

**CRITERIOS DE DISEÑO DE UN CENTRO DE COMPUTO
CON ENFASIS EN LOS SISTEMAS DE POTENCIA**

CARLOS MARIO ÁLVAREZ OBANDO
YEDISON ANDRÉS AYALA
VÍCTOR ALEJANDRO CALLE PÉREZ

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2014

**CRITERIOS DE DISEÑO DE UN CENTRO DE COMPUTO
CON ENFASIS EN LOS SISTEMAS DE POTENCIA**

(CRITERIOS DE DISEÑO Y CONSULTORÍA DE LOS SISTEMAS DE POTENCIA
EN EL CENTRO DE COMPUTO DE LA IUPB)

TRABAJO DE PROYECTO DE GRADO

CARLOS MARIO ÁLVAREZ OBANDO
YEDISON ANDRÉS AYALA
VÍCTOR ALEJANDRO CALLE PÉREZ

ASESOR METODOLÓGICO Y TÉCNICO
RODRIGO RUEDA
INGENIERO ELECTROMECHANICO

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2014

CONTENIDO

INTRODUCCION	8
DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO	9
METODOLOGÍA	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	11
JUSTIFICACIÓN	11
OBJETIVOS	11
REFERENTES TEÓRICOS	12
RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	87
RECURSOS HUMANOS Y PRESUPUESTO	88
BIBLIOGRAFÍAS	91

ÍNDICE

1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1.	Descripción del problema -----	11
1.2.	Justificación -----	11
1.3.	OBJETIVOS	
1.3.1.	General -----	11
1.3.2.	Específicos-----	11
2.	REFERENTES TEÓRICOS	
2.1.	Historia-----	12
2.2.	Guía o estándares para el montaje de un centro de cómputo -----	14
2.3.	¿Que es centro de procesamiento de datos?-----	15
2.4.	REQUISITOS SALA CENTRO DE DATOS	
2.4.1.	Generalidades -----	17
2.4.2.	Equipos a considerar-----	18
2.4.3.	Consideraciones al proyecto de Obra civil-----	19
2.4.4.	Consideraciones al proyecto eléctrico -----	19
2.4.5.	Consideraciones al proyecto de aire acondicionado -----	19
2.4.6.	Consideraciones para el piso elevado -----	19
2.4.7.	Consideraciones para el Cielo falso o falso plafóond -----	20
2.4.8.	Instalaciones ajenas al Centro de Cómputo-----	21
2.4.9.	Análisis de riesgos -----	21
2.5.	SISTEMA DE MONITOREO	
2.5.1.	Capacitación -----	22
2.5.2.	Detección de líquidos -----	22
2.5.3.	Temperatura y Humedad -----	22
2.5.4.	Calidad de la Energía Eléctrica-----	22
2.5.5.	Uso eficiente de la energía -----	22
2.6.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	
2.6.1.	Diseño de las instalaciones eléctricas -----	23
2.6.2.	Definición instalación eléctrica para TI -----	23

2.6.3.	Topologías de confiabilidad, niveles TIER-----	24
2.6.4.	Sistema de puesta a tierra (SPT)-----	30
2.6.5.	Conductores en la puesta a tierra -----	31
2.6.6.	Interconexión entre diferentes sistemas de puesta a tierra -----	32
2.6.7	Malla de Referencia de Seguridad -----	32
2.6.8	Malla de Referencia de Alta Frecuencia -----	33
2.6.9	Protección contra descargas atmosféricas -----	33
2.6.10.	Registros o pozos de visita -----	34
2.6.11.	Acometidas y Alimentadores Eléctricos-----	34
2.6.12.	Problemas de inducción-----	34
2.6.13.	Identificación y terminación-----	34
2.6.14.	Cables de energía sin canalizaciones -----	35
2.6.15.	Acometidas externas-----	35
2.6.16.	Distribución de alimentadores principales -----	35
2.6.17.	Circuitos Derivados-----	35
2.6.18.	Protecciones -----	36
2.6.19.	Canalizaciones -----	37
2.6.20.	Tableros Eléctricos -----	39
2.6.21.	Sistemas de medición -----	39
2.6.22.	Planta Generadora de Energía de Respaldo -----	40
2.7.	AIRE ACONDICIONADO	
2.7.1	Generalidades -----	42
2.8.	CONSIDERACIONES GENERALES	
2.8.1.	Convergencia de sub-áreas-----	42
2.8.2.	Necesidad de Aire Acondicionado -----	43
2.8.3.	Principios de la climatización -----	43
2.8.4.	Puntos calientes -----	47
2.8.5.	Determinación de la energía térmica producida de un sistema Completo -----	48
2.8.6	Detección de líquidos-----	49
2.9.	AHORRO DE ENERGÍA	
2.9.1.	Equipos de Aire de precisión -----	49
2.9.2.	Densidad de carga térmica -----	49
2.9.3.	Tuberías de agua -----	50
2.10.	VENTILACIÓN	
2.10.1.	Condiciones de ventilación-----	50
2.10.2.	Presión positiva -----	52
2.10.3.	Limpeza del aire dentro del Data Center -----	53

2.11. TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA	
2.11.1 Rangos de temperatura y humedad-----	55
2.11.2. Necesidad de ajuste antes de la puesta en operación de los equipos -----	56
2.11.3. Transición de equipos en redundancia -----	56
2.11.4. Pruebas finales -----	57
2.12. MANTENIMIENTO	
2.12.1. Bitácoras de mantenimiento-----	57
2.12.2. Serpentes-----	57
2.13. REJILLAS DIFUSORAS Y DE RETORNO	
2.13.1. Material de fabricación -----	57
2.13.2. Módulos de piso perforados-----	57
2.13.3. Distribución del aire -----	61
2.14. PISO ELEVADO O FALSO	
2.14.1. Generalidades-----	66
2.14.2. Cargas admisibles-----	67
2.14.3. Descripción y características -----	68
2.15. ACCESOS A LOS RECINTOS CON PISO FALSO	
2.15.1. Ventosas -----	69
2.16. INSTALACIÓN-----	69
2.17. ESPECIFICACIONES CIVILES	
2.17.1. Piso elevado o falso-----	70
2.17.2. Características técnica -----	70
2.17.3. Performance -----	70
2.18. PAREDES DIVISORAS DE LAS SUITES -----	71
2.19. PAREDES EXTERIORES DE MAMPOSTERÍA EN ÁREAS DE CENTRO DE DATOS (ÁREA COMÚN Y ÁREA DE SUITES)-----	74
2.20. LOSAS DE CONCRETO DE TECHO -----	77
2.21. LOSAS DE PISO -----	78
2.22. ESTRUCTURA DE ACERO EN AREAS DE CENTRO DE DATOS---	80
2.23. ILUMINACIÓN	

2.23.1. Sistemas de Iluminación -----81
2.23.2. Cálculos para iluminación interior -----82
2.23.3. Método del coeficiente de utilización de la instalación (CU) -----83
2.23.4. Método de cavidades zonales -----85

INTRODUCCION

Con el avance tecnológico en los últimos 60 años la mayoría de los seres humanos dependemos de la tecnología informática, esto es poder sentarnos al frente de un equipo de cómputo y poder acceder una cantidad de información casi instantáneamente obteniendo un mejor desarrollo a nivel intelectual y tecnológico. Los centros de cómputo son una realidad para cualquier empresa del mundo. Una buena instalación eléctrica debe permitir que sus servicios se mantengan disponibles de manera continua, pues una breve interrupción puede acarrear pérdidas económicas incalculables. El cálculo y el diseño empleados para el suministro eléctrico están obligados a garantizar eficacia, consistencia y, por supuesto, un consumo energético adecuado.

