes Normas y Estándares tienen un propósito general, el cual se basa en intercambiar, proteger, almacenar y procesar información para que el usuario o empresa se encuentre satisfecho con dicha inquisición, el fin de estos CPD ubicados en diferentes partes del mundo es el intercambio del flujo de información de manera segura. [3]

2.1. Elementos que conforman un Data Center

A continuación, se describen los elementos principales que conforman la infraestructura de un Data Center físico:

- Adecuaciones físicas.
- Sistema eléctrico.
- Sistema de aire acondicionado.
- Sistema de detección, alarma y extinción de incendios.
- Sistemas de iluminación.
- Sistema de control de Acceso.
- Sistema de cableado.
- Gabinetes o Racks.

2.2. Objetivos de un Data Center

Todos los Data Center deben cumplir con cuatro objetivos fundamentales [2].

- **Escalabilidad:** Soportar crecimiento de equipos sin dar origen a posibles interrupciones.
- **Flexibilidad:** Capaz de sostener servicios existentes y emergentes en un periodo de 10 años.
- **Confiabilidad:** Alta disponibilidad, prestar servicios de calidad y sin interrupciones.
- **Estandarizado:** Cumplir con Normas y Reglamentos para tener un CPD de calidad.

2.3. Estudio del Estándar TIA 942

El estándar ANSI/TIA/EIA-942 fue aprobado en año 2005 y actualizado en 2008 por la ANSI-TIA (Instituto Nacional De Estándares Americanos – Asociación de Industrias de Telecomunicaciones).

2.3.1. Propósito

Brindar una planificación adecuada y secuencial para la construcción de un CPD confiable, en donde se debe tomar en cuenta una serie de requerimientos y recomendaciones que proyecta la Norma ANSI/TIA-942 con el objetivo de reducir costos, ampliar espacios en un futuro, ser flexible a posibles cambios y sobre todo crear una infraestructura de calidad.

La Norma ANSI/TIA-942 es la óptima para realizar este proyecto, ya que presenta mayor flexibilidad ante las

otras Normas, además, esta Norma es el estándar mundial más utilizado para el diseño de Data Centers. Investigaciones independientes han mostrado que en el 78% de empresas han utilizado el standard TIA 942 como guía para el diseño de sus Data Centers, ya que presentan mejores características como [6]:

- La Norma ANSI/TIA-942 es un estándar abierto y disponible a cualquier empresa o institución.
- Esta guía provee una clara y detallada guía para los diseñadores y una gran transparencia para su nivel de disponibilidad.
- Además, ANSI/TIA 942 es un standard desarrollado y mantenido por entidades técnicas sin fines de lucro.
- No requiere gastos adicionales para certificación.
- Además, esta Norma 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).

2.3.2. Niveles de Redundancia según la Norma ANSI/TIA-942

Actualmente existen cuatro categorías: TIER I, TIER II, TIER III, TIER IV como se muestra en la Tabla 1, teniendo en cuenta que mayor número de TIER presenta mayor disponibilidad pero a la vez implica mayor costos de construcción [5].

Tier	Disponibilidad %	Down time por año
TIER I (Básico)	99,67 %	28,82 h
TIER II (Componentes redundantes)	99,75 %	22 h
TIER III (Mantenimiento y operación simultánea)	99,98 %	1,6 h
TIER IV (Tolerante a fallas)	99,99 %	0,4 h

Tabla 1: Niveles de Tier
Fuente: [5]

Además, la Norma guía ANSI/TIA-942 divide a un Data Center en cuatro subsistemas: Arquitectónico, Eléctrico, Mecánico, Telecomunicaciones; formulados y organizados para tener un trabajo correlacionado y funcionalidades dependientes.

3. Diseño del Centro de Datos

En este ítem se va a desarrollar la propuesta de diseño de un Data Center tipo Tier I para el GADMO bajo recomendaciones de la Norma ANSI/TIA-942 en donde se tomará en cuenta cada uno de los subsistemas que forman parte la infraestructura de esta área como;

Arquitectónico, Eléctrico, Mecánico y de Telecomunicaciones.

3.1. Subsistema de Arquitectura

Aquí se toma en cuenta aspectos principales que intervienen para tener una infraestructura de calidad como: selección del espacio físico, Ubicación geográfica, acceso al área, paredes, techo, piso, rampa, drenaje, acabados, iluminación, equipamiento, señalización de emergencia.

3.1.1. Selección del Espacio Físico

La Norma guía utilizada para este diseño ANSI/TIA-942 no especifica el área que debe ocupar este espacio del CPD, pero con el fin de cumplir con estándares se toma en cuenta requerimientos de la Norma EIA/TIA 668B la cual establece que el área para la construcción de un Data Center debe ser mayor a $14m^2$, de tal forma se prueba que este parámetro si se está cumpliendo debido a que el área total de esta espacio designado a la construcción del Data Center es de $42,64m^2$, como se puede apreciar en la Figura 1.

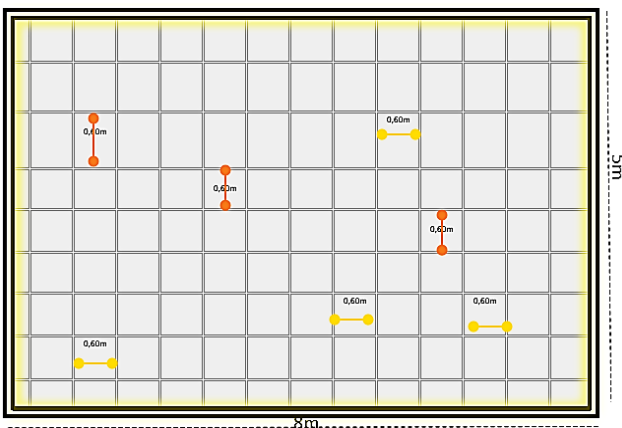


Figura 1: Área disponible para la construcción del Data Center
Fuente: Autor

3.1.2. Ubicación Geográfica

Según la [5] se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Evitar riesgos naturales como filtraciones de agua e inundaciones, vibraciones, temblores lo óptimo es realizar un estudio a sus alrededores.
- Evitar adyacencias con fuentes de interferencia electromagnética.
- Estar ubicado en un punto central a las estaciones existentes de trabajo de la Entidad.
- Considerar escalabilidad es decir evitar estar vecino a ascensores, columnas, muros los cuales impidan una posible expansión de esta área en un futuro.
- Lugar de fácil acceso tanto para el personal como para equipos (ideal en la planta baja) mayor disposición para transportar equipos.

- Este lugar debe estar libre de asbestos, pintura que contenga materiales combustibles.
- Es área no debe tener ventanas ya que por este espacio podrían ingresar rayos solares o partículas de viento hacia los equipos, mismos que serían causantes de calentamiento en estos aparatos de telecomunicación.
- Poseer rutas de evacuación en caso de ocurrir alguna emergencia.
- Antes del levantamiento de la infraestructura del Data Center se recomienda hacer un estudio estructural al edificio que servirá como base de este CPD, con el objetivo de garantizar que la zona esta apta a soportar cualquier tipo de anomalía de la naturaleza como vibraciones o inundaciones ya que estas imperfecciones pueden ser causantes de movimientos bruscos o daños de cableado y equipos, siempre y cuando se requiera la construcción de esta área en una planta alta.

3.1.3. Estructura

Para la construcción de este CPD la Norma ANSI/TIA-942 recomienda la utilización de una estructura metálica ya que es mucho más liviana que el hormigón debido a que se va a construir en el segundo piso. La altura de estos muros o paredes según las recomendaciones que implanta la Norma ANSI/TIA-942 es:

- 0,45m desde el Piso Verdadero al Piso Técnico.
- 2,6 m Del Piso Técnico hasta cualquier obstrucción como rociadores, accesorios de iluminación, o cámaras.
- 0,46m libre desde el Techo verdadero hacia abajo para instalar rociadores del sistema de prevención de incendios
- 0,10 m espesor de la losa maciza de concreto armado, teniendo así una altura total de 3,61m desde el piso verdadero hasta el techo verdadero como se puede apreciar en la Figura 2.



Figura 2: Infraestructura del Data Center
Fuente: Autor

Tabla 2: Materiales de Piso Falso
Fuente: Autor

3.1.4. Ventanas

La Norma ANSI/TIA-942 en su apartado 5.3.2 menciona que no se debe tener ventanas dentro de la infraestructura de un CPD ya que esta área debe estar completamente cerrada.

3.1.5. Techo verdadero

Para la edificación del techo verdadero se debe considerar un material resistente, sólido, hermético, especificación F60 con un espesor de 0,10m de concreto armado [7].

3.1.6. Piso Falso o Elevado

La estructura metálica que sirve de base para el piso falso debe estar formado por pedestales y travesaños obligatoriamente metálicos, además debe ser modular, removible y antiestático. Bajo el piso falso está prevista la instalación de canaletas del cableado eléctrico, de datos y tuberías de aire frío como muestra la Figura 3, por lo que se requiere que esta área se encuentre libre de obstrucción por lo menos unos 0,45m para el debido asiento de la estructura metálica del piso falso [8].



Figura 3: Estructura del Piso Falso
Fuente: <https://goo.gl/HC20d8>

Para cubrir toda el área que abarca piso falso de 40m² en la Tabla 2 se muestra algunos materiales apropiados para la implementación de este piso.

N°	Elementos	Materiales Aptos
99	PLACAS (0,60X50)	- Con alma de cemento atrianado, encapsulado en lámina de acero galvanizado - Con corazón de concreto y carcasa metálica electro soldada - 100% metálica (aterriaje individual a la Malla de Alta Frecuencia)
8	Paneles Perforados	- Acero y aluminio - Acero cromado (para evitar el desprendimiento de partículas de zinc, las cuales causan cortos circuitos en los equipos electrónicos) - Metálicos (garantiza aterriaje individual a la Malla de Alta Frecuencia.)

3.1.7. Recomendaciones:

Para el debido montaje de estas placas se debe tomar en cuenta los siguientes ítems mencionados posteriormente:

- Las bandejas metálicas para el cableado eléctrico y de datos ya deben estar instaladas, de la misma manera las luminarias, rejillas, rociadores y sistema contra incendios.
- La estructura metálica usada como base del piso técnico debe ser armada individualmente usando pedestales y travesaños necesariamente metálicos, esta base debe tener una inclinación de 0° estrictamente.
- Al terminar la instalación del piso Técnico se recomienda cubrir esta área con pintura antiestática y epóxicas, la primera con el objetivo de evitar la corrosión de los materiales debido al cambio de temperatura y la segunda para garantizar mayor resistencia al cambio de temperatura, vapor de agua y ayuda a mejorar la limpieza del lugar.
- Basándose en requerimientos que establece la Norma ANSI/TIA-942 se debe realizar la instalación de al menos un panel perforado por cada rack o gabinete que se pretenda instalar, para este diseño se toma en cuenta la ubicación de 8 placas perforadas las cuales deben encontrarse perforadas en un 50 % mínimo de su área total.
- Las placas perforadas que forman la estructura del Piso Falso deben ser colocadas únicamente en posiciones donde el aire frío sea realmente requerido, es decir en la parte delantera de cada rack como se aprecia en la Figura 4 de color amarillo.

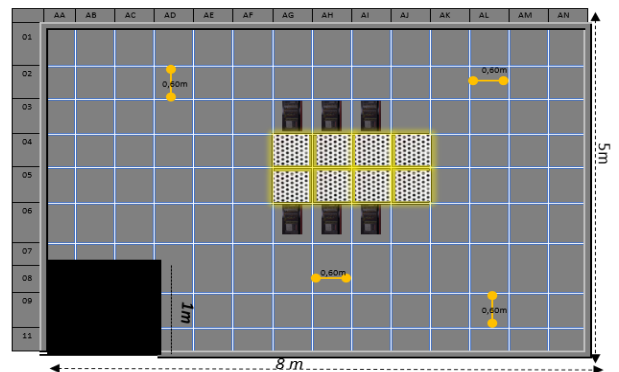


Figura 4: Ubicación de los Paneles Perforados
Fuente: Autor

3.1.8. Drenaje

Cuando se tiene un piso falso de manera obligatorio se debe considerar la instalación de un Drenaje, la Norma ANSI/TIA-942 en su anexo G.6.1.6 menciona que la “tubería de desagüe debe ser colocada dentro del Centro

de Datos y debe estar protegida con una chaqueta de protección a prueba de fugas”.

Además, se recomienda que este drenaje tenga un céspol en la parte final del tubo, formando así un sello protector el cual evita que los insectos entren por este orificio.

3.1.9. Rampa de acceso

Debido a poseer un piso falso o técnico dentro del área del CPD, de manera forzosa se requiere la instalación de una rampa de acceso como se puede apreciar en la Figura 5 de color amarillo, con la finalidad de facilitar la entrada y salida de equipos pesados, el ángulo de inclinación de esta rampa obligatoriamente debe ser menor o igual a 15° respecto al plano horizontal.

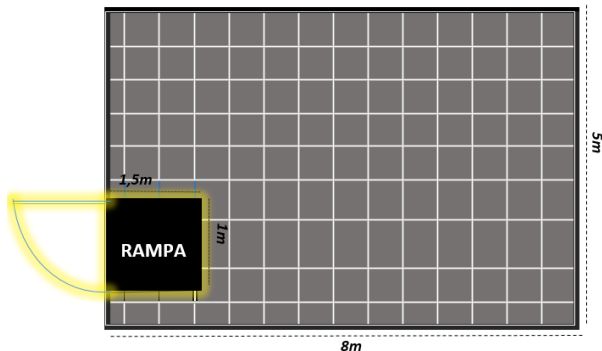


Figura 5: Ubicación de la rampa de Acceso
Fuente: Autor

3.1.10. Puerta de Acceso

Las puertas para un Centro de Datos según establece la Norma ANSI/TIA-942 debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Mínimo 1m de ancho y 2,13m de alto.
- Puertas de material anti fuego acristaladas o metálicas resístete al fuego en un lapso mínimo de 90 minutos. Abatir hacia fuera o deslizarse a un lado.
- Recomendable tener un sistema biométrico con el objetivo de permitir el acceso únicamente al personal autorizado.
- El control biométrico de esta puerta de acceso debe tener una conexión directa con la cerradura electromagnética a través de cable UTP, el cual hace que la puerta se abra automáticamente al digitar la clave correcta.

3.1.11. Iluminación Principal

Se recomienda la instalación de lámparas led ya que presenta mejores características que las luminarias tradicionales fluorescentes como; mayor ahorro de energía, vida útil más larga, menor costo económico, soporta cambios de temperatura, encendido instantáneo y consumo de energía más bajo lo que implica mayor ahorro económico anual.