Es importante tener el conocimiento y los criterios necesarios para poder realizar el diseño de un centro de cómputo, lo que hace que sea indispensable contar la información adecuada para realizar un diagnóstico de los sistemas de Potencia, mallas de tierra, apantallamiento y respaldo, para que en la construcción se cumpla con todas las normas nacionales e internacionales. Entre los principales aspectos por considerar para conseguir un data center eficiente, rentable y eficaz, se encuentran el tipo de data center por construir; los equipos de informática por instalar; el cálculo de refrigeración necesaria; el cálculo de potencia requerida; el diseño de espacios requeridos; la ubicación del sitio, y los sistemas de control y seguridad. Cada uno de los anteriores aspectos se encuentra relacionado entre sí, es decir, el tipo de data center que se construya y el espacio requerido dependerán de los equipos de informática instalados; a su vez, la carga de refrigeración responderá a la cantidad de equipos instalados y a las condiciones de temperatura del sitio donde se localice el centro de datos. Luego, los sistemas de control y seguridad, como acceso de personal, barreras informáticas o disponibilidad, estarán relacionados con las características con que se diseñe el centro de datos, mientras que el sistema de potencia dependerá de la totalidad de sistemas informáticos, de climatización y de seguridad que se decida instalar en el lugar.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

- Como preámbulo al proyecto, nuestro grupo de trabajo se dedicará a la recolección de la información técnica que se tenga de los sistemas que componen un centro de datos y otras documentaciones que nos ilustren sobre el diseño y los alcances contemplados por los constructores para el montaje. Además hacer acopio de la información existente sobre adecuaciones posteriores a la ejecución inicial del centro de cómputo.
- Una vez recolectada la información de los sistemas que componen un centro de datos, se procederá a crear un orden lógico sobre los temas con los estándares nacionales e internacionales. La organización de los temas nos llevará a tener un paso a paso sobre qué se debe tener en cuenta para el diseño de un centro de datos. De igual manera se hará mención sobre los subsistemas que componen dicho centro con sus estándares correspondientes.
- Con toda la información recolectada y analizada, se realizará un informe final para que pueda ser tenido como guía en el diseño o para efectuar mejoras y adecuaciones futuras en centros de datos. Lo anterior parte de un estudio que se efectuó por un grupo de estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo, donde se evaluó el funcionamiento de los sistemas que componen el centro de datos de la institución (Sistema de potencia, aire acondicionado, iluminación, refrigeración), para que el centro de cómputo pueda llegar a certificarse bajo normas de más alta jerarquía.
- Por último el grupo de trabajo realizará un manual de criterios de diseño para los centros de datos, que puedan llegar a ser utilizados como material didáctico y consulta para futuros proyectos a construir en sitios adecuados como en la Institución Universitaria Pascual Bravo.

METODOLOGÍA

TIPO DE PROYECTO:

El tipo de proyecto será Teórico, con este se pretende generar un documento que puedan llegar a ser utilizados como material didáctico y consulta para futuros proyectos a construir en sitios adecuados como en la Institución Universitaria Pascual Bravo.

CLASE DE MÉTODO: El método a utilizar será el deductivo e inductivo.

Método deductivo: A modo general con una visita al centro de cómputo de la Institución Universitaria Pascual Bravo realizada por un grupo de estudiantes de Ingeniería Eléctrica se planteó una hipótesis aplicando un método deductivo basado en las experiencias de cada uno de los integrantes del grupo, esta consiste en plantear un problema en los sistemas que componen un centro de cómputo como el de dicha institución. Partiendo de esta hipótesis se plantea un proyecto que mediante método inductivo nos sustente el método planteado inicialmente

Método inductivo: Partiendo de la visita realizada por un grupo de estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo al centro de cómputo, este método se aplicará en las etapas de medición de los sistemas cuando se vaya a efectuar un diseño nuevo o una reforma a un centro existente como el de esta institución y cada resultado deberá verificarse y compararse con la normatividad existente tanto nacional como internacional.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En un diagnóstico, estudio y análisis realizado en el centro de cómputo de la Institución Universitaria Pascual Bravo por un grupo de estudiantes de Ingeniería Eléctrica, se observaron falencias en los sistemas que componen dicho centro, tales como: el sistema de potencia, refrigeración, pisos y cielos falsos, distribución del espacio, área de ubicación e iluminación.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El proyecto busca tener la información y los conceptos necesarios para el diseño y construcción de un centro de cómputo, el cual cumpla con los requerimientos establecidos y las normas nacionales e internacionales, tales como:

TIA, ANSI, EIA, BICSI, IEEE, NFPA, ICREA, RETIE, entre otras.

El manual de criterios de diseño de salas de procesamiento de datos, ayudará a que futuras generaciones de estudiantes de la institución tengan una guía práctica para su estudio y trabajo, el cual servirá como base para futuras mejoras o adecuaciones en un centro de cómputo como el de la Institución universitaria Pascual Bravo.

1.3. OBJETIVOS

2.3.1. **General:** Realizar un manual de criterios de diseño y construcción de centros de cómputo que pueda cumplir con toda la normatividad nacional e internacional, el cual servirá como documento de consulta académica.

1.3.2. **Específicos:** Organizar la ubicación y distribución de un centro de cómputo. Y son

- Plasmar la información necesaria para dar una prioridad a la continuidad y disponibilidad a los sistemas de los centros de cómputo.
- Dar los parámetros necesarios para que la infraestructura de la Institución Universitaria Pascual Bravo vaya adquiriendo unos niveles crecientes a la confiabilidad y seguridad del sistema de potencia, refrigeración, iluminación y la tecnología informática (TI).

2.

REFERENTES TEÓRICOS

2.1. HISTORIA:

Las computadoras como la ENIAC, la Harvard Mark I o la Manchester Small-Scale Experimental Machine (también conocida como Manchester Baby) de los años 40 en adelante ocupan un lugar de gran importancia en la historia de la computación.

Desde estos primeros años, la gestión de las salas técnicas en las que se construían, operaban y se programaban estos primeros computadores, supuso también un gran reto tecnológico para estos ingenieros que comenzaban a enfrentarse a problemas operacionales debidos al calor disipado por estos computadores y la necesidad de garantizar el suministro eléctrico para hacerlos funcionar (retos a los que hoy en día nos seguimos enfrentando).

Para que nos hagamos una idea de cómo eran estos centros de datos de los años 40 y 50, la computadora Manchester Small-Scale Experimental Machine (1948) medía 5,16 metros de largo y 2,33 metros de alto, pesaba alrededor de una tonelada y consumía 3.500 vatios. El ENIAC (1946), que se concibió para realizar cálculos de tiro, ocupaba una superficie de 167 metros cuadrados, pesaba alrededor de 27 toneladas, consumía 160 kilovatios y era capaz de elevar la temperatura de la sala en la que se encontraba hasta alcanzar unos insoportables 50 grados. La Harvard Mark I (1944), una de las primeras computadoras que aún se conservan, era un "mastodonte de hierro" que realizaba entre 3 y 5 cálculos por segundo y requería un espacio de 15,5 metros de largo, 2,40 metros de alto y 60 centímetros de ancho. Esta computadora, construida por IBM y un equipo de investigadores de la Universidad de Harvard, pesaba 5 toneladas y encerraba en su chasis 800 kilómetros de cable, 3 millones de conexiones, 760.000 ruedas y relés y alrededor de 1.400 interruptores rotatorios de diez posiciones que servían para visualizar los valores numéricos de los cálculos.

Si los datos que hemos visto de estos primeros centros de datos nos hacen una idea de cómo eran estas primera computadoras y cómo, a lo largo del tiempo, ha evolucionado la tecnología tanto en capacidad de proceso como en consolidación de las infraestructuras, estos primeros años aún nos dejan algunos datos y anécdotas curiosas que vale la pena conocer para

ver con perspectiva el gran salto cuantitativo que hemos dado hasta llegar al cloud computing y la flexibilidad de los centros de datos actuales.

En estos últimos 60 años tanto computadores como centros de datos han avanzado mucho y nada tienen que ver con estas computadoras históricas y estos primeros años de gestión de infraestructuras TIC; sin embargo, vale pena conocer esta historia para mirar al data center con una perspectiva distinta.

FIGURA 1



Imagen: Universidad Politécnica de Madrid

<http://blogthinkbig.com/servidores-historicos-primeros-centros-de-datos/>

Centro de datos actual



FIGURA 2

<http://www.beraters.com/img/datacenter.jpg>

2.2. GUIA O ESTANDARES PARA EL MONTAJE DE UN CENTRO DE CÓMPUTO:

Existen una gran variedad de organizaciones que emiten periódicamente Nuevos estándares para la edificación de centros de cómputos. Las principales Organizaciones como el **ANSI, TIA, EIA, BICSI, IEEE y el NFPA** entre otras, Mejoran a diario sus estándares entre los que citamos:

- Estándar ANSI/TIA/EIA-568A de alambrado de telecomunicaciones para Edificios comerciales.
- Estándar ANSI/TIA/EIA-569 de rutas y espacios de telecomunicaciones Para edificios comerciales.
- Estándar ANSI/TIA/EIA-606 de administración para la infraestructura de Telecomunicaciones de edificios comerciales.
- Estándar ANSI/TIA/EIA-607 de requerimientos de puesta a tierra y Punteado de telecomunicaciones de edificios comerciales.
- Building Industry Consulting Service International, manual de métodos de distribución de telecomunicaciones.
- ISO/IEC 11801 cableado genérico.
- Código Eléctrico Nacional 1992 (CODEC). Establece normas para la Manipulación de conductores y equipos eléctricos.
- RETIE. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, Abril 2007.
- Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050, Abril 1986
- NFPA 70 National Electrical Code (NEC), 2005.
- ANSI/TIA942, Telecommunications infrastructure for Data Center Standard.
- Manual de Métodos de Distribución de telecomunicaciones (TDMM) de Bicsi. Capítulo 8, "Equipament Room".

2.3. ¿QUE ES CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS?:

Conocido También como centro de cómputo en América latina, o centro de cálculo, en España o centro de datos por su equivalente en inglés data center.

(CPD) es una instalación locativa empleada para ubicar y albergar todos los recursos necesarios para el procesamiento de la información de una organización, tales como el sistema de almacenamiento y telecomunicaciones. La infraestructura del centro de datos incluye la interacción de TI, alimentación eléctrica y refrigeración con DCIM. (Data Center Infrastructure Management) Las tres infraestructuras tienen que ser perfectamente compatibles y estar armonizadas y optimizadas para lograr el funcionamiento perfecto de una instalación crítica.

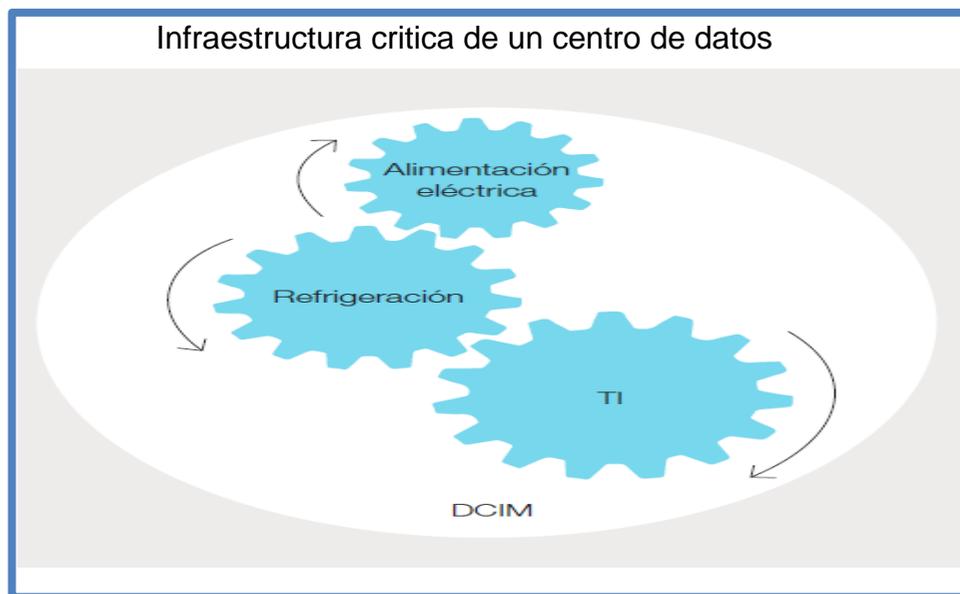


Figura 3

Revista ABB 4 – 2013

Actualmente las Tecnologías de la información (TI) son una parte neurálgica en la operación de prácticamente todas las organizaciones en función de la gran cantidad de información que se procesa en su actividad productiva. A nivel mundial el procesamiento de información en Centros de Datos es de Alto Desempeño. Los centros de datos de última generación son instalaciones industriales muy especializadas, llenas de equipos y sistemas complicados e interrelacionados con necesidades críticas. Algunos de esos centros pueden ser pequeños edificios de 200 m², pero

alcanzan el tamaño de 15 campos de fútbol (unos 140.000 m²). Unos se conforman con 500 kW de potencia, otros necesitan 100 MW. ¹