3.1.11.1. Dimensionamiento del número de Iluminarias

Para conocer el número exacto de luminarias necesarias para el área del CPD se hizo uso de la ecuación 4 en donde se calculó el flujo luminoso utilizando el método de los lúmenes. [9]

$$\Phi T = \frac{E \cdot S}{n \cdot f_m}$$

Se prosigue al remplazo de los valores pertenecientes a la ecuación 1, en donde E representa 500 lux en el plano horizontal este valor fue tomado de la Norma ANSI/TIA-942, S representa la superficie a cubrirse en el plano horizontal en este caso son 40 m², n simboliza el factor de utilización mismo que se encuentra calculado en la Figura 6 cuyo valor es igual a 0.32 y f_m el factor de mantenimiento 0,8 ya que se prevé tener un lugar limpio.

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)											
		Factor de reflexión del techo						Factor de reflexión de las paredes					
		0.8		0.7		0.5		0.3		0			
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0		
	0.6	.27	.24	.21	.27	.23	.21	.27	.23	.21	.23	.21	.20
	0.8	.33	.29	.26	.32	.29	.26	.32	.28	.26	.28	.26	.25
	1.0	.36	.32	.29	.36	.33	.30	.36	.32	.30	.32	.30	.29
	1.25	.40	.36	.34	.39	.36	.34	.38	.36	.34	.36	.34	.33
	1.5	.42	.39	.37	.42	.39	.37	.41	.38	.36	.38	.36	.35
	2.0	.45	.42	.40	.44	.42	.40	.44	.42	.40	.41	.40	.39
	2.5	.47	.44	.43	.46	.44	.42	.45	.44	.42	.43	.42	.41
	3.0	.48	.46	.44	.47	.46	.44	.47	.45	.44	.44	.43	.42
$D_{max} = 0.8 H_m$	4.0	.50	.48	.46	.49	.48	.46	.48	.47	.46	.46	.45	.44
	5.0	.50	.49	.48	.50	.49	.48	.49	.48	.47	.47	.46	.45
f_m		.65	.70	.75									

Figura 6: Factor de Utilización
Fuente: [9]

$$\text{Flujo Luminoso} = \frac{500 \text{lux} \cdot 40 \text{m}^2}{0.32 \cdot 0.8} = 78125 \text{ lm}$$

3.1.11.2. Cálculo del número de Luminarias

$$NL = \frac{\Phi T}{n \cdot \Phi L};$$

$$\text{Remplazamos } NL = \frac{78125 \text{ lm}}{3 \cdot 4950 \text{ lm}} = 5,26 \cong 5 \text{ luminarias}$$

Se prosigue al remplazo de los valores pertenecientes a la ecuación, en donde ΦT representa el valor del flujo luminoso calculado en la ecuación anterior cuyo valor es 78125 lúmenes; y “n” representa el número de lámparas que conforman cada luminaria que se prevé instalar que son 3 lámparas por luminaria; y por último ΦL representa el flujo luminoso de cada lámpara en este caso se ha tomado lámparas de 4950 lúmenes. [9]

En conclusión, de acuerdo al análisis anteriormente realizado se puede consumir que en esta área del Data Center se necesita 5 luminarias led amigables con el ambiente, cada una formada de 3 lámparas de 4950 lux, estas lámparas deben ser de material laminado y si en la hoja de especificación lo permite las luminarias cubrir con pintura antiestática, se debe tomar en cuenta que el número de luminarias varía dependiendo de las características con que cuente.

3.1.12. Iluminación de emergencia

Instalar luminarias LED de 300 lux como establece la Norma ANSI/TIA-942 las cuales tienen la función de trabajar frente a un corte de energía normal, fallo eléctrico, o algún inconveniente inesperado, estas luminarias deben contar con baterías de respaldo de al menos 3 horas de trabajo.

3.1.12.1. Ubicación

Se puede enganchar en la pared o colgar en el techo según las necesidades del usuario, en este diseño se recomienda colocar una luminaria sobre el marco de la puerta de salida con el fin de evacuar el área de manera segura, las otras 2 luces en el centro de las paredes más largas con el objetivo de tener una luminosidad enfocada hacia los pasillos en donde se encuentran colocados los equipos activos, como se puede apreciar en la Figura 7.

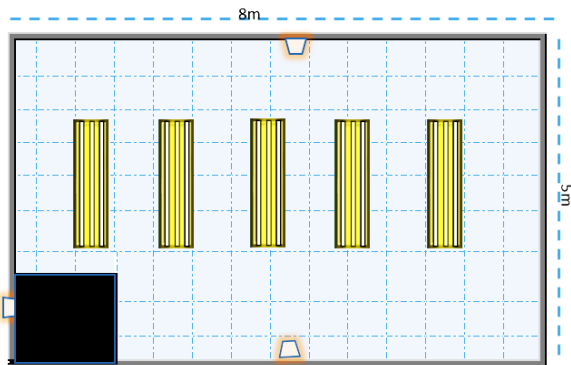


Figura 7: Distribución de Luminarias Normales y de Emergencia
Fuente: Autor

3.1.13. Acabados interiores y exteriores

Para los acabados tanto interiores como exteriores se debe hacer uso de pintura especial o compuestos químicos apropiados anticorrosivos, antiestático, ignífugos que sean retardantes al fuego en un periodo estimado de una hora, sobre todo ser inmune al cambio de temperatura evitando así deformaciones en las paredes y ser de color claro y acabados lisos con el objetivo evitar la acumulación del polvo y mejorar la reflexión de la luz dentro del área.

- Pintura epóxicas de color natural en muros internos y externos
- Pintura ignífuga en piso falso, paredes internas y techo

- Pintura electroestática producto ideal para componentes metálicos.

3.1.14. Equipamiento.

Consideraciones que se debe tomar en cuenta con respecto al equipamiento:

- Se debe considerar el alojamiento de equipos obligatoriamente solo de Networking.
- No se debe admitir ningún mueble de madera ni cartones en los que vienen empacados los equipos ya que estos materiales son considerados fuentes combustibles y pueden ayudar a propagar un incendio con facilidad.

3.2. Subsistema Eléctrico

En el subsistema eléctrico se toma en cuenta los dispositivos activos los cuales requieren de conexión eléctrica conjuntamente con un buen nivel de refrigeración para su respectivo funcionamiento y por ende se debe realizar un estimado de la potencia Total consumida y requerida. [10]

3.2.1. Requisitos de la potencia- Electricidad

Para el respectivo dimensionamiento del Subsistema Eléctrico se debe tomar en cuenta la sumatoria de los diferentes tipos de cargas calculados en la Tabla 3, estimando así la potencia requerida para el nuevo CPD con el fin de que esta área trabaje en buenas condiciones durante los 365 días del año.

	Descripción	Equipamiento Activo	Potencia [W]
C1	Cargas críticas	$Total\ calculado\ en\ W * 0,67$	3.690 W
C2	Carga Crítica no incluidas	100 $= W$	235 W
C3	Cargas futuras con expectativa a 5 años	$(C1 + C2) * 0,8 = W$	3.140 W
ccC	Consumo de Potencia de Cresta debido a la variación de cargas críticas	$(C1 + C2 + C3)X1,05 = W$	7.418 W
C5	Ineficiencia del UPS y carga de baterías	$(C1 + C2 + C3)X0,32 = KW$	2.260 W
C6	Carga de iluminación Necesaria	$(Espacio\ Ocupado\ m2)X 21 = W$	840 W
C7	Potencia total para satisfacer los requisitos eléctricos	$(C4 + C5 + C6) = KW$	10.519 W
C8	Consumo de Potencia de Cresta debido a la variación de cargas críticas	$(C1 + C2 + C3)X1,05 = W$	7.418 W
c	Potencia total	$(C7) + (C8) = KW$	17.882 W
C9C			9

C10	Requerimientos para cumplir con la NEC (UPS)	$(C9) * 1,25 = W$	22.353 W
C11	Tensión CA Trifásica suministrada en la entrada del servicio	220V	220 V
	Servicio eléctrico requerido de la compañía eléctrica en amperios	$\frac{(C10)}{(C11*1,73)} = W$	59A
C12	Estimación del dimensionamiento del generador de reserva	$C7*1,3 = W$	13. 674 W
C13	Cargas de Refrigeración que requieren respaldo por generador	$C8*1,5 = W$	11.045 W
C14	Dimensionamiento del generador	$C12+C13 = W$	13.733 W
C9	Potencia total	$(C7) + (C8) = KW$	17.882 W
C10	Requerimientos para cumplir con la NEC (UPS)	$(C9) * 1,25 = W$	22.353 W
C11	Tensión CA Trifásica suministrada en la entrada del servicio	220V	220 V

Tabla 3: Cálculo de Potencia del CPD
Fuente: [9]

3.2.2. Tableros eléctricos

Los tableros eléctricos son considerados gabinetes en los que se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, señalización y distribución, todos estos dispositivos permiten que una instalación eléctrica funcione adecuadamente.

3.2.2.1. Tablero eléctrico de transferencia automática (TTA)

Este tablero cambia de fuente eléctrica ante fallas del suministro eléctrico normal o ausencia del mismo; cuya obligación es activar el generador de respaldo por medio de un ATS con el objetivo de proporcionar energía al Data Center de manera automática.

3.2.2.2. Diagrama de Conexión

En la Figura 8 se aprecia un esquema eléctrico de cómo debe ir conectados el tablero principal de la empresa al tablero de distribución del Data Center en donde se tiene redundancia ya que si existe un corte de energía eléctrica Normal el breaker salta y se conecta al Tablero de Transferencia Automática el cual está conectado

directamente al generador, de esta manera el Data Center continúa funcionando sin ningún problema.

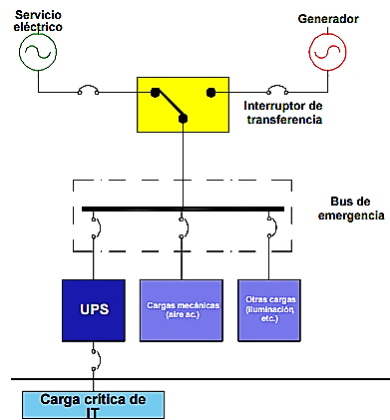


Figura 8: Diagrama de conexión eléctrica del Data Center
Fuente: [10]

3.2.3. Circuitos Derivados.

De este tablero Principal del Data Center se tendrá la distribución de los diferentes circuitos derivados, que serán conectados al interruptor diferencial, a continuación, se define el número de circuitos requeridos en el Data center como se muestra en la Tabla 4.

Equipos	Circuito Derivado	Detalle
UPS para racks	2	1 circuito para cada rack
Sistema de Iluminación	2	Iluminación Principal Iluminación de Emergencia
Sistema de Aire Acondicionado	2	Conexión de Aire Acondicionado
Control de Acceso	1	Acceso Biométrico
Sistema de control de Incendio	2	Tablero de control Sensores de Humo y Humedad
CCTV	2	Conexión del POE de cámaras de Seguridad
Letreros de Emergencia	1	Conexión de Letrero para Evacuación
Crecimiento y Mantenimiento	3	Posible uso para herramientas eléctricas de mantenimiento

Tabla 4: Distribución del Circuito Derivado
Fuente: Autor

3.2.4. Tablero Bypass

La Norma ANSI/TIA-942 se debe instalar un Tablero Bypass por cada UPS a implementarse. En este tablero se debe utilizar conductores de cobre flexible con un material aislante termoplástico resistente al cambio de temperatura y propagación de incendios.

3.2.5. Conductores eléctricos para Tableros

Los conductores eléctricos empleados para cada circuito derivado deben ser de aluminio esmaltado con cobre, en toda su longitud deben estar apropiadamente aislados con una protección hermética de PVC o hule evitando así tener interferencia con otros cables, resistente a la humedad y retardantes al fuego. Cuya distribución se lo debe hacer por medio de bandejas instaladas bajo el Piso Falso y el diámetro de estos conductores no debe ser menor a #12 AWG y no superar una distancia de 50m [11]

3.2.6. UPS Sistema de Power Ininterrumpido

El UPS debe estar conectado al tablero de Bypass como se puede apreciar en la Figura 9, cuya función es distribuir energía al Data Center con el objetivo de que esta área se mantenga activa ante un corte de energía normal. Este dispositivo está compuesto por baterías internas mismo que tiene la función de proteger a los equipos de variaciones de tensión eléctrica y también suministrar energía en un lapso de tiempo corto hasta que la planta generadora entre en función en caso de corte del servicio eléctrico normal, por lo cual es de gran importancia saber la capacidad del UPS mismo que debe satisfacer requisitos de refrigeración y eléctricos, para esto se va a tomar en cuenta los datos anteriormente calculados C10 cuyo valor es igual a 22.353 W por lo que se concluye que el UPS debe ser superior a 23KW, mismo que será instalado en la parte interna del CPD ya que es un UPS menor a 100kw como establece la Norma ANSI/TIA-942 en su apartado 5.3.4.2.



Figura 9: Tablero Bypass y Ubicación de UPS
Fuente: Autor

3.2.7. Tomacorrientes:

Cada uno de los tomacorrientes existentes dentro del Data Center deben trabajar a una frecuencia de 60 Hz, los cuales serán empotrados a la pared a una distancia de 0,25 m a 0,50m de altura en el plano horizontal y en el plano vertical a una distancia de 1,6m a 1,8m de separación.

Tipo de Tomacorriente	Circuito Derivado	Nº Circuitos	Volta je de Salida (V)	Corrien te de Salida (A)
Monofásico doble (2 hilos-120V)	Toma rack	2	120	20
Monofásico doble (2 hilos-120V)	Control Acceso	1	120	20
Monofásico doble (2 hilos-120V)	Sistema de Control de Incendios	1	120	20
Monofásico doble (2 hilos-120V)	Letreros para Salida de Emergencia	1	120	20
Monofásico doble (2 hilos-120V)	CCTV	1	120	20
Monofásico o doble (2 hilos-120V/220V)	Aire acondicionado	1	220	30
Monofásico doble (2 hilos-120V)	Iluminación	2	120	20
Monofásico o doble (2 hilos-120V/220V)	Mantenimiento	1	220	30

Tabla 5: Distribución de Toma corrientes
Fuente: [12]

En la Figura 10 se puede apreciar la ubicación de los toma corrientes.

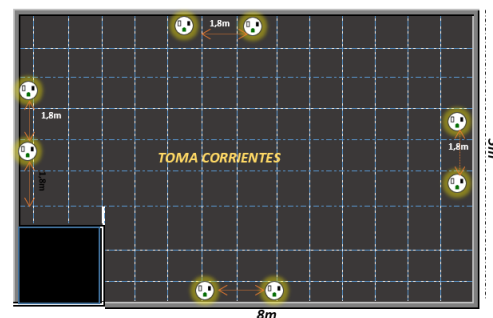


Figura 10: Ubicación de los Toma Corriente dentro del área del CPD
Fuente: Autor

3.2.8. Generador de reserva

Con el objetivo de mantener operativo el Data Center se recomienda contar con un generador eléctrico de reserva como se menciona en el apartado 5.3.6.2. de la Norma guía [5]. Para lo cual se debe tomar en cuenta los cálculos anteriormente realizados en la ecuación cuyo valor es igual a 13.73 W, por lo tanto, la planta generadora debe ser mayor a este valor.