Los centros de datos consumen grandes cantidades de electricidad. Las estimaciones actuales son que hasta el dos por ciento de la energía de todo el mundo se consume en las empresas de centros de datos. Con una capacidad instalada en el mundo de unos de 5.000 GW ², esto significa que los centros de datos consumen unos 120 GW, casi el doble de la capacidad eléctrica de México y más que las de España o Italia.

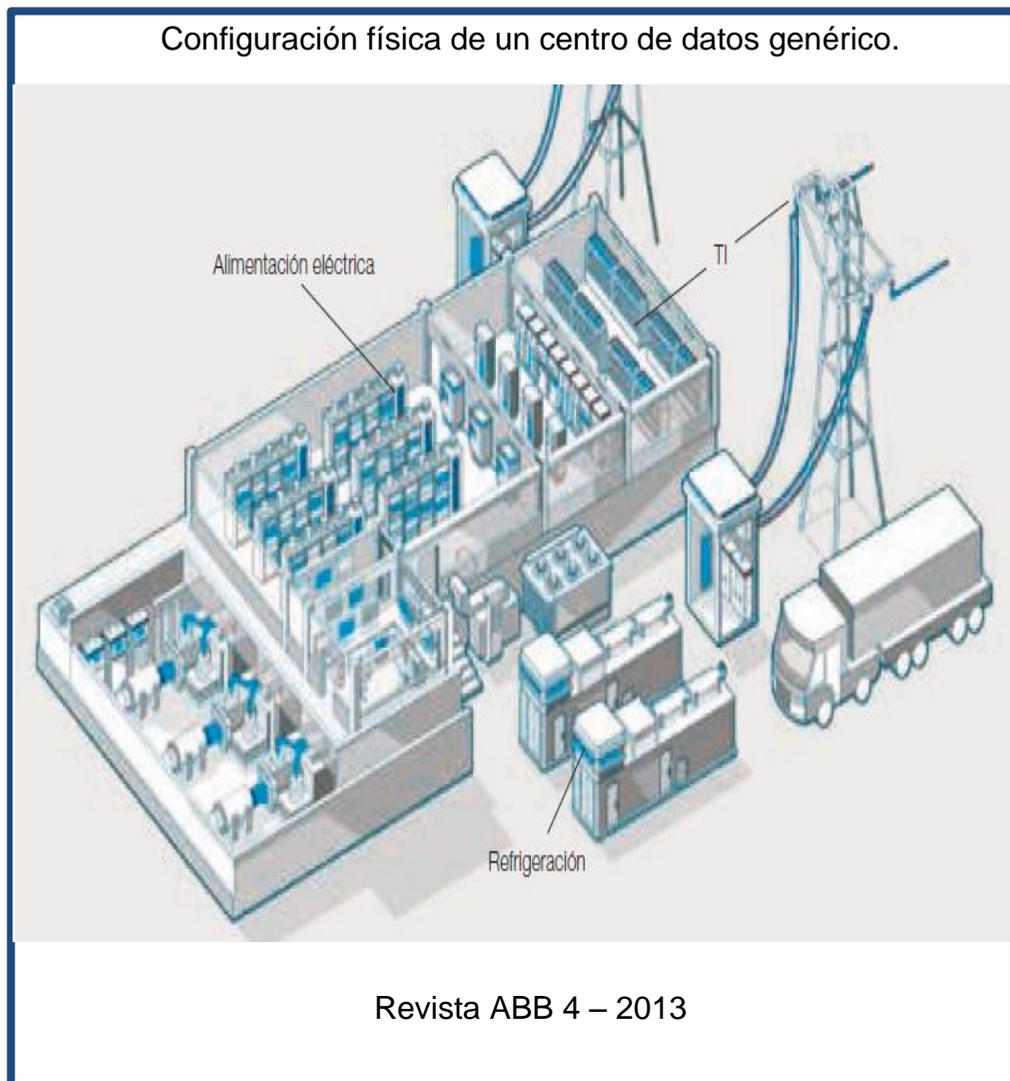


Figura 4

1. Data Center Dynamics Converged – Media Pack 2012

2. Datos tomados de 2010 EIA.gov

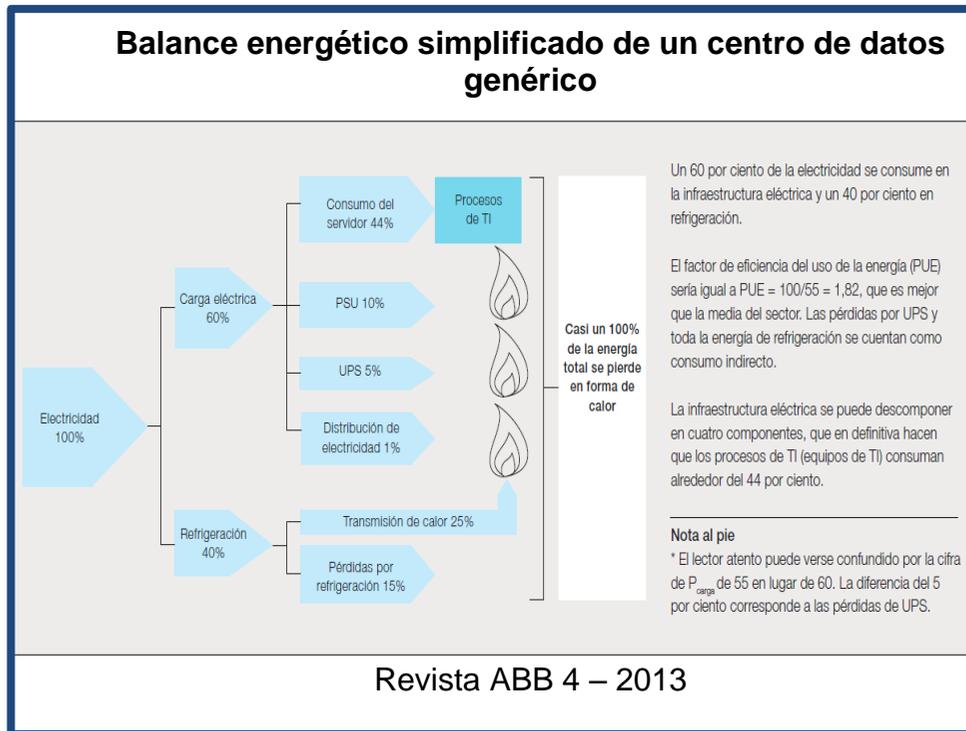


Figura 5

2.4. REQUISITOS SALA CENTRO DE DATOS³

2.4.1. Generalidades: La sala de informática es un espacio de ambiente controlado que sirve para el único propósito de alojar equipos y cables directamente relacionados con los sistemas informáticos y otros sistemas de telecomunicaciones. La sala de informática debe cumplir con la norma NFPA 75. La distribución de la planta debe ser coherente con las necesidades de los equipos y de las instalaciones de los proveedores, tales como:

- Requisitos de carga del suelo, incluyendo equipos, cables, cables de red y medios de comunicación (carga concentrada estática, la carga baja uniforme estática, carga de laminación dinámica).
- Requisitos de espacio libre de servicio (requisitos de liquidación a cada lado de los equipos necesarios para el mantenimiento adecuado de los equipos).
- Los requisitos de flujo de aire.
- Requisitos de montaje.
- Los requisitos de alimentación de DC y restricciones de longitud del circuito.
 - ✓ **Área:** De acuerdo a la norma EIA/TIA-568B el espacio mínimo para un cuarto de comunicaciones no puede ser menor a 14 metros cuadrado y se regirá por la siguiente tabla:

3. Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers

TABLA 1	
ESTACIONES DE TRABAJO	ÁREA M ²
0 a 100	14
101 a 400	37
401 a 800	74
801 a 1200	111

Pasadas las 500 estaciones de trabajo hay que considerar otro cuarto para el UPS (mayor a 100 KVA) y se necesita un cuarto con refrigeración de unos 12 metros cuadrados ya que este produce mucha inducción electromagnética al resto de equipos electrónicos. Tener en cuenta que si se trata de un edificio hay que dejar un espacio de mínimo 5 metros cuadrados para un rack de piso o pared por planta. Ejemplo si es un edificio de 5 pisos se deberá contar con un cuarto de comunicaciones y 1 racks por cada piso (total 4 racks+ Data center).

- ✓ **Altura:** La altura libre mínima del cuarto deberá ser de 2.4 metros sin obstrucciones. Se recomienda que en lo posible la altura entre el techo y el piso no deberá ser menor a 3 metros ya que por lo común en el data center se instala en piso falso y por el techo corren escalerillas.
- ✓ **Lugar:** Antes de ubicar el data Center se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:
 - Lejos de instalaciones hidrosanitarias ya que puede haber filtraciones de agua.
 - Fuera de lugares que puedan ser inundados.
 - Nunca cerca de cuarto de máquinas, generadores, transformadores, motores, rayos x, antenas, etc.
 - De preferencia el data center se ubicara en un lugar central a las estaciones de trabajo.
 - Se debe evitar lugares que limiten una posible expansión como ascensores, columnas, muros, etc.
- ✓ **Acabado:** El piso, las paredes y el techo deberán ser sellados para reducir el polvo y deberán ser de un color claro para que tenga una buena reflexión de luz.

2.4.2. Equipos a considerar: Se deben considerar como equipos de cómputo, a todos los equipos electrónicos de proceso que estén conectados en la

misma red de comunicación de datos que los equipos del Ambiente de Tecnologías de la Información. Estos equipos deberán tener una puesta a tierra común, tener la alimentación eléctrica de la misma calidad, y ser mantenidos dentro del mismo ambiente.

2.4.3 Consideraciones al proyecto de Obra civil ⁴: Para el proyecto de obra civil se deberán considerar las generalidades del entorno; ambiente natural, ambiente industrial-comercial, y entorno inmediato (como servicios vitales, colindancias y cercanías, riesgos externos y zonas de menor riesgo). Asimismo, se debe considerar el análisis y evaluación de riesgos. Los riesgos se determinarán con base a la clasificación de los fenómenos perturbadores, los cuales se clasifican por origen: geológico, hidrológico, meteorológico, físico-químico, social, organizativo y sanitario. Como referencia para este punto, tomamos el listado de riesgos y criterios directrices de las normas ISO/IEC 17799 e ISO/IEC 27001.

2.4.4 Consideraciones al proyecto eléctrico: Aplicando los criterios de dimensionamiento recomendados por ICREA, se debe elaborar una memoria de cálculo en la que se contemplen los equipos necesarios de acuerdo con la clasificación del Ambiente de Tecnologías de la Información y el criterio de energía eléctrica de calidad.

2.4.5 Consideraciones al proyecto de aire acondicionado: Se debe elaborar una memoria de cálculo en la que se contemplen los equipos necesarios de acuerdo con la clasificación del ambiente de Tecnologías de la Información. El aire acondicionado debe contemplar la necesidad de controlar la temperatura, humedad relativa y limpieza del aire.

2.4.6. Consideraciones para el piso elevado: Cuando el espacio limitado por el piso elevado y el piso real se use como cámara plena, los materiales que se utilicen deberán ser no combustibles o tratados con retardantes de fuego. El piso deberá ser de un material con propiedades antiestáticas como baldosas, metal por ningún motivo alfombras ni madera. La capacidad de carga del piso deberá ser la suficiente para aguantar más de 2.5 toneladas el metro cuadrado esto es el piso debe soportar una presión mínima de 4.8 kPa.

En general, se deben utilizar pisos sintéticos que no contribuyan a la conductividad y que no sean inflamables para evitar accidentes dentro de las salas de cómputo. Y también:

- Se debe tener en cuenta la resistencia para soportar el peso del equipo y del personal.
- Es mejor usar placas metálicas o de madera prensada para el piso falso con soportes y amarres de aluminio.
- El piso debe tener un sellado eléctrico que no favorezca el transporte de polvo y que permita una fácil limpieza.
- Nivelado topográficamente.
- Posibilidad de realizar cambios en la ubicación de unidades

- Se debe cubrir los cables de comunicación entre la unidad central de proceso, los dispositivos, las cajas de conexiones y cables de alimentación eléctrica.
- La altura recomendable será de 18 a 30 cm. si el área del centro de procesamiento de datos es de 100 metros cuadrados o menos, con objeto de que el aire acondicionado pueda fluir adecuadamente.