3.2.9. Bandejas

En este diseño se considera la instalación de bandejas por separado como encomienda la Norma ANSI/TIA-942, una para cables de datos y otra para el cableado eléctrico evitando así tener interferencia entre estos conductores como se puede apreciar en la Figura 11.

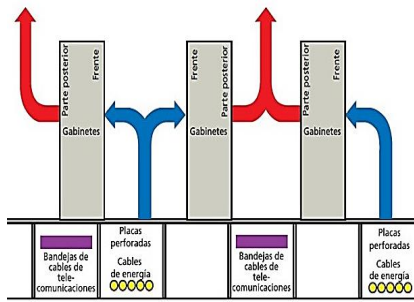


Figura 11: Distribución de bandejas para cableado de Telecomunicación y para cableado eléctrico
Fuente: <https://goo.gl/QdUzR8>

3.2.9.1. Bandejas de Cableado Eléctrico

Con respecto a las bandejas del cableado eléctrico se debe considerar las siguientes recomendaciones [10]:

- Menciona que se debe considerar bandejas metálicas de acero galvanizado en caliente las cuales serán colocadas bajo el Piso Técnico denominados pasillos fríos a una altura de 0,35 cm desde el nivel de la estructura metálica del piso Técnico.
- Esta canalización no debe exceder en una capacidad máxima del 50% de llenado y una altura superior a los 15 cm [5].
- Desde el punto de vista electromagnético se recomienda instalar bandejas cerrada que una bandeja perforada, ya que así se garantiza la protección electromagnética sobre el cableado que soporta cada una de las bandejas de datos y eléctrico [7].
- Otra de las recomendaciones es que estas bandejas deben soportar 100kg en toda su extensión sin presentar ninguna deformación
- Conexión a Tierra de cada una de estas bandejas de manera obligatoria.

- Los componentes que se usan como soportes para las respectivas bandejas y sus elementos de fijación como; conexiones tipo T, angulares, verticales; tornillos, pinzas y/o mordazas deben ser metálicas, resistentes a la corrosión y tener el respectivo cuidado de no superar los 50m de longitud.
- Se recomienda que los cables instalados en canalizaciones sean sujetos con amarras al inicio y al final ya que las conexiones sueltas ante posibles vibraciones pueden ser causantes de algún incidente dentro del CPD.

En la Figura 12 se muestra claramente el diseño por donde están encaminadas estas bandejas metálicas.

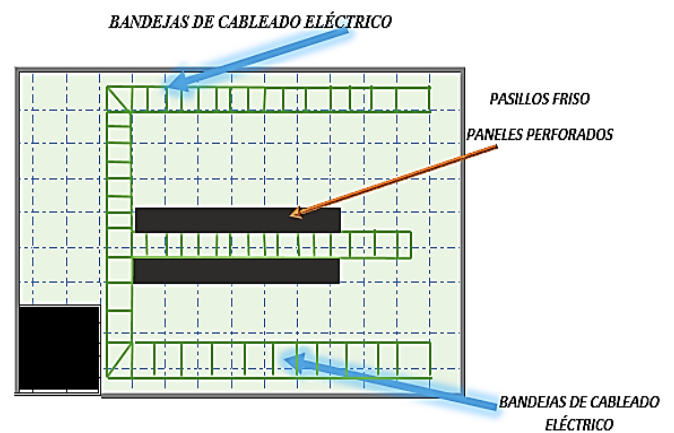


Figura 12: Distribución de Bandejas Eléctricas
Fuente: Autor

3.2.10. Malla de alta frecuencia

Basándose en recomendaciones que establece la Norma ANSI/TIA/EIA 607, implanta que esta malla de alta frecuencia obligatoriamente debe ser instalada lo más cercano posible al piso verdadero como se muestra en la Figura 13, cuidando que no tenga ningún tipo de rose con alguna estructura metálica que forma el Piso Técnico.

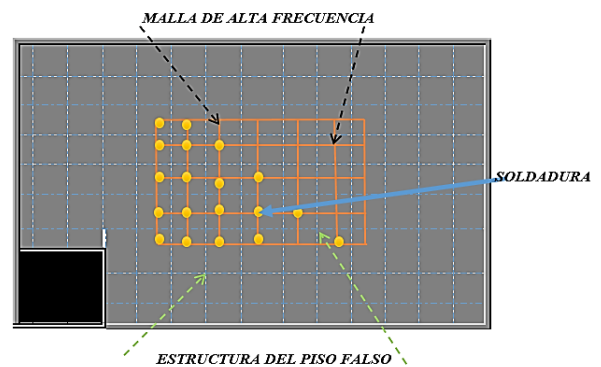


Figura 13: Ubicación de la malla de alta frecuencia.
Fuente: Autor

3.2.10.1. Características Técnicas.

A continuación, se detallan algunas características técnicas con las que debe cumplir esta malla de alta frecuencia:

- La red de alta frecuencia debe ser construida mediante láminas de cobre desnudo calibre de 6 AWG en forma de malla bajo el piso técnico
- Al momento de la instalación de esta malla de debe tener precaución en que no exista ningún tipo de rose entre los pedestales los cuales forman la estructura del Piso Técnico.
- Cada punto de la malla debe estar unido por soldadura exotérmica (unión molecular de dos o más conductores metálicos mediante una reacción química).
- Esta malla de Alta Frecuencia estará conectada al TGB de este piso como muestra la Figura 14, luego se conectará con el TBB de este piso con un cable de cobre desnudo no menor a 8AWG siguiendo el respectivo camino hasta llegar al TMGB

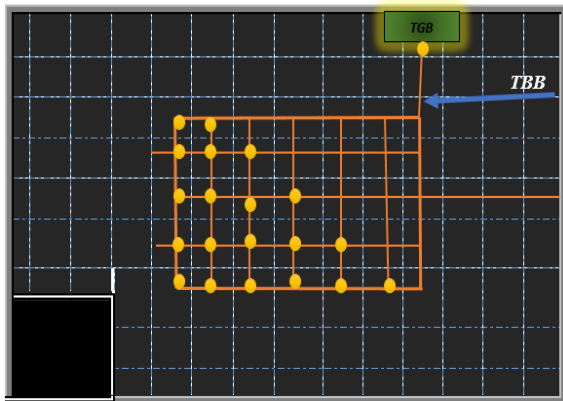


Figura 14: Unión del TGB a la malla de telecomunicaciones
Fuente: Autor

3.2.11. Gabinetes

Los gabinetes deben estar apropiadamente enlazados con la malla de alta frecuencia por medio de un cable de cobre calibre 6AWG unido con una soldadura exotérmica, como se muestra en la Figura 15 (unión molecular de dos o más conductores metálicos) protegiendo así los equipos alojados en cada uno de los racks.



Figura 15: Conexión de los racks a la malla de puesta a tierra
Fuente: [13]

3.2.12. Sistema de Puesta A tierra

La Norma ANSI/TIA/EIA-607 menciona que el sistema de puesta a tierra tiene la finalidad de proporcionar el aterrizaje de todas las corrientes parasitas del sistema eléctrico.

- 1 AWG o un conductor de unión más grande a la barra de conexión a tierra de telecomunicaciones (TGB).
- Un conductor por cada UPS.
- 6 AWG o un conductor más grande para equipo HVAC.
- 4 AWG o un conductor de unión más grande a cada columna en la sala de ordenadores.
- 6 AWG o un conductor de unión más grande a cada escalera de cable, bandeja de cables.
- 6 AWG o conductor de unión mayor a cada computadora o gabinete de telecomunicaciones, rack.

3.3. Subsistema Mecánico

En este subsistema se va hacer énfasis a la seguridad del Data Center, como Sistema de Aire acondicionado,

3.3.1. Sistema de Aire Acondicionado

El sistema de aire acondicionado debe inyectar aire frío por la parte frontal del equipo manteniendo un margen de temperatura de 15° a 25°C. Este aire circula por debajo del piso falso dirigiéndose a los paneles perforados los cuales tienen la función de permitir el paso del aire frío hacia la parte frontal de los gabinetes.

3.3.1.1. Dimensionamiento del sistema de aire acondicionado

Para conocer el dimensionamiento necesario de BTU'S que debe tener este sistema de climatización se realizó el cálculo de algunas cargas como se detalla en la Tabla 6.

Ítem	Cálculo de la energía térmica producida	Subtotal de energía térmica producida [W]
Equipos de TIC (V1)	10.519	10.519
UPS con batería (V2)	(0,04x220) + (0,06x20607)	215
Distribución de energía (V3)	(0,02x220) + (0,02x20607)	640
Iluminación (V4)	21,53 x 40 m ²	861
Personas (V5)	2 x 100	200
TOTAL		12.433W

Tabla 6: Total de la energía Térmica Producida por el CPD
Fuente: [14]

Tomar en cuenta que el sistema de refrigeración debe ser de precisión y no de confort ya presenta mejores características como: tiene un factor de sensibilidad de 90 a 95%, horas de operación 21 h/día, además cuenta con filtros de aire con un 60 a 90 % de eficiencia, reparto adecuado de refrigeración y precisión de temperatura.

3.3.1.2.Recomendaciones

El sistema de aire acondicionado al momento de la instalación debe cumplir con las siguientes recomendaciones:

- Mantener márgenes de temperatura adecuada tanto en verano como invierno rango de 20° a 25°C, mantener este rango cuando todos los equipos estén trabajando.
- No colocar obstáculos delante o encima de los equipos de climatización, ya que así estos equipos consumen mayor potencia para enfriar el CPD.
- Al momento de la instalación realizar las respectivas pruebas de funcionamiento y medir la temperatura cada 3 metros [5].
- Al momento de la instalación debe estar alineado con la ubicación de los pasillos fríos como se muestra en la Figura 16.

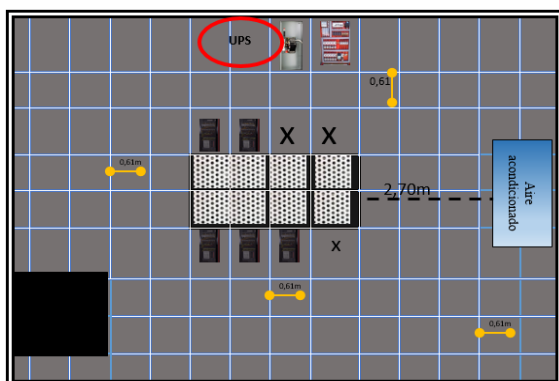


Figura 16: Ubicación del Aire Acondicionado
Fuente: Autor

3.3.2. Circuito Cerrado de Televisión IP(CCTV)

La Norma ANSI/TIA-942 no recomienda la utilización de cámaras CCTV IP, pero en este caso si se considera necesario ya que así se tendrá resguardada esta área del CPD, para lo cual se recomienda la instalación de cámaras ip y no de analógicas ya que presenta mejores características como: mayor calidad de imagen, accesibilidad remota, inteligentes ya que cuenta con sensores de movimiento, adaptación a la red.

3.3.2.1.Cámara interna

Se instalará 1 cámara tipo domo la cual deben estar enfocadas a los pasillos fríos, calientes, entrada y salida del CPD con el objetivo de mantener una visión completa del área como se muestra en la Figura 17, además estas cámaras deben contar con una resolución mínima de 640 x 480 pixeles y una sensibilidad de 0,1 a 1 Lux debido a que son cámaras de color [15].Se propone instalarse un lente autoirris para permitir la claridad de la imagen y no crear sombras provocadas por el cambio de luz.

3.3.2.2.Cámara externa

La ubicación de estas cámaras debe ser estrictamente cerca a la puerta de entrada con el objetivo de observar que personas ingresan o abandonan el área como se aprecia en la Figura 17.

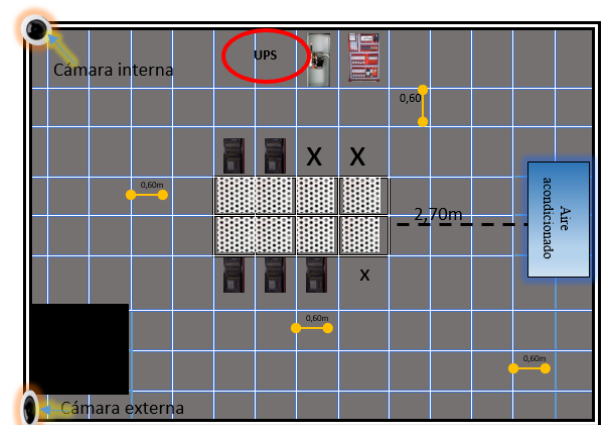


Figura 17: Ubicación de cámara interna y externa
Fuente: Autor

3.3.3. Sistema de Prevención y Extinción de Incendios

Con el objetivo de asegurar la seguridad del personal y la integridad de los equipos albergados en esta área, la Norma ANSI/TIA-942 recomienda en el Anexo G.6.1.12 la utilización de un sistema de supresión de incendios con agente limpio mismo que debe ser suministrado por medio de rociadores los cuales deben ser ubicados de manera apropiada y equitativa dentro del área del CPD con el objetivo de combatir el incendio de forma rápida y

oportuna, este sistema debe de ser modular y removible para permitir futuras expansiones en caso de ser necesario.

La Norma ANSI/TIA-942 recomienda que en caso de incendio no se debe utilizar agua ya que este líquido puede ser más peligroso para los equipos de Networking que el mismo fuego el cual se esté propagando dentro del CPD, por lo que se optó por Ecaro 25 ya que presenta mejores características que el FM200 y el INERGEN como; amigable con el ambiente, extinción rápida, poco espacio para alojar el tanque, tiempo de descarga inmediato, y no deja residuos o resinas en el área.

A continuación, se va a detallar los elementos que componen el Sistema de Extinción de Incendios, como se detalla en la Tabla 7.










	Agente Limpio ECARO-25
	Boquilla de Descarga
	Tubería de Agente Limpio
	Sensor de Humo
	Panel de Control de Incendios
	Estación Manual de control
	Luces estroboscópicas
	Extintor portátil
	Conexión de Sensor de humo

Tabla 7: Componentes del sistema de Extinción de Incendios
Fuente: Autor

3.3.3.1. Funcionamiento

Este agente limpio ECARO-25 cuenta con una válvula de impulso el cual contiene un disco de ruptura de acción rápida ante una alarma provocada por los sensores para liberar la sustancia, de modo que emplea un actuador enviando una señal eléctrica la cual puede ser controlada de forma manual o automática consiguiendo así la inmediata descarga del agente limpio, adicionalmente se recomienda tener un extintor portátil

En la Figura 18 y 19, en donde se puede apreciar la ubicación de cada uno de los elementos que conformar el sistema de Extinción de Incendios y en la Tabla 45 se puede apreciar cada uno de los componentes de este Sistema.