Entre algunas opciones a considerar a la hora de poner pisos sintéticos podemos encontrar: pisos dieléctricos, pisos de caucho, pisos de corcho, pisos de PVC, tapetes sintéticos o alfombras, pisos epóxicos, pisos cerámicos...entre otros ⁵



Figura 6

2.4.7. Consideraciones para el Cielo falso o falso plafóond: Estas deben ser varias, a saber:

- ✓ De existir cielo falso suspendido, este deberá ser del tipo “Clean Room” el cual tiene “cero” emisión de partículas, no es combustible, es acústico y no se deforma con la humedad o el diferencial de temperatura.
- ✓ El cielo falso debe ser modular, garantizando un fácil mantenimiento e inspección.
- ✓ El techo real deberá pintarse, así como las placas del techo falso y los amarres.

- ✓ La altura libre entre el piso falso y el techo falso debe estar entre 2.70 y 3.30 metros para permitir la movilidad del aire.
- ✓ Es importante que el cielo falso sea una superficie lisa y de un material que no contribuya a la proliferación de sustancias como polvo y que tenga una protección anti-ruídos.
- ✓ Además, debe funcionar también como un medio para transportar el sistema de refrigeración; además de permitir también la salida de aire caliente.



Figura 7

Imagen de
<http://es.scribd.com/doc/98815088/ESPECIFICACIONES-PARA-EL-DISENO-DE-DATA-CENTER>

2.4.8. Instalaciones ajenas al Centro de Cómputo: No podrán existir instalaciones ajenas al Centro de Cómputo en el interior de la sala de equipos. En forma explícita pero no limitativa a lo mencionado en el párrafo anterior, se indican las siguientes instalaciones que no deberán pasar por el interior del Centro de cómputo:

- ✓ Instalaciones hidráulicas y sanitarias.
- ✓ Instalaciones eléctricas.
- ✓ Sistemas contra incendio (detección y extinción).
- ✓ Instalaciones de iluminación.
- ✓ Sistemas de pararrayos.
- ✓ Sistemas de CCTV, control de acceso y seguridad.
- ✓ Sistemas de comunicación por radio o satelitales.
- ✓ Cableados de control y/o monitoreo

Excepción: todos aquellos que formen parte operativa del centro de cómputo.

2.4.9. Análisis de riesgos: Se deberá analizar el riesgo total de la instalación (diseño, equipo y personal) de manera que se enmarque la instalación en

cualquiera de los 3 niveles de riesgo: riesgo inaceptable, riesgo medio y riesgo bajo.

Se trata de un proceso para localizar, listar y caracterizar elementos de riesgo. Los elementos pueden incluir: fuentes o peligros, eventos, consecuencias y probabilidades; como impactaría su identificación sobre más de un interés de las partes involucradas.

2.5. SISTEMA DE MONITOREO

- 2.5.1. Capacitación:** Todo el personal que labora dentro del Ambiente de Tecnología de la Información, deberá conocer todos los equipos de infraestructura de soporte del Ambiente de Tecnología de la Información, de manera que pueda realizar un reporte fidedigno de fallas y causas probables de ellas.
- 2.5.2. Detección de líquidos:** Se deberá proveer de un medio de detección de líquidos dentro del plenum del piso elevado de tal forma que ante la presencia de ellos, se active una alarma visual y audible para asegurar que se tomen las medidas correctivas oportunamente.
- 2.5.3. Temperatura y Humedad:** Se deberán monitorear los valores de temperatura de bulbo seco y Temperatura de bulbo húmedo en el ambiente, Temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo bajo piso, humedad relativa en ambiente y bajo piso, Temperatura en la inyección de aire, Temperatura exterior, Variaciones de temperatura de las uniones de los barras y conexiones de los conductores en los tableros eléctricos, se deberán alarmar cuando se salgan del rango establecido.
- 2.5.4 Calidad de la Energía Eléctrica:** Se debe monitorear permanentemente la calidad de la energía manteniéndola dentro de los siguientes parámetros como mínimos aceptables:
- ✓ La distorsión total por armónicas (THD) en la onda de voltaje deberá ser menor o igual al 5%. La regulación de voltaje no deberá exceder del 3%, el desbalanceo en voltaje entre fases, no deberá exceder del 3%, el desbalanceo en corriente entre fases, no deberá exceder el 5%. No se permitirán transitorios que salgan de la curva de tolerancia ITIC (Information Technology Industry Council).
 - ✓ La frecuencia se deberá de mantener dentro de +/- 0.5 Hz del valor nominal. No se permite ruido eléctrico montado sobre la onda de voltaje.
- 2.5.5. Uso eficiente de la energía:** Se mantendrá un registro permanente del PUE (Power Usage Effectiveness) que deberá ser verificado con la frecuencia establecida según el nivel de certificación requerido.

2.6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA:

2.6.1. Diseño de las instalaciones eléctricas.⁶ (RETIE): Toda instalación eléctrica a la que le aplique el RETIE, debe contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales legalmente competentes para desarrollar esa actividad. El diseño podrá ser detallado o simplificado según el tipo de instalación.

El diseño detallado según el tipo de instalación y complejidad deberá cumplir los aspectos que le apliquen de la siguiente lista:

- a. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.
- b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.
- c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.
- d. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.
- e. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
- f. Análisis del nivel tensión requerido.
- g. Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1 (RETIE)
- h. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.
- i. Cálculo del sistema de puesta a tierra.
- j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.
- k. Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente.
- l. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.
- m. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre-corrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.
- n. Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electro ductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).
- o. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.
- p. Cálculos de regulación.
- q. Clasificación de áreas.
- r. Elaboración de diagramas unifilares.

2.6.2. Definición instalación eléctrica para TI: Se entiende por instalación eléctrica de un Ambiente de “Tecnologías de la Información” (TI), a aquella instalación eléctrica que sirva para proporcionar energía eléctrica (independiente a otras cargas) a equipos de cómputo y comunicaciones y sus correspondientes equipos de soporte incluyendo todos sus accesorios. Se entiende también que una instalación eléctrica de un ambiente TI

proporciona una energía de calidad según lo requieren los equipos y lo exigen los fabricantes de los mismos y basados en las recomendaciones de ITI (Information Technology Industry Council).⁷

Así mismo se establece que el alimentador eléctrico para un ambiente TI deberá ser independiente de cualquier otra carga y partirá desde la subestación eléctrica más próxima o desde la acometida en baja tensión.

El estándar ANSI/TIA942 de Abril de 2005 (Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers) presenta una clasificación de cuatro niveles (Tiers) de la infraestructura de los Centros de Computo según el nivel de confiabilidad, siendo el Tier 1 el más sencillo y el Tier 4 el que tiene mayores redundancias, así mismo, los costos se incrementan a medida que se incrementan los niveles.⁸

Según el ICREA utilizas las topologías del nivel I al nivel V siendo la Topología nivel I la más sencilla y la topología nivel V el que tiene mayores redundancias.