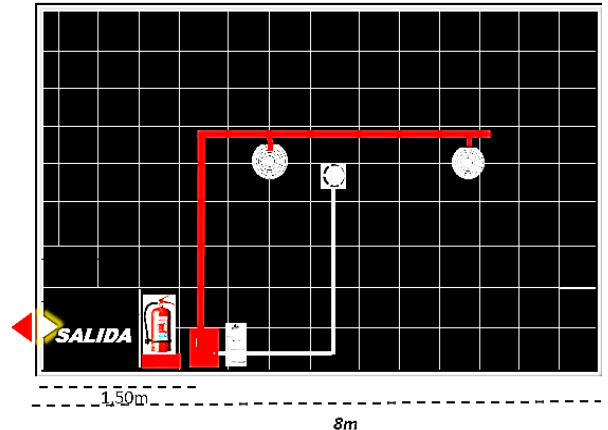


Figura 18: Diagrama del sistema de extinción de Incendios en área de equipos
Fuente: Autor

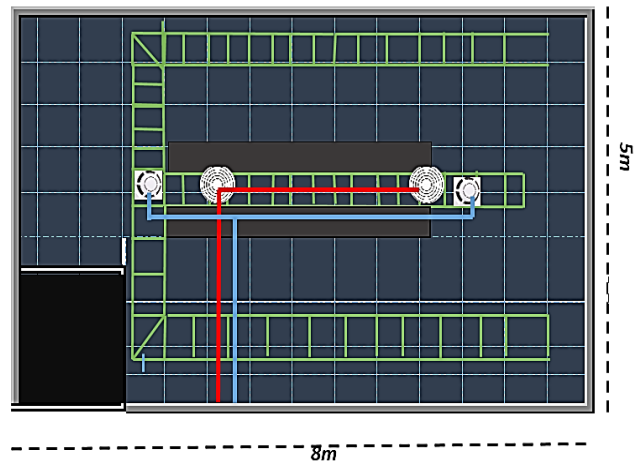


Figura 19: Diagrama del sistema de extinción de Incendios a) área de equipos, bajo piso falso
Fuente: Autor

3.3.4. Señalización de salida de evacuación

Se debe contar obligatoriamente con una salida de emergencia o ruta de evacuación la cual debe ser apropiadamente señalada con letreros llamativos, fluorescentes para que las personas que estén dentro del área abandonen el lugar de forma segura como se puede apreciar en la Figura 20.

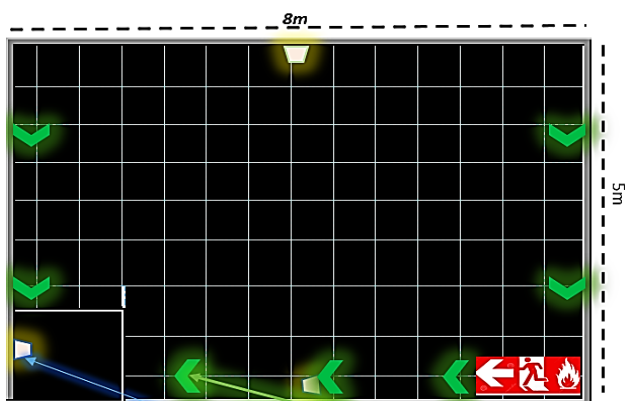


Figura 20: Señalización de Rutas de Evacuación
Fuente: Autor

3.4. Infraestructura de Telecomunicaciones.

Esta infraestructura de telecomunicaciones debe garantizar una durabilidad mínima de 10 años, misma que debe ser convergente entre si y tener la capacidad de soportar servicios existentes y emergentes dentro del periodo especificado anteriormente, avalando así una funcionalidad del 100%.

Para la respectiva ubicación de los racks que forman la infraestructura del CPD se debe seguir un esquema de identificación de espacio para la correcta ubicación de los mismos, en las coordenadas de las x señalada por 2 letras y en el eje de las y señalada por dos dígitos numéricos como se muestra en la Figura 21.

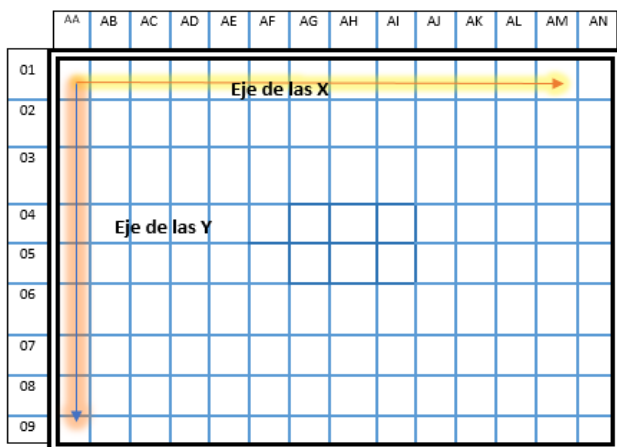


Figura 21: Esquema de Identificación de espacio .
Fuente: [5]

3.4.1. Áreas Funcionales del CPD

Dentro de las áreas funcionales tenemos el cuarto de entrada (ER), el área de distribución Principal (MDA), como se puede apreciar en la Figura 22.

3.4.2. Cuarto de entrada (ER)

Este cuarto permite la intersección entre el cableado vertical del CPD con el cableado externo, el cual

está a cargo la empresa CNT, además este espacio es apto para el alojamiento de equipos exclusivamente de Networking, terminaciones de cableado horizontal, terminaciones de cables y cross-connects del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo [16].

3.4.3. Área de distribución Principal (MDA)

El MDA es el encargado de dotar servicio a uno o más HDA, este MDA debe estar ubicado en el lugar central del Data Center, en este rack se debe ubicar los switch de núcleo con los que cuenta el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo y la empresa CNT, a la vez estos Switches debe vincularse al Firewall reforzando así la protección hacia la red interna del GADMO.

3.4.4. Área de distribución Horizontal (HDA)

En este espacio se localizan los equipos de telecomunicaciones enlazados a cada piso o (departamento), mismo que actúa como un Switch o como un punto de interconexión horizontal y distribución hacia las diferentes áreas donde se encuentran localizados los dispositivos de red denominados Nodos, puede haber uno o varios equipos dependiendo de las necesidades de la empresa, en un equipo puede alojarse hasta 2000 cables UTP.

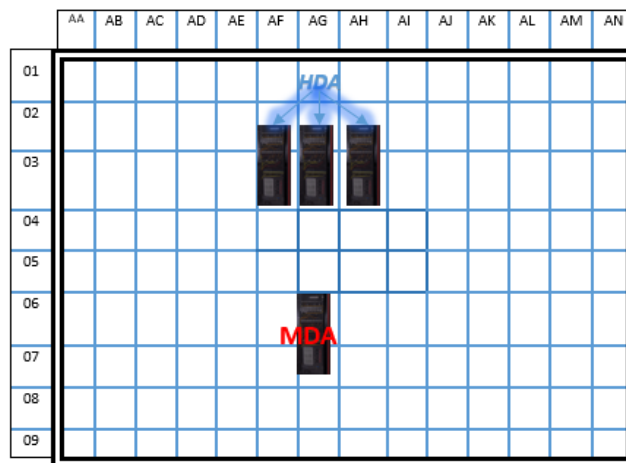


Figura 22: Ubicación de equipos MDA y HDA
Fuente: Autor

3.4.5. Racks

Estos armarios o racks deben tener la suficiente profundidad para acomodar el equipo previsto, además se debe tomar en cuenta que en la parte delantera de los racks se debe organizar el cableado de datos y en la parte trasera de los racks se debe organizar estrictamente el cableado eléctrico [5].

3.4.5.1. Especificaciones que deben cumplir

Estas especificaciones se deben tomar en cuenta para los nuevos racks que se prevé instalar en un futuro.

- Ninguna Norma recomienda el tamaño de los racks por lo que se propone utilizar rack de 19" con rieles traseras y delanteras de 42 U debidamente marcadas, además deberá contar con dos paneles laterales e independientes. Cada "U" equivale a 1,75 pulgadas y una pulgada equivale a 2,54 cm, para conocer la altura total del armario es necesario sumar las "U" más unos 10-15 cm que corresponden a la base y el techo, en caso de que lleve ruedas o zócalo de soporte considerar otros 10 cm más aproximadamente. Así, un armario de 42U tiene una altura de montaje de 186 cm más los 10cm considerado de la base, ocupando así aproximadamente 2m de altura.
- Se recomienda utilizar puertas con hojas dobles ya que este tipo de puertas ocupan la mitad de espacio que las de una sola hoja.
- Se recomienda que tanto la puerta delantera como trasera cuente con cerraduras en la manigueta para así obtener mayor seguridad, además esta hoja debe encontrarse perforadas el 50% de su área total.

3.4.5.2. Ubicación

La ubicación de estos racks debe ser distribuida de manera metódica (patrón alterno), es decir la parte frontal de un rack con la parte frontal de otro rack, así es como establece la Norma ANSI/TIA-942 en su apartado 5.11.2 con la finalidad de formar pasillos fríos y calientes como muestra la Figura 23, cuyo propósito es que el aire frío fluya por el debajo del piso falso hacia la parte delantera de los racks.

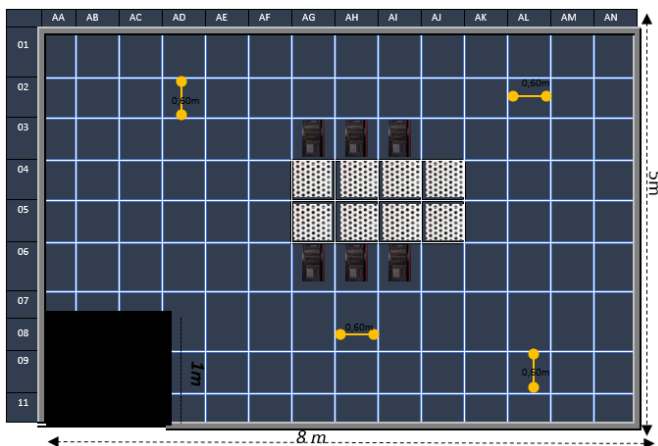


Figura 23: Ubicación de los racks
Ubicación de los racks

3.4.6. Etiquetado

Para el respectivo etiquetado se hará hincapié a recomendaciones que establece la Norma ANSI/TIA/EIA 606 la cual es apta para la administración de la

infraestructura de telecomunicaciones, misma que señala que se debe adicionar un identificador exclusivo para cada terminación de hardware como muestra la Figura 98. Además, se debe rotular cada uno de los tendidos de cableado estructurado, estos rótulos deben cumplir con ciertos requisitos como legibilidad, protección contra el deterioro, buena adhesión.

3.4.7. Nomenclatura de Etiquetado

Para el etiquetado del cableado estructurado se debe seguir el siguiente esquema, como se muestra en la Tabla 8.

03	-	303	-	01A	-	18D
1		2		3		4

Tabla 8: Estructura del Etiquetado para el Cableado
Fuente: [17]

Donde cada número representa:

- 1: Piso
- 2: Sala
- 3: Rack (A, B, C identificador del rack)
- 4: Datos, Videos, Telefonía

3.4.8. Forma correcta de etiquetado

Para tener un etiquetado de calidad se debe acatar las siguientes recomendaciones:

Ambos extremos del cable deben estar propiamente etiquetados a una distancia de 30 cm al inicio y al final del cable. Al momento de terminar el etiquetado realizar una prueba de continuidad con el objetivo de observar si el cable es el correcto en el área de trabajo como el que llega al cuarto de equipos [18].

3.5. Conclusiones

- Al terminar el presente proyecto que se basa en el diseño de un Data Center tipo TIER I para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo, se logró el objetivo principal en donde se analizó cada uno de los requerimientos que abarca la Norma ANSI/TIA-942, determinado así los parámetros básicos para evaluar el capítulo de situación actual y para la realización del diseño del Data Center capítulo IV.
- Al analizar el capítulo de Situación Actual se conoció las falencias a la cual está expuesta la actual infraestructura del cuarto de equipos, misma que necesita alternativas de mejoramiento, razón por la cual se ha realizado

el presente estudio del diseño del Data Center tipo TIER I para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo basado en requerimientos que establece la Norma ANSI/TIA-942

- Con el presente diseño del Data Center tipo TIER I para el GADMO se garantiza tener una infraestructura apropiada con el objetivo de proporcionar prestaciones de servicios de manera continua al personal que labora en la empresa y a la ciudadanía Otavaleña.
- Dentro del capítulo IV se ejecutó el análisis costo-beneficio en donde se concluyó que la futura implementación del Data Center tipo TIER I para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo es viable, ya que esta relación costo beneficio se obtuvo como resultado un número mayor a 1 lo que significa que las ganancias serán más altas que los costos de implementación.

3.6. Referencias Bibliográficas.

- 1] V. Galván, DATACENTER, Argentina: SM de Tucumán: Ediciones Indigo, 2013, p. 15.
- 2] G. Pacio, Data Centers Hoy, Buenos Aires: Alfaomega, 2014.
- 3] T. Stalin, «Data Center y Virtualización - Infraestructura,» 21 Junio 2013. [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/StalinTuza/data-center-y-virtualizacin-infraestructura>.
- 4] Área DATA, «Servicios de Construcción y Certificación,» [En línea]. Available: <http://www.areadata.com.ar/Servicios.html>.
- 5] Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers, Arlington: Standards and Technology Department, 2005.
- 6] O. Garrido, «“Diseño de la Infraestructura Física del Data,» 2015. [En línea]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4330/2/04%20RED%20047%20ART%C3%8DCULO%20T%C3%89CNICO.pdf>.
- 7] STULZ, «DATA CENTER,» 2008. [En línea]. Available: <https://goo.gl/O48l9d>.
- 8] G. & Oriol, «Calculo de Instalacion de Alumbrado,» 2016. [En línea]. Available: <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/externor/calculos.html>.
- 9] V. Avelar, «Cálculo del requisito total de potencia para los Centros de Datos,» 2010. [En línea]. Available: http://www.apc.com/salestools/VAVR-5TDTEF/VAVR-5TDTEF_R0_LS.pdf.
- 10] FARADAYOS, «Diseño de circuitos derivados: clasificación, características y cálculos,» 2015. [En línea]. Available: <http://faradayos.blogspot.com/2014/02/tipos-circuitos-derivados-calculos-clasificacion.html>.
- 11] Faradayos, «Dominguez Roni,» 2015. [En línea]. Available: <http://faradayos.blogspot.com/2014/02/tipos-circuitos-derivados-calculos-clasificacion.html>.
- 12] PANDUIT, «Panduit, Soluciones y Productos,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.panduit.com/es/home>.
- 13] N. Rasmussen, «Cálculo de los requisitos Totales de refrigeracion para un centro de datos,» 2016. [En línea]. Available: http://www.apc.com/salestools/NRAN-5TE6HE/NRAN-5TE6HE_R1_ES.pdf.
- 14] Junghanss, «Diseño de un sistema de CCTV,» 2016. [En línea]. Available: http://www.rnds.com.ar/articulos/038/rnds_144w.pdf.
- 15] Siemon, «Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon,» 2016. [En línea]. Available: http://www.siemon.com/ally/recertification/pdf/spanish/04-Horizontal_Dist_Rev_M.pdf.
- 16] CLIA TEC, «Soluciones de climatización CPD,» 2014. [En línea]. Available: http://www.cliatec.com/uploads/Soluciones_climatizacion_CPD_cliAtec_pdf_01.pdf.
- 17] DuocUC, «Estándares y Etiquetado,» 2016. [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/Moshg/estandares-y-etiquetado-cableado-estructurado>.
- 18] Firmesa, «Firmesa - Equipos,» 2016. [En línea]. Available: <http://firmesa.com/>.
- 19] Cofitel, «Data Center: El Estándar TIA 942,» 14 Febrero 2014. [En línea]. Available: <http://www.c3comunicaciones.es/data-center-el-estandar-tia-942/>.
- 20] AcecoTI, «Filiales y representantes en America,» 2016. [En línea]. Available: http://www.acecoti.com.br/aceco_espanhol/index.asp.