Identificamos los componentes básicos de un centro de datos, como se describe a continuación:

- Alimentación de la red: El componente de suministro eléctrico en una clasificación Tier I alimenta un transformador de entrada que baja de MT a BT.
- Aparamenta: Es el término que se aplica al conjunto de aparatos de conexión, soporte, mando, medida y protección, así como a las conexiones, envolventes y soportes destinados a la producción, transporte, distribución y transformación de la energía eléctrica. (Tablero general). El uso de una aparamenta de transferencia automática (ATS) especializada con control y lógica de protección permite la conmutación sin interrupciones entre la red y el genset en diversas condiciones.
- Genset: Un genset es un generador eléctrico de emergencia, normalmente con un motor diesel, que proporciona alimentación eléctrica de reserva de larga duración en caso de corte del suministro de la red.
- Sistemas de alimentación ininterrumpida: Hay tres tipos principales de tecnologías de sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS): en espera, de línea interactiva y de conversión doble. El más empleado es el de conversión doble, en el que toda la corriente que circula a través del UPS se rectifica de CA a CC, se vuelve a transformar a CA, totalmente acondicionada y limpia de todas las perturbaciones, transitorios, bajadas y ondulaciones de tensión procedentes de la red, y otros tipos de efectos sobre la calidad de la energía eléctrica (PQ).

2.6.3. Topologías de confiabilidad, niveles TIER: Basados en la disponibilidad esperada, el nivel y la clasificación de ICREA (INTERNATIONAL COMPUTER ROOM EXPERTS ASSOCIATION)⁹ para las salas de cómputo se define en niveles de donde, se normarán las instalaciones de acuerdo con los siguientes criterios.

7. Anteriormente conocido Como CBEMA (Computer and Businss Equipment Manufacturers Association).

8. ABB review 4[13]

9. Norma internacional para la construcción e instalación de equipamiento de ambientes para el equipo de manejo de tecnologías de información y similares” icrea-std-131-2013

Por disponibilidad del centro de datos se entiende el cumplimiento de las expectativas de tiempo de actividad de los usuarios. La alta disponibilidad actual de los centros de datos se ha conseguido principalmente mediante la redundancia en el diseño, el equipamiento (tanto de TI como de aparatos eléctricos), las vías de suministro de electricidad y el software. En el sector hay diversos sistemas de clasificación para definir la disponibilidad de un centro de datos. A continuación se presentan las características generales de cada uno de los niveles (Tiers).

- **Nivel I (Tier I):** Sala de cómputo en ambiente Certificado QADC (Quality Assurance Data Center). Esta es la arquitectura más sencilla, y por lo tanto ofrece la disponibilidad y la densidad de potencia de carga de TI más bajas. Este concepto de diseño se llama N, pues “n” cargas de TI necesitan “n” grupos UPS y gensets (grupo electrógeno) Identifica los componentes básicos de un centro de datos, como se describe a continuación. Esta topología aporta un 95% de disponibilidad.
- **Diseño del Tier I (N):**

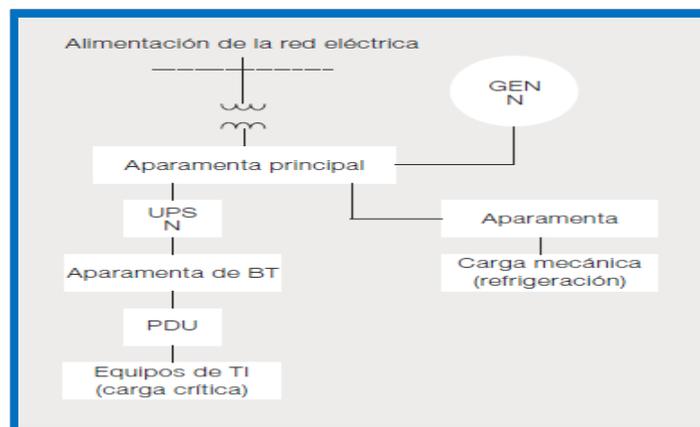


Figura 8

Imagen de ABB review 4|13
Topología nivel I

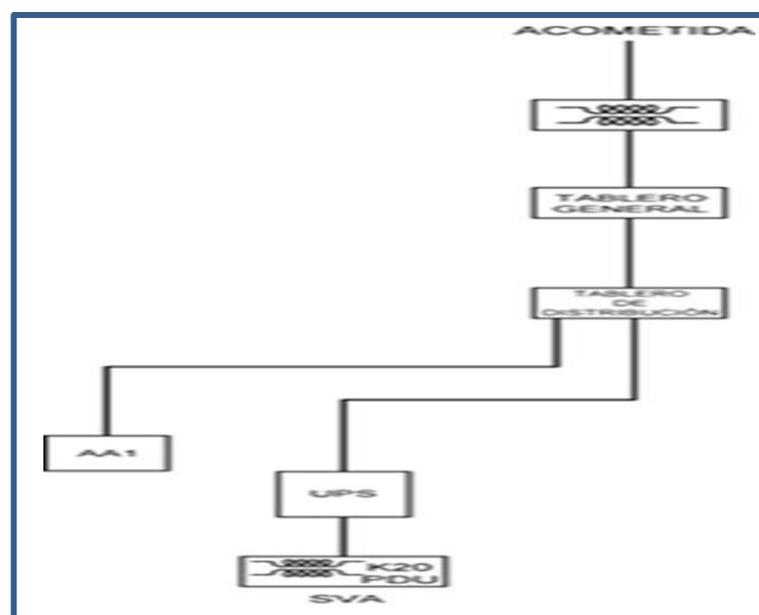


Figura 9

Imagen del ICREA

- **Nivel II (Tier 2):** Sala de cómputo en ambiente Certificado de clase mundial WCQA (World Class Quality Assurance). Este diseño se conoce como N+1 La diferencia principal entre las clasificaciones Tier I y Tier II es la presencia de un genset y una UPS más. Esto proporciona en el dispositivo cierto grado de redundancia de los componentes más críticos del sistema como reserva a corto y largo plazo. Todos los demás componentes del sistema son básicamente los mismos. Esta topología aporta un 99% de disponibilidad.