Sobre los Autores.



Gabriela A. JUMA PINANGO. Nació en Ibarra, el 02 de octubre de 1991. Realizó sus estudios primarios en la Escuela “Pedro Moncayo” Los estudios secundarios los realizó en en Colegio “Nacional Ibarra” 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.



Fabián G. Cuzme Ingeniero en Sistemas Informáticos, Universidad Técnica de Manabí – Ecuador en 2009. Actualmente es docente en la carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación en la Universidad Técnica del Norte, Ibarra – Ecuador, obtuvo la Maestría en Redes de Comunicación en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito – Ecuador en 2015.

DESIGN OF A DATA CENTER TYPE TIER I TO MUNICIPAL GAD FROM OTAVALO UNDER THE ANSI/TIA-942 STANDARD ANSI/TIA-942

Authors: Gabriela Alexandra JUMA PINANGO, Ing Fabián Geovanny CUZME RODRÍGUEZ, MSc.

Faculty of Engineering of Applied Science, Technical University of North 17th Avenue from July 5 to 21, and José María Córdova, Ibarra, Imbabura

gajumap@utn.edu.ec , fgcuzme@utn.edu.ec

Abstract. *The present article is to provide a guide to design of physical infrastructure of a TIER I Data Center for Municipal GAD from Otavalo, based mainly on guidelines established by ANSI / TIA-942 and other Norms relating to Data Center, with the objective of guaranteeing availability, scalability, operability and integrity of GADMO.*

This is of CPD covers four Subsystems: Architecture, Electrical, Mechanical and Telecommunications, in each ofse subsystems will recommend the components necessary for its implementation according to the ANSI / TIA-942 Guide Standard and its complements.

Keywords

Data Center, TIER, ANSI/TIA-942, ANSI/TIA-569, ANSI/ TIA-606A, ANSI/TIA-607, MDA, HDA, TMGB, TGB, Subsystem, Architecture, Electrical, Mechanical, Telecommunications.

1. Introduction

A data center is considered a space of storage and data processing where all physical and logical resources of Networking will be housed, whose function is to work under the same convergence, also has the fundamental objective to provide services in a flexible, dynamic and uninterrupted way, Following a line of requirements based on Standards and standards to make this a safe space in growth and operability. [1]

This area of CPD must have the respective physical and logical security towards all equipment that forms the infrastructure of Data Center, since the human errors are the main cause of interruptions within a CPD, being thus responsible in 60% of incidents. Whether for distractions, communication errors, labeling errors and procedural faults[2]

The GADMO is located in Otavalo canton, at present has a space destined to concentrate the active teams called the

communications room, which is housed in the upper floor (3rd floor) of GADMO, this space destined to maintain equipment at this time is not appropriate, since no Standard or Standard is respected with respect to telecommunications, architectural, electrical and mechanical subsystem, making this infrastructure an unsafe area, which is why it has been carried out The present study of design of a Data Center type TIER I to Autonomous Government Decentralized Municipal of Otavalo based on requirements established by ANSI / TIA-942.

2. Theoretical Framework

All Data Centers regardless ofir size and under recommendations of different Standards and Standards have a general purpose, which is based on exchanging, protecting, storing and processing information so that the user or company is satisfied with said inquisition, the purpose Ofse CPDs located in different parts of world is the exchange of flow of information in a safe way. [3]

2.1.Elements that make up a Data Center

The following describes the main elements that make up the infrastructure of a physical Data Center:

- Physical adaptations.
- Electric system.
- Air conditioning system.
- Detection, alarm and fire suppression system.
- Lighting systems.
- Access control system.
- Wiring system.
- Cabinets or Racks.

2.2. Objectives of a Data Center

All Data Centers must meet four fundamental objectives [2].

- Scalability: Support growth of equipment without giving rise to possible interruptions.
- Flexibility: Able to support existing and emerging services over a 10-year period. Reliability: High availability, quality services and without interruptions.
- Standardized: Comply with Norms and Regulations to have a quality CPD.

2.3. TIA 942 Standard Study

The ANSI / TIA / EIA-942 standard was approved in 2005 and updated in 2008 by ANSI-TIA (Instituto Nacional De Estándares Americanos).

2.3.1. Purpose

Provide adequate and sequential planning to construction of a reliable CPD, where a series of requirements and recommendations that ANSI / TIA-942 must be taken into account in order to reduce costs, expand spaces in the future, be Flexible to possible changes and above all to create a quality infrastructure.

The ANSI/TIA-942 Standard is the optimal one to carry out this project, since it presents greater flexibility before the other Norms, in addition, this Norma is the most used worldwide standard to design of Data Centers. Independent researches have shown that 78% of companies have used the TIA 942 standard as a guide to design of Data Centers, since they present better characteristics like [6]:

- The ANSI / TIA-942 standard is an open standard and available to any company or institution.
- This guide provides a clear and detailed guide for designers and great transparency toir level of availability.
- In addition, ANSI / TIA 942 is a standard developed and maintained by non-profit technical entities.
- No additional costs required for certification.
- In addition, this standard is complemented by a number of similar standards from other entities such as ANSI, TIA, IEEE and NFPA with the aim of improving availability, reliability and security in final infrastructures of Data Processing Centers (CDPs).

2.3.2. Redundancy Levels according to ANSI / TIA-942

There is currently four categories: TIER I, TIER II, TIER III, TIER IV as shown in Table 2, taking into account that more TIER presents greater availability but at the same time implies higher construction costs [5].

Tier	Availability %	Down time por año
TIER I (Basic)	99,67 %	28,82 h
TIER II (Redundant components)	99,75 %	22 h

TIER III (Maintenance and simultaneous operation)	99,98 %	1,6 h
TIER IV (Tolerante a fallas)	99,99 %	0,4 h

Tabla 9:Tier Levels
Source: [5]

In addition, the ANSI / TIA-942 guideline divides a Data Center into four subsystems: Architectural, Electrical, Mechanical, Telecommunications; Formulated and organized to have a correlated work and dependent functionalities.

3. Data Center Design

In this item, the proposal to design of a Tier I Data Center to GADMO will be developed under the recommendations of ANSI / TIA-942 Standard, which will take into account each of subsystems that form the infrastructure of this area as: Architectural, Electrical, Mechanical and Telecommunications.

3.1. Architecture Subsystem

Here we take into account the main aspects involved in having a quality infrastructure such as: selection of physical space, geographical location, access to the area, walls, roof, floor, ramp, drainage, finishing, lighting, equipment, emergency signage.

3.1.1. Selection of Physical Space

The guideline used for this design ANSI / TIA-942 does not specify the area that should occupy this space of CPD, but in order to comply with standards, the requirements of EIA / TIA 668B is taken into account, which establishes that the area To construction of a Data Center must be greater than $14m^2$, so it is proved that this parameter is being fulfilled because the total area of this space designated to the construction of Data Center is $42.64m^2$, As can be seen in Figure 1.

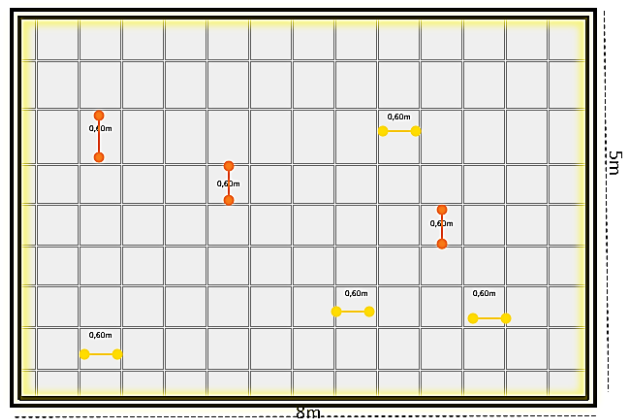


Figura 24:Available Area for Data Center Construction
Source: Author

3.1.2. Geographic location

According to [5] se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Avoiding natural hazards such as water leaks and floods, vibrations, tremors optimum is to conduct a study to their surroundings.

- Avoid adjacencies with sources of electromagnetic interference.
- Be located in a central point to the existing workstations of Entity.
- Consider scalability ie avoid being adjacent to elevators, columns, walls that prevent a possible expansion of this area in the future.
- Easily accessible for both staff and equipment (ideally on the ground floor), greater provision for transporting equipment.
- This place must be free of asbestos, paint containing combustible materials.
- This area should not have windows because this space could enter solar rays or particles of wind to the equipment, which would cause heat in these telecommunication devices.
- Possess evacuation routes in the event of an emergency occurring.
- Prior to the lifting of data center infrastructure, it is recommended to make a structural study of building that will serve as the basis of this CPD, in order to guarantee that the area is able to withstand any type of nature anomaly such as vibrations or floods and That these imperfections can be cause of sudden movements or damages of wiring and equipment, as long as the construction of this area in a high plant is required.

3.1.3. Structure

To construction of this CPD the ANSI / TIA-942 standard recommends the use of a metallic structure as it is much lighter than concrete because it will be built on the second floor.

- The height of walls or walls according to the recommendations of ANSI / TIA-942 Standard is:
- 0.45m from the True Floor to the Technical Floor.
- 2.6 m From the Technical Floor to any obstruction such as sprinklers, lighting fixtures, or cameras.
- 0.46m free from the True Roof down to install fire prevention system sprinklers
- 0.10 m thickness of solid reinforced concrete slab, thus having a total height of 3.61m from the true floor to the true roof as can be seen in Figure 2.



Figura 25: Data Center Infrastructure
Source: Author

3.1.4. Windows

ANSI / TIA-942 in its section 5.3.2 mentions that windows must not be inside the infrastructure of a CPD since this area must be completely closed.

3.1.5. True roof

To building of true roof, a solid, solid, hermetic material, F60 specification with a thickness of 0.10m of reinforced concrete should be considered [7].

3.1.6. False or High Floor

The metal structure that serves as the base to false floor must be formed by pedestals and crossbars must be metallic, it must also be modular, removable and anti-static. Underneath the false floor is the installation of gutters for electrical wiring, data and cold air pipes as shown in Figure 3, so that this area is required to be free of obstruction for at least about 0.45m for due Seat of metal structure of false floor [8].

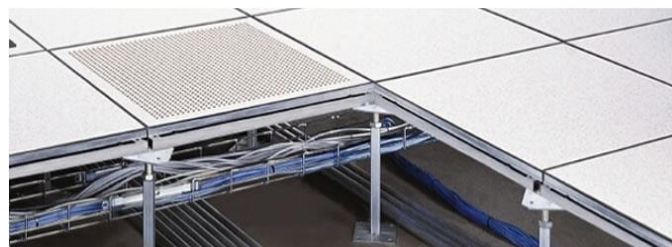


Figura 26: False Floor Structure
Source: <https://goo.gl/HC20d8>

To cover the entire area covering 40m ^ 2 false floor in Table 2 shows some suitable materials to implementation of this floor.

Nº	Elements	Apt Materials
99	PLATES ,60X 0,60)	- With soul of atrianado cement, encapsulated in sheet of galvanized steel - With concrete core and electro welded metal housing - 100% metallic (individual landing to the High Frequency Mesh)
8	Perforated Panels	- Steel and aluminum - Chrome-plated steel (to prevent the release of zinc particles, which cause short circuits in electronic equipment) - Metallic (guarantees individual landing to the High Frequency Mesh.)

Tabla 10: False floor materials
Source: Author

3.1.7. Recomendations:

To proper assembly of plates, the following items mentioned below must be taken into account:

- The metal trays for electrical and data cabling must already be installed, in the same way the luminaires, grids, sprinklers and fire system.
- The metal structure used as the base of technical floor must be individually assembled using pedestals and necessarily metallic studs, this base must have a slope of 0 ° strictly.
- When finishing the installation of Technical Floor, it is recommended to cover this area with antistatic and epoxy paint, the first one with the objective of avoiding the corrosion of materials due to the change of temperature and the second to guarantee greater resistance to the change of temperature, steam Water and helps to improve the cleanliness of place.
- Based on requirements established by ANSI / TIA-942, the installation of at least one perforated panel must be carried out for each rack or cabinet to be installed. For this design, the location of 8 perforated plates must be taken into account. Be perforated at a minimum of 50% of total area.
- The perforated plates that form the False Floor structure should only be placed in positions where cold air is actually required, ie at the front of each rack as shown in Figure 4 of yellow.

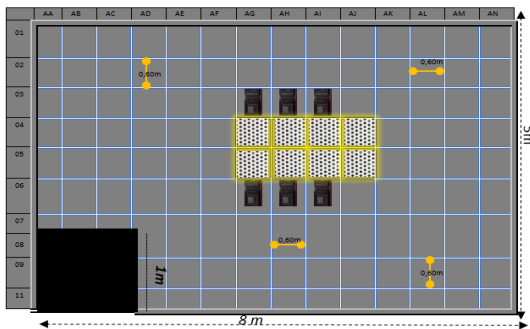


Figura 27: Location of Perforated Panels
Source: Author

3.1.8. Sewer system

When a false floor is mandatory, consideration should be given to installing a Drain, ANSI / TIA-942 in Annex G.6.1.6 mentions that "drain pipe must be placed inside the Data Center and must Be protected with a leakproof protective jacket".

In addition, it is recommended that this drain has a céspol at the end of tube, thus forming a protective seal which prevents insects from entering through this hole.

3.1.9. Entrance ramp

Due to having a false or technical floor in the area of CPD, it is necessary to install an access ramp as can be seen in Figure 5 of yellow color, in order to facilitate the entry and exit of heavy equipment , The inclination angle of this ramp must be less than or equal to 15 ° to the horizontal plane.

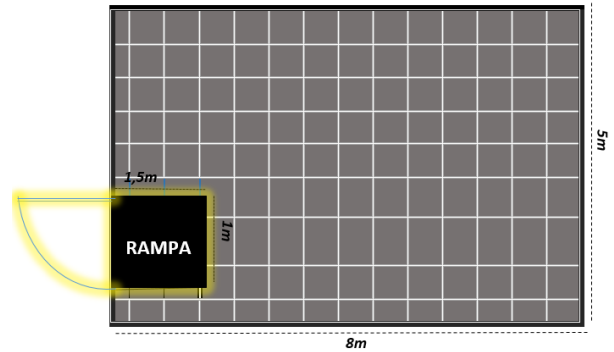


Figura 28: Location of Access Ramp
Source: Author

3.1.10. Access door

Doors for a Data Center according to ANSI / TIA-942 must comply with the following requirements:

- Minimum 1m wide and 2,13m high.
- Doors made of anti-glazed or metal fire resistant material in a minimum of 90 minutes. Fold out or slide to one side.
- It is advisable to have a biometric system in order to allow access only to authorized personnel.
- The biometric control of this access door must have a direct connection to the electromagnetic lock via UTP cable, which causes the door to open automatically when the correct key is entered.

3.1.11. Main Lighting

It is recommended to install led lamps as it presents better characteristics than traditional fluorescent luminaires such as; Higher energy saving, longer life, lower economic cost, withstands temperature changes, instantaneous on and lower energy consumption which means greater annual

3.1.11.1. Dimensioning the number of luminaires

To know the exact number of luminaires required to area of CPD, use was made of equation 4 where the luminous flux was calculated using the lumens method [9].

$$\Phi T = \frac{E \cdot S}{n \cdot fm}$$

Proceeding to the replacement of values belonging to the previous equation, where E represents 500 lux in the horizontal plane this value was taken from ANSI / TIA-942, S represents the surface to be covered in the horizontal plane in this case are 40 m ^ 2, n symbolizes the same utilization factor calculated in Figure 6 whose value is equal to 0.32 and fm the maintenance factor 0.8 since it is expected to have a clean place.

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)												
		Factor de reflexión del techo												
		0.8			0.7			0.5			0.3			0
		Factor de reflexión de las paredes												
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0	
	0.6	.27	.24	.21	.27	.23	.21	.27	.23	.21	.23	.21	.20	
	0.8	.33	.29	.26	.32	.29	.26	.32	.28	.26	.28	.26	.25	
	1.0	.36	.32	.30	.36	.33	.30	.36	.32	.30	.32	.30	.29	
	1.25	.40	.36	.34	.39	.36	.34	.38	.36	.34	.36	.34	.33	
	1.5	.42	.39	.37	.42	.39	.37	.41	.38	.36	.38	.36	.35	
	2.0	.45	.42	.40	.44	.42	.40	.44	.42	.40	.41	.40	.39	
	2.5	.47	.44	.43	.46	.44	.42	.45	.44	.42	.43	.42	.41	
	3.0	.48	.46	.44	.47	.46	.44	.47	.45	.44	.44	.43	.42	
	4.0	.50	.48	.46	.49	.48	.46	.48	.47	.46	.46	.45	.44	
	5.0	.50	.49	.48	.50	.49	.48	.49	.48	.47	.47	.46	.45	
$D_{max} = 0.8 H_m$														
$f_m .65 .70 .75$														

Figura 29: Utilization Factor
Source: [9]

$$Flujo Luminoso = \frac{500lux \cdot 40m^2}{0.32 \cdot 0.8} = 78125 \text{ lm}$$

3.1.11.2. Calculation of number of luminaires.

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L};$$

$$\text{Replaced ; } NL = \frac{78125 \text{ lm}}{3 \cdot 4950 \text{ lm}} = 5,26 \cong 5 \text{ luminarias}$$

Proceeding to the replacement of values belonging to the equation, where Φ_T represents the value of previously calculated luminous flux whose value is 78125 lumens; And "n" represents the number of lamps that make up each luminaire to be installed which are 3 lamps per luminaire; And finally Φ_L represents the luminous flux of each lamp in this case has taken lamps of 4950 lumens. [9]

In conclusion, according to the above analysis, it can be concluded that in this area of Data Center, 5 environmentally friendly led luminaires are needed, each one consisting of 3 lamps of 4950 lux, these lamps must be of laminated material and if in the Specification sheet allows luminaires to cover with antistatic paint, it should be taken into account that the number of luminaires varies depending on the characteristics with which it counts.

3.1.12. Emergency light

Installing 300 lux LED luminaires as established by the ANSI / TIA-942 Standard which have the function of working against a normal power failure, electrical failure, or some unexpected inconvenience, these luminaires must have backup batteries of at least 3 work hours.

3.1.13. Location

It can be attached to the wall or hung on the ceiling according to the needs of user, in this design it is recommended to place a luminaire on the frame of exit door in order to evacuate the area safely, the other 2 lights in the Center of longer walls with the objective of having a luminosity focused

towards the corridors where the active equipment is placed, As can be seen in Figure 7.

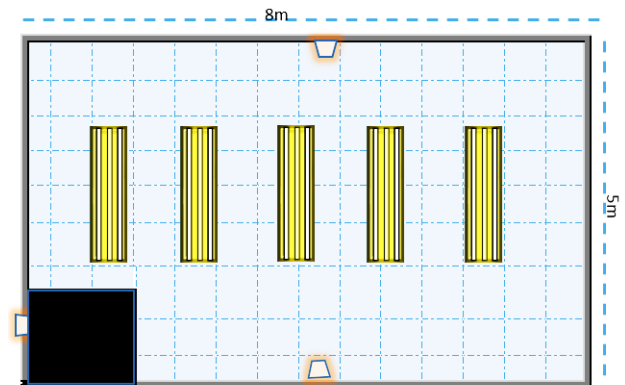


Figura 30: Distribution of Normal and Emergency Luminaires
Source: Author

3.1.14. Interior and exterior finishes

To interior and exterior finishes, special paint or appropriate anticorrosive, anti-static, flame-retardant chemical compounds that are fire retardants must be used in an estimated period of one hour, above all to be immune to the temperature change, avoiding deformations in the walls. And be light-colored and smooth finishes with the aim to avoid the accumulation of dust and improve the reflection of light within the area.

- Natural color epoxy paint on internal and external walls
- Fireproof paint on false floor, internal walls and ceiling
- Electrostatic painting ideal product for metallic components.

3.1.15. Equipment.

Considerations to be taken regarding equipment:

- The hosting of equipment must be considered only Networking.
- No wooden furniture or cartons should be allowed in which the equipment is packed as these materials are considered combustible sources and can help propagate a fire easily

3.2. Electrical subsystem

In the electrical subsystem it is taken into account the active devices which require electrical connection in conjunction with a good level of cooling to its respective operation and therefore must realize an estimate of Total power consumed and required. [10]

3.2.1. Power Requirements- Electricity

To respective dimensioning of Electrical Subsystem, the sum of different types of loads must be taken into account, thus estimating the power required to new CPD in order for this area to work in good conditions during the 365 days of year, As can be seen in Table 3.

Description	Active Equipment	Power [W]
C1	Critical loads	3.690 W

C2	Critical Charge not included	$\frac{\text{Total calculado en W} * 0,67}{100} = W$	235 W
C3	Future loads with 5 year expectation	$(C1 + C2) * 0,8 = W$	3.140 W
ccC4 C4	Crest Power Consumption due to the variation of critical loads	$(C1 + C2 + C3)X1,05 = W$	7.418 W
C5	UPS inefficiency and battery charging	$(C1 + C2 + C3)X0,32 = KW$	2.260 W
C6	Lighting load required	$(\text{Espacio Ocupado m}^2)X 21,15 = W$	840 = W
C7	Total power to meet electrical requirements	$(C4 + C5 + C6) = KW$	10.519 W
C8	Crest Power Consumption due to the variation of critical loads	$(C1 + C2 + C3)X1,05 = W$	7.418 W
c C9C9	Total power	$(C7) + (C8) = KW$	17.882 W
C10	Requirements to comply with the NEC (UPS)	$(C9) * 1,25 = W$	22.353 W
C11	Three-phase AC voltage supplied at the service entrance	220V	220 V
	Electrical company required electric service in amps	$\frac{(C10)}{(C11*1,73)} = W$	59A
C12	Estimating the size of backup generator	$C7*1,3 = W$	13. 674 W
C13	Cooling loads requiring generator backup	$C8*1,5 = W$	11.045 W
C14	Sizing of generator	$C12+C13=W$	13.733 W
C9	Total power	$(C7) + (C8) = KW$	17.882 W
C10	Requirements to comply with the NEC (UPS)	$(C9) * 1,25 = W$	22.353 W
C11	Three-phase AC voltage supplied at the service entrance	220V	220 V

Tabla 11: CPD Power Calculation
Source: [9]

3.2.2. Electrical boards

Electrical panels are considered cabinets in which the connection, control, maneuvering, protection, signaling and

distribution devices are concentrated, all these devices allow an electrical installation to work properly.

3.2.3. Automatic Transfer Switch Board (TTA)

This board switches from electrical source to failure of normal power supply or absence of power supply; Whose obligation is to activate the backup generator through an ATS in order to automatically power the Data Center.

3.2.3.1. Connection Diagram

Figure 8 shows an electrical diagram of how the main board of company should be connected to the distribution board of Data Center where there is redundancy since if there is a power outage Normal the breaker jumps and connects to the Board Of Automatic Transfer which is connected directly to the generator, in this way the Data Center continues working without any problem.

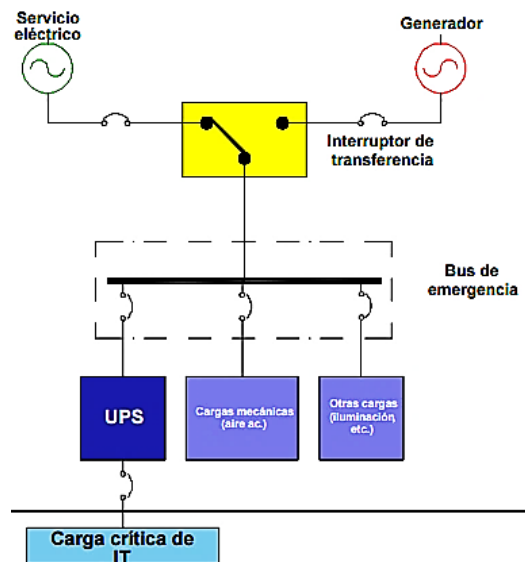


Figura 31: Electrical connection diagram of Data Center
Source: [10]

3.2.4. Derived Circuits.

From this Main Board of Data Center will have the distribution of different derived circuits, which will be connected to the differential switch, then defines the number of circuits required in the Data center as shown in Table 4.

Equipment	Circuit	Detail
Derivative		
Rack UPS	2	Circuit for each rack
Lighting system	2	Main Lighting Emergency Lighting
Air conditioning system	2	Air Conditioning Connection

Access control	1	Biometric Access
Fire Control System	2	Control panel
		Smoke and Humidity Sensors
CCTV	2	Security Camera POE Connection
Emergency Signs	1	Signage Connection for Evacuation
Growth and Maintenance	3	Possible use for maintenance tools

Tabla 12: Distribution of Derived Circuit
Source: Author

3.2.5. Bypass Board

The ANSI / TIA-942 Standard, a Bypass Board must be installed for each UPS to be implemented as shown in Figure 71. Flexible copper conductors with a thermoplastic insulation material resistant to temperature change and fires.

3.2.6. Electrical Conductors for Boards

The electrical conductors used for each branch circuit must be copper-enamelled aluminum, throughout their length they must be properly insulated with a PVC or rubber tight seal, thus avoiding interference with other cables, resistant to moisture and fire retardants. Whose distribution should be done by means of trays installed under the False Floor and the diameter of conductors should not be less than # 12 AWG and not exceed a distance of 50m [11]

3.2.7. UPS Uninterruptible Power System

The UPS must be connected to the Bypass board, whose function is to distribute power to the Data Center in order to keep this area active before a normal power outage. This device is composed of internal batteries which has the function of protecting the equipment from variations of voltage and also supplying power in a short period of time until the generating plant comes into operation in the event of a loss of normal electrical service, Which is very important to know the capacity of UPS itself that must meet cooling and electrical requirements, for this will take into account the data previously calculated in equation 17 whose value is equal to 22.353 W so it is concluded that The UPS must be higher than 23KW, which will be installed inside the CPD since it is a UPS less than 100kw as established by ANSI / TIA-942 in section 5.3.4.2. As can be seen in Figure 9.

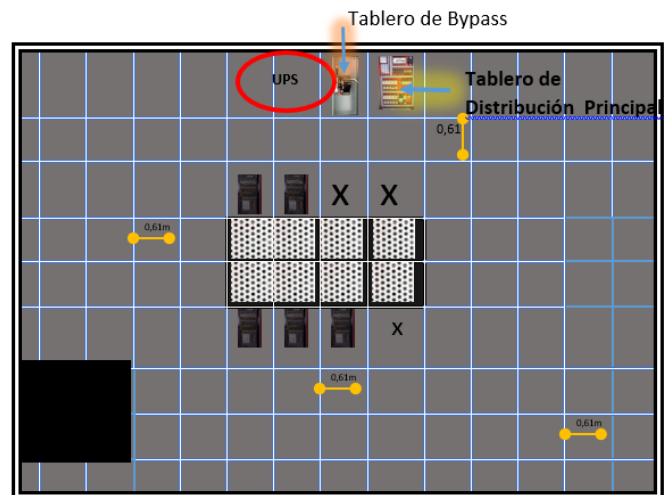


Figura 32: Tablero Bypass y Ubicación de UPS
Source: Author

3.2.8. Power Outlets

Each of existing receptacles within the Data Center must operate at a frequency of 60 Hz, which will be embedded in the wall at a distance of 0.25 m to 0.50 m in height in the horizontal plane and in the vertical plane to one Distance from 1.6m to 1.8m apart, As can be seen in Table 5.

Type of outlet	Derived Circuit	N° Circuitos	Output Voltage	Output Current
Single phase double (2 wires - 120V)	Rack socket	2	120	20
Single phase double (2 wires - 120V)	Access control	1	120	20
Single phase double (2 wires - 120V)	Fire Control System	1	120	20
Single phase double (2 wires - 120V)	Signs for Emergency Exit	1	120	20
Single phase double (2 wires - 120V)	CCTV	1	120	20
Single phase double (2 wires - 120V)	Air conditioner	1	220 V	30 A
Single phase double (2 wires - 120V)	Illumination	2	120	20
Single phase double (2 wires - 120V)	Maintenance	1	220 V	30 A

Tabla 13: Distribution of Current Drawings
Source: [12]

The location of current outlets can be seen in Figure 10.

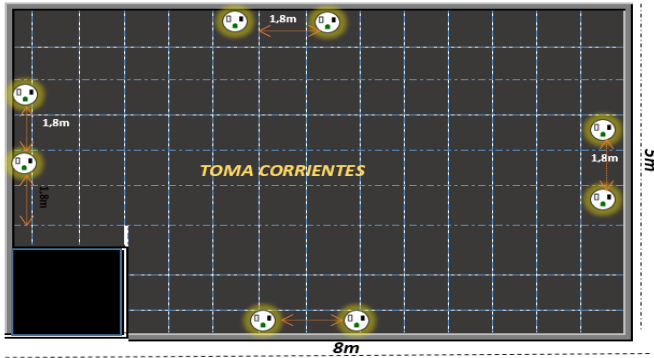


Figura 33: Location of Current Drawings within the CPD Area
Source: Author

3.2.9. Backup generator

In order to keep the Data Center operational, it is recommended to have an electric backup generator as mentioned in section 5.3.6.2. Of Standard Guide [5]. For this, it is necessary to take into account the calculations previously made in the equation whose value is equal to 13.73 W, therefore, the generating plant must be greater than this value.

3.2.10. Trays

This design considers the installation of separate trays as ordered by the ANSI / TIA-942 standard, one for data cables and another for electrical wiring, thus avoiding interference between these conductors as can be seen in Figure 11.

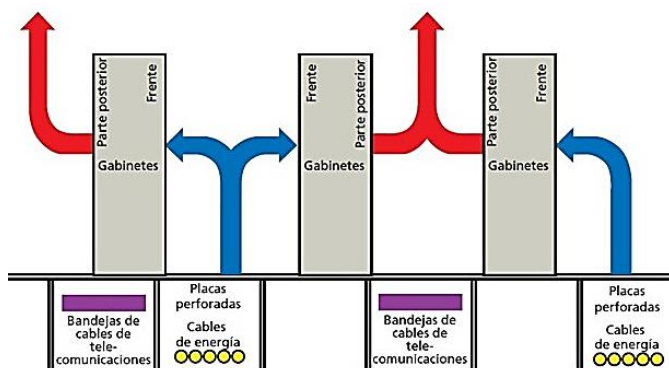


Figura 34: Distribution of trays for Telecommunication wiring and for Electrical wiring
Source: <https://goo.gl/QdUzR8>

3.2.11. Wiring Trays

With respect to electrical wiring trays, the following recommendations[10]:

- Mention that metallic trays of hot-dip galvanized steel should be considered, which will be placed under the Technical Floor called cold corridors at a height of 0.35 cm from the level of metallic structure of Technical floor.
- This channeling must not exceed a maximum capacity of 50% of filling and a height of more than 15 cm[5].
- From the electromagnetic point of view it is recommended to install closed trays than a perforated tray, as this ensures electromagnetic protection on the wiring that supports each of data and electric trays [7].

- Another recommendation is that these trays must support 100kg in all its extension without presenting any deformation
- Grounding of each ofse trays is compulsory.
- The components that are used as supports to respective trays and their fasteners as; T-type connections, angular, vertical; Screws, clamps and / or jaws must be metallic, resistant to corrosion and take care not to exceed 50m in length.
- It is recommended that the cables installed in conduits be fastened with lashing at the beginning and at the end since the loose connections to possible vibrations can be cause of some incident within the CPD.

The design where these metal trays are routed is shown in Figure 12.

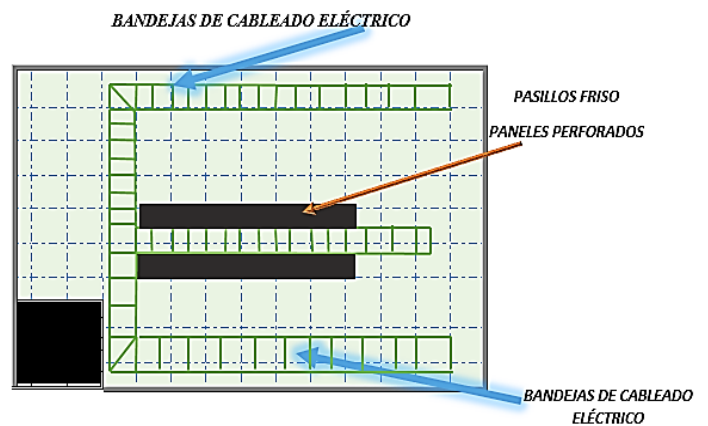


Figura 35: Distribution of Electric Trays
Source: Author

3.2.12. High frequency mesh

Based on recommendations established by ANSI / TIA / EIA 607, it is implanted that this high frequency mesh must be installed as close as possible to the actual floor as shown in Figure 13, taking care that it does not have any type of rose with some Metallic structure that forms the Technical Floor.

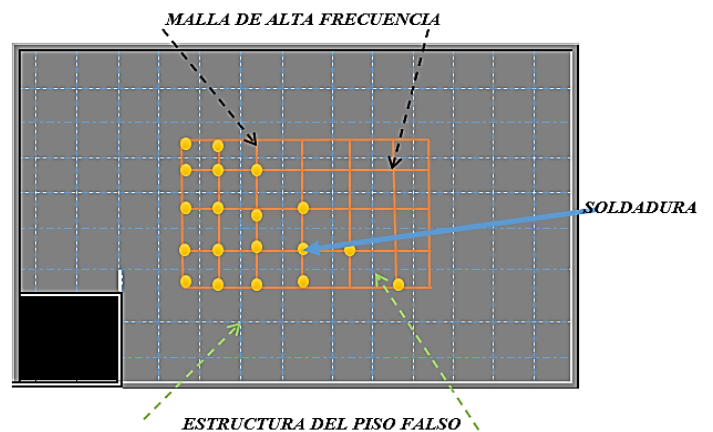


Figura 36: Location of high frequency mesh.
Source: Author

3.2.13. Technical characteristics.

Here are some technical characteristics that must comply with this high-frequency mesh:

- The high-frequency network must be constructed using bare copper sheets of 6 AWG mesh size under the technical floor
- At the time of installation of this mesh must be careful that there is no rose between the pedestals which form the structure of Technical Floor.
- Each point of mesh must be joined by exothermic welding (molecular bonding of two or more metallic conductors by a chemical reaction).
- This High Frequency grid will be connected to the TGB of this floor as shown in Figure 14, then it will connect to the TBB of this floor with a bare copper wire not less than 8AWG following the respective path until reaching the TMGB

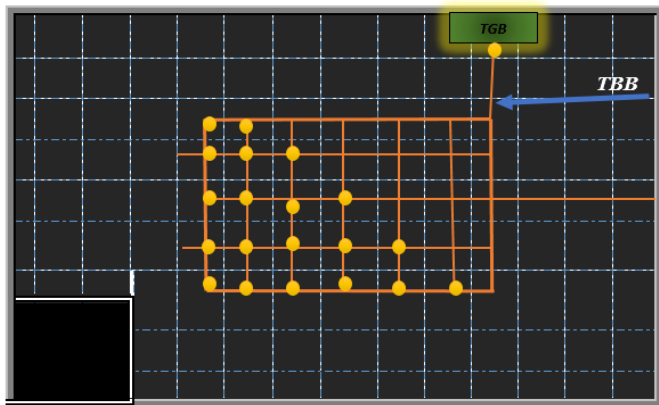


Figura 37: Binding of TGB to the telecommunications mesh.
Source: Author

3.2.14. Cabinets

The cabinets must be properly connected to the high-frequency mesh by means of a 6AWG copper cable coupled with an exothermic welding (molecular bonding of two or more metallic conductors) thus protecting the equipment housed in each of racks, As can be seen in Figure 15.



Figura 38: Connecting the Racks to the Ground Wire
Source: [13]

3.2.15. Grounding System

ANSI / TIA / EIA-607 mentions that the earthing system is intended to provide to landing of all of parasitic currents in the electrical system.

- 1 AWG or larger connection lead to the telecommunication grounding bar (TGB).
- One driver per UPS.
- 6 AWG or larger conductor for HVAC equipment.
- 4 AWG or larger bonding conductor to each column in the computer room.
- 6 AWG or larger connecting conductor to each cable ladder, cable tray.
- 6 AWG or larger connection lead to each computer or telecommunications cabinet, rack.

3.3. Mechanical Subsystem

In this subsystem emphasis will be placed on the security of Data Center, such as Air Conditioning System, cameras, evacuation routes and fire control system.

3.3.1. Air conditioning system

The air conditioning system must inject cold air through the front of equipment maintaining a temperature range of 15 ° to 25 ° C. This air circulates below the false floor to the perforated panels, which allow cold air to flow to the front of cabinets.

3.3.2. Sizing of air conditioning system

In order to know the necessary dimensioning of BTU'S that must have this system of air conditioning was realized the calculation of some loads as detailed below, As can be seen in Table 6.

Ítem	Calculation of produced thermal energy	Subtotal ofrml energy produced [W]
Equipment TIC (V1)	10.519	10.519
UPS with battery (V2)	(0,04x220) + (0,06x20607)	215
Power distribution (V3)	(0,02x220) + (0,02x20607)	640
Lighting (V4)	21,53 x 40 m ²	861
People (V5)	2 x 100	200
TOTAL		12.433W

Tabla 14: Total Thermal Energy Produced by CPD
Source: [14]

Take into account that the cooling system must be precision and not comfort already has better features such as: has a sensitivity factor of 90 to 95%, operating hours 21 h / day, also has air filters with a 60 To 90% efficiency, adequate distribution of cooling and temperature accuracy.

3.3.3. Recomendations

The air conditioning system at the time of installation must comply with the following recommendations:

- Maintain proper temperature ranges in both summer and winter range from 20 ° to 25 ° C, maintain this range when all equipment is working.
- Do not place obstacles in front of or above the air conditioning equipment, as this equipment consumes more power to cool the CPD.
- At the time of installation, perform the respective functional tests and measure the temperature every 3 meters[5].
- At the time of installation must be aligned with the location of cold aisles as shown in Figure 16.

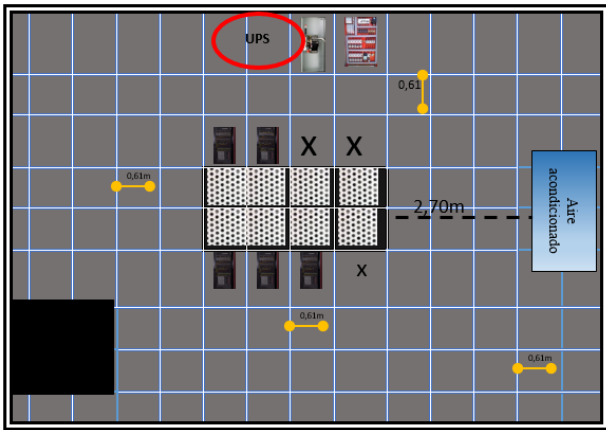


Figura 39: Location of Air Conditioner
Source: Author

3.3.4. Closed Circuit Television (CCTV)

The ANSI / TIA-942 standard does not recommend the use of IP CCTV cameras, but in this case if it is considered necessary since this will be protected this area of CPD, for which it is recommended to install ip cameras and not analog cameras Which has better features such as: higher image quality, remote accessibility, intelligent because it has motion sensors, network adaptation.

3.3.5. Internal camera

A dome-type camera will be installed which should be focused on the cold, hot, entry and exit corridors of CPD in order to maintain a complete view of area as shown in Figure 84, and these cameras must have a minimum resolution Of 640 x 480 pixels and a sensitivity of 0.1 to 1 Lux because they are color cameras[15]. It is proposed to install a lens autoirris to allow t[he] clarity of image and not create shadows caused by the change of light.

3.3.6. External camera

The location of cameras should be strictly close to the entrance door in order to observe that people enter or leave the area as shown in Figure 17.

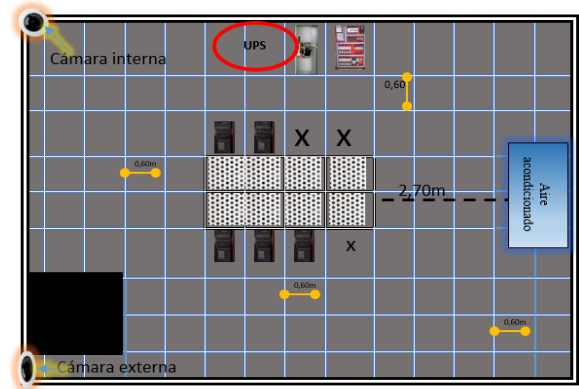


Figura 40: Internal and external camera location
Source: Author

3.3.7. Fire Prevention and Extinction System

In order to ensure the safety of personnel and the integrity of equipment housed in this area, ANSI / TIA-942 recommends in Annex G.6.1.12 the use of a clean agent fire suppression system that Must be provided by means of sprinklers which must be located in an appropriate and equitable manner within the area of the CPD with the aim of combating fire in a fast and timely manner, this system must be modular and removable to allow future expansions in case of be necessary.

ANSI / TIA-942 recommends that in the event of a fire, water should not be used as this liquid may be more dangerous for Networking equipment than the same fire which is being propagated within the CPD, Ecaro 25 as it has better features than the FM200 and INERGEN as; Environment friendly, rapid extinction, little space to accommodate the tank, immediate discharge time, and leaves no residue or resins in the area.

Next, we will detail the elements that make up the Fire Extinguishing System, As can to seen in Table 7.










	ECARO-25 Clean Agent
	Discharge nozzle
	Clean Agent Piping
	Smoke sensor
	Fire Control Panel
	Station Control Manual
	Strobe lights
	Portable fire extinguisher
	Smoke Sensor Connection

Tabla 15: Components of Fire Extinguishing System
Source: Author

3.3.8. Functioning

This clean agent ECARO-25 has a pulse valve which contains a fast-acting rupture disk to an alarm caused by the sensors to release the substance, so that it employs an actuator sending an electrical signal which can be controlled by Manual or automatic form thus obtaining the immediate discharge of clean agent, additionally it is recommended to have a portable fire extinguisher

In Figure 18 y 19, where you can see the location of each of elements that make up the Fire Extinguishing system you can see each of components of this System.

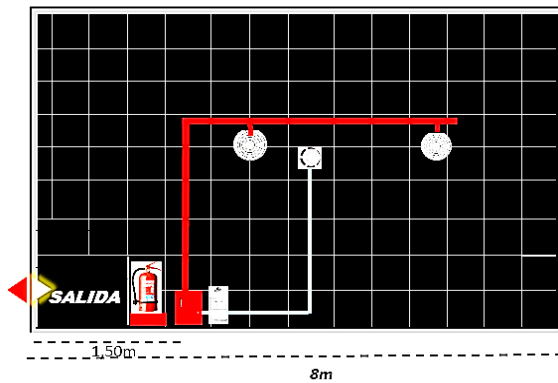


Figura 41: Diagram of fire extinguishing system in equipment area
Source: Author

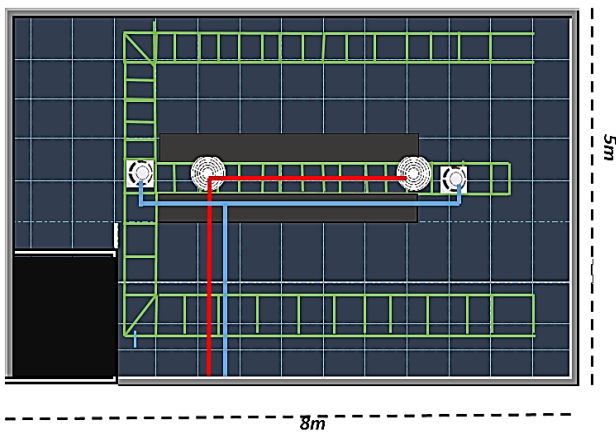


Figura 42: Fire Extinguishing System Diagram
Source: Author

3.3.9. Evacuation exit sign

An emergency exit or evacuation route must be counted, which must be properly marked with bright, fluorescent signs so that people inside the area leave the area safely as shown in Figure 20.

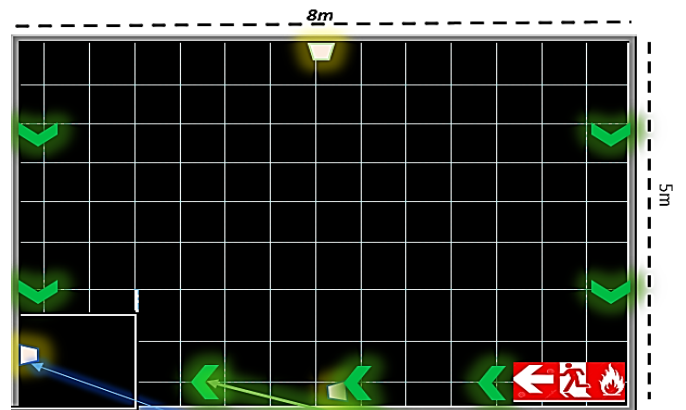


Figura 43: Signaling of Evacuation Routes
Source: Author

3.4. Telecommunications Infrastructure.

This telecommunications infrastructure must guarantee a minimum durability of 10 years, which must be convergent with each other and have the capacity to support existing and emerging services within the period specified above, thus guaranteeing 100% functionality.

To respective location of racks that form the infrastructure of CPD, a space identification scheme must be followed to correct location of racks, in the coordinates of x marked by 2 letters and on the axis of and marked by two Numerical digits as shown in Figure 21.

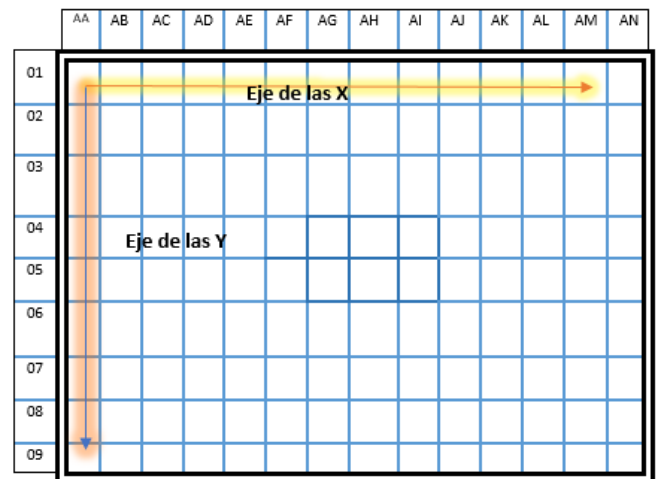


Figura 44: Space Identification Scheme
Source: [5]

3.4.1. CPD Functional Areas

Within the functional areas we have the entrance room (ER), the main distribution area (MDA).

3.4.2. Entry room (ER)

This room allows the intersection between the vertical cabling of CPD with the external cabling, which is in charge of CNT company, in addition this space is suitable for housing exclusively Networking equipment, horizontal cabling

terminations, cable terminations and croos- Connects the Autonomous Government Decentralized Municipal of Otavalo[16].

3.4.3. Main Distribution Area (MDA)

The MDA is responsible for providing service to one or more HDA, this MDA must be located in the central place of Data Center, in this rack should be located the core switches with the Municipal Government Decentralized Municipal Otavalo and the CNT company, at the same time these Switches must be linked to the Firewall thus reinforcing the protection to the internal network of GADMO

3.4.4. Horizontal Range (HDA)

In this space, the telecommunication equipment linked to each floor or (department), which acts as a switch or as a point of horizontal interconnection and distribution to the different areas where the network devices called Nodes are located, can be located One or more computers depending on the needs of company, a computer can house up to 2000 UTP cables, As can to seen in Figure 22.

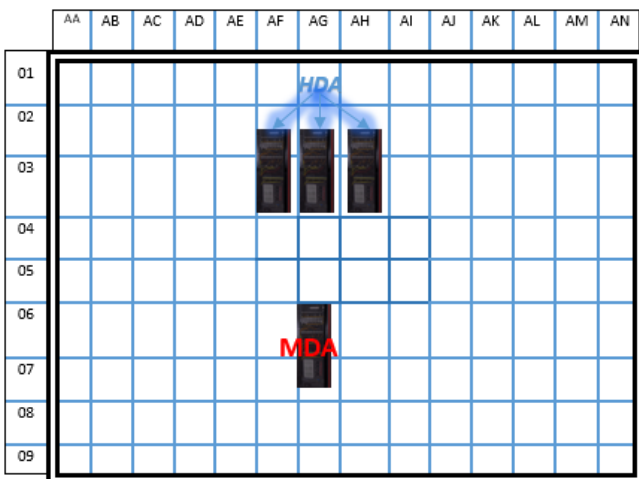


Figura 45: Ubicación de equipos MDA y HDA
Source: Author

3.4.5. Racks

These cabinets or racks must have sufficient depth to accommodate the equipment planned, in addition it should be taken into account that the front of racks should be organized data cabling and in the back of racks should be strictly organized wiring Electrical[5].

3.4.5.1. Specifications to meet

These specifications should be taken into account to new racks that are expected to be installed in the future.

- No Standard recommends the size of racks, so it is proposed to use a 19 "rack with properly marked front and back rails of 42 U, and it must have two independent side panels. Each " U "is equivalent to 1.75 inches And one inch is 2.54 cm, to know the total height of cabinet it is necessary to add the "U" plus about 10-15 cm corresponding to the base and the

roof, in case you have wheels or support base consider Another 10 cm more. Thus, a 42U cabinet has a mounting height of 186 cm plus the 10cm considered from the base, thus occupying approximately 2m in height.

- It is recommended to use double-leaf doors because this type of door occupies half the space of a single leaf.
- It is recommended that both the front and rear doors have locks on the handle so as to obtain greater security, in addition this sheet must be perforated 50% of its total area.

3.4.5.2. Location

The location ofse racks should be methodically distributed (alternate pattern), ie the front of a rack with the front of another rack, as established by ANSI / TIA-942 in section 5.11.2 with The purpose of forming cold and hot aisles as shown in Figure 23, the purpose of which is to cold air to flow down the false floor to the front of racks.

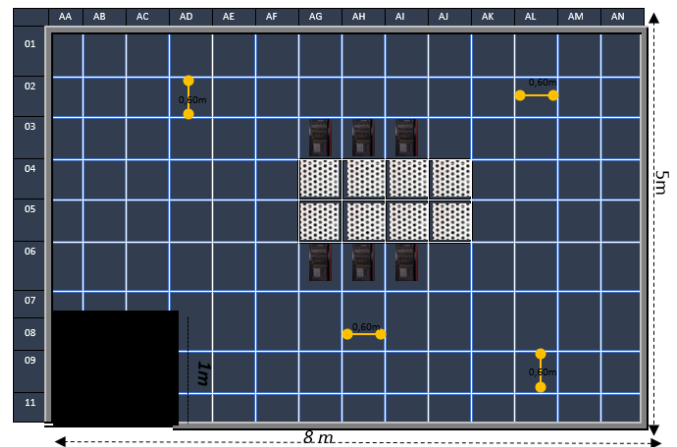


Figura 46: Ubicación de los racks
Ubicación de los racks

3.4.6. Labeled

To respective labeling, emphasis will be placed on recommendations established by ANSI / TIA / EIA 606 which is suitable to administration of telecommunications infrastructure, which states that a unique identifier must be added for each hardware termination as shown by the Figure 98. In addition, each structured cabling should be labeled, these tags must comply with certain requirements such as readability, protection against deterioration, good adhesion.

3.4.7. Labeling Nomenclature

To labeling of structured cabling, the following scheme must be followed, As can to seen in Table 8.

03	-	303	-	01A	-	18D
1		2		3		4

Tabla 16: Estructura del Etiquetado para el Cableado
Source: [17]

Where each number represents:

1st floor

2: Room

3: Rack (A, B, C rack identifier)

4: Data, Videos, Telephony

3.4.8. Correct form of labeling

In order to have quality labeling, the following recommendations must be followed:

Both ends of cable must be properly labeled at a distance of 30 cm at the beginning and at the end of cable see Figure 99. At the end of labeling, carry out a continuity test in order to observe if the cable is correct in the work area, such as the one that reaches the equipment room [18].

3.5. Conclusions

- At the end of present project, which was based on the design of a TIER I Data Center to Autonomous Municipal Decentralized Government of Otavalo, the main objective was achieved in which each of ANSI / TIA- 942, thus determining the basic parameters for evaluating the current status chapter and to realization of Data Center design chapter IV.
- When analyzing the Current Situation chapter, we learned about the shortcomings to which the current infrastructure of equipment room is exposed, which needs improvement alternatives, which is why we have done the present study of design of Data Center type TIER I To Autonomous Government Decentralized Municipal of Otavalo based on requirements established by ANSI / TIA-942
- With the present design of TIER I Data Center to GADMO, it is guaranteed to have an appropriate infrastructure with the objective of providing services on a continuous basis to the personnel working in the company and the Otavaleña citizenship.
- In Chapter IV, the cost-benefit analysis was executed in which it was concluded that the future implementation of TIER I Data Center to Autonomous Municipal Decentralized Government of Otavalo is viable, since this cost benefit ratio was obtained as a result of a larger number To 1 which means that profits will be higher than implementation costs.

3.6. Bibliographic reference.

1] V. Galván, DATACENTER, Argentina: SM de Tucumán: Ediciones Indigo, 2013, p. 15.

2] G. Pacio, Data Centers Hoy, Buenos Aires: Alfaomega, 2014.

3] T. Stalin, «Data Center y Virtualización - Infraestructura,» 21 Junio 2013. [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/StalinTuza/data-center-y-virtualizacin-infraestructura>.

4] Área DATA, «Servicios de Construcción y Certificación,» [En línea]. Available: <http://www.areadata.com.ar/Servicios.html>.

5] Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers, Arlington: Standards and Technology Department, 2005.

6] O. Garrido, «Diseño de la Infraestructura Física del Data,» 2015. [En línea]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4330/2/04%20RED%20047%20ART%C3%8DCULO%20T%C3%89CNICO.pdf>.

7] STULZ, «DATA CENTER,» 2008. [En línea]. Available: <https://goo.gl/O48I9d>.

8] G. & Oriol, «Calculo de Instalacion de Alumbrado,» 2016. [En línea]. Available: <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/calculos.html>.

9] V. Avelar, «Cálculo del requisito total de potencia para los Centros de Datos,» 2010. [En línea]. Available: http://www.apc.com/salestools/VAVR-5TDTEF/VAVR-5TDTEF_R0_LS.pdf.

10] FARADAYOS, «Diseño de circuitos derivados: clasificación, características y cálculos.,» 2015. [En línea]. Available: <http://faradayos.blogspot.com/2014/02/tipos-circuitos-derivados-calculos-clasificacion.html>.

11] Faradayos, «Dominguez Roni,» 2015. [En línea]. Available: <http://faradayos.blogspot.com/2014/02/tipos-circuitos-derivados-calculos-clasificacion.html>.

12] PANDUIT , «Panduit, Soluciones y Productos,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.panduit.com/es/home>.

13] N. Rasmussen, «Cálculo de los requisitos Totales de refrigeracion para un centro de datos,» 2016. [En línea]. Available: http://www.apc.com/salestools/NRAN-5TE6HE/NRAN-5TE6HE_R1_ES.pdf.

14] Junghanss, «Diseño de un sistema de CCTV,» 2016. [En línea]. Available: http://www.rnds.com.ar/articulos/038/rnds_144w.pdf.

15] Siemon, «Manual de Capacitación del Sistema de Cableado Siemon,» 2016. [En línea]. Available:

http://www.siemon.com/ally/recertification/pdf/spanish/04-Horizontal_Dist_Rev_M.pdf.

16] CLiatec, «Soluciones de climatización CPD,» 2014. [En línea]. Available: http://www.cliatec.com/uploads/Soluciones_climatizacion_CPD_cliAtec_pdf_01.pdf.

17] DuocUC, «Estándares y Etiquetado,» 2016. [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/Moshg/estandares-y-etiquetado-cableado-estructurado>.

18] Firmesa, «Firmesa - Equipos,» 2016. [En línea]. Available: <http://firmesa.com/>.

19] Cofitel, «Data Center: El Estándar TIA 942,» 14 Febrero 2014. [En línea]. Available: <http://www.c3comunicaciones.es/data-center-el-estandar-tia-942/>.

20] AcecoTI, «Filiales y representantes en America,» 2016. [En línea]. Available: http://www.acecoti.com.br/aceco_espanhol/index.asp.

About the Authors



Fabián G. Cuzme Rodríguez, Engineer in Computer Systems, Technical University of Manabí - Ecuador in 2009. He is currently teaching in the Engineering of Electronics and Communication Networks at the Technical University of North, Ibarra - Ecuador, obtained the Master in Communication Networks at the Pontifical University Catholic of Ecuador, Quito - Ecuador in 2015

About the Authors.



Gabriela A. JUMA PINANGO. She was born in Ibarra, on October 2 1991. She completed her primary studies at "Pedro Moncayo" School Secondary studies at "Nacional Ibarra College" which ended in 2009, obtaining a Bachelor's Degree in Mathematical Physical Specialization.

Currently, she is conducting its process engineering degree in Electronics and Communication Networks, Tecnica del Norte University - Ecuador.