- **Diseño del Tier II (N+1):**

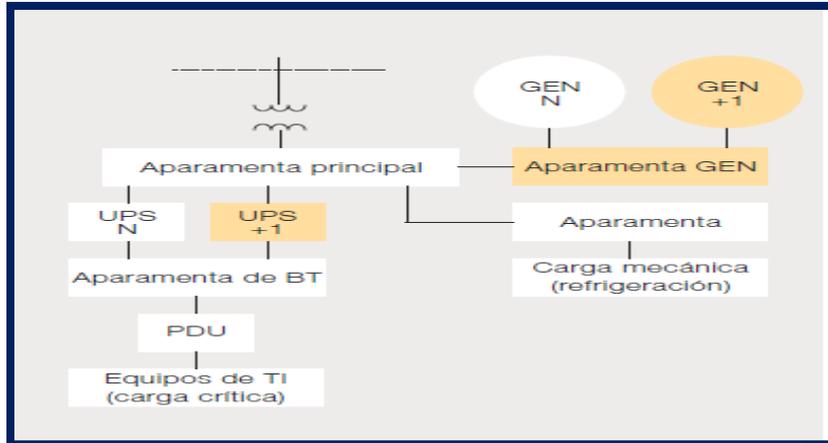


Figura 10

Imagen de ABB review 4|13 - Topología nivel II

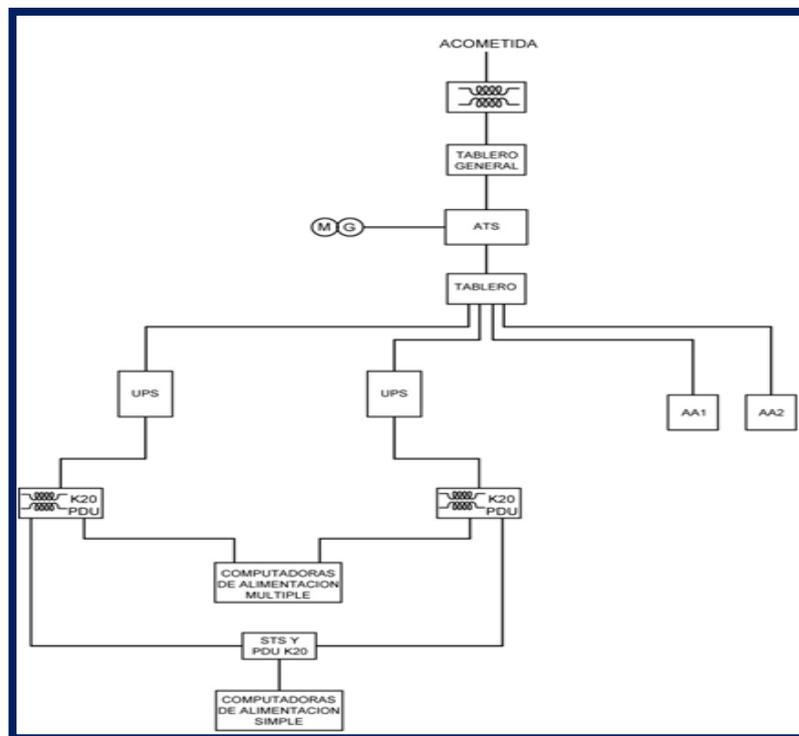


Figura 11

Imagen del ICREA

- **Nivel III (Tier 3):** Sala de cómputo confiable con Ambiente Certificado de clase mundial S-WCQA (Safety World Class Quality Assurance). Tier III corresponde a un sistema activo-pasivo. La vía de suministro de un Tier III tiene que estar duplicada. Además de los componentes críticos redundantes, tiene que haber una segunda vía paralela a la carga de TI crítica por si fallara la vía principal. Esta segunda vía podría ser pasiva, es decir, utilizada únicamente en caso de emergencia. Un Tier III también requiere una segunda conexión a la red eléctrica. La incorporación de la vía de suministro pasiva aumenta sustancialmente el costo de todo el sistema y también complica el control, la coordinación, el mantenimiento, etc. También hay una apartamentada (tableros) y un centro de control de motores (MCC) adicionales, que deben permitir el funcionamiento completo del centro de datos desde la vía pasiva. Esta topología aporta un 99.9% de disponibilidad.

Diseño del Tier III activa-pasiva; sin UPS en la vía pasiva (Figura 12 en la siguiente página)

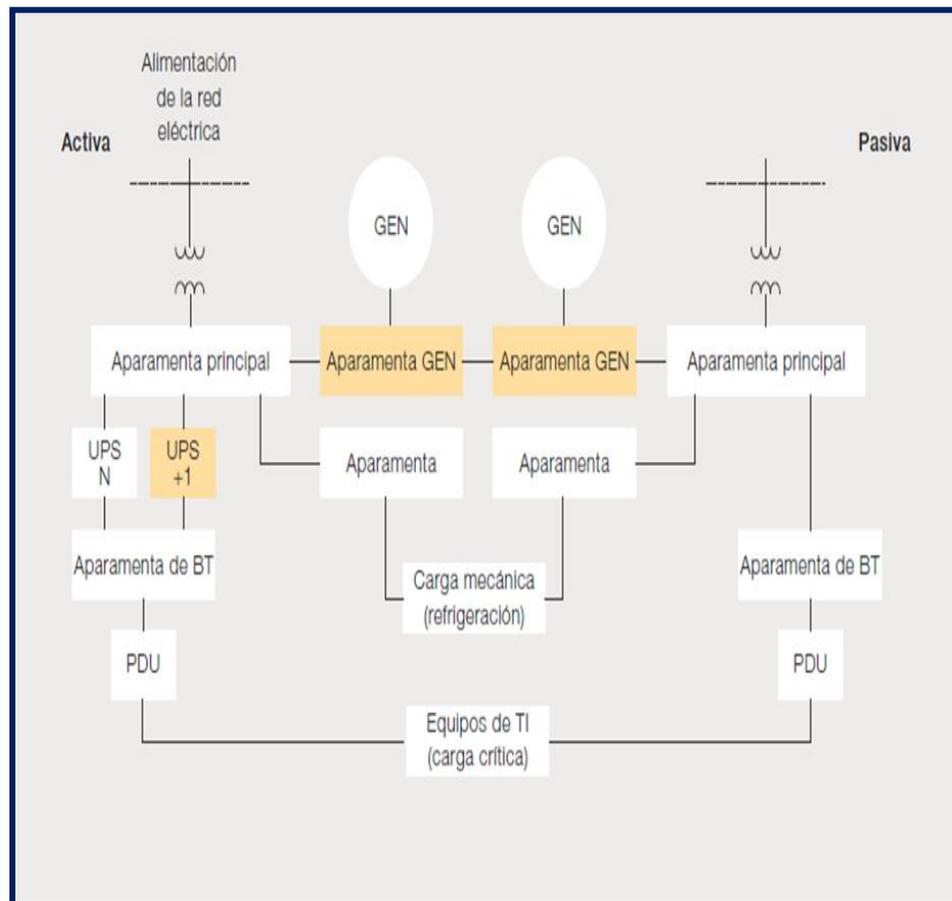


Figura 12

Imagen de ABB review 4|13

Topología nivel III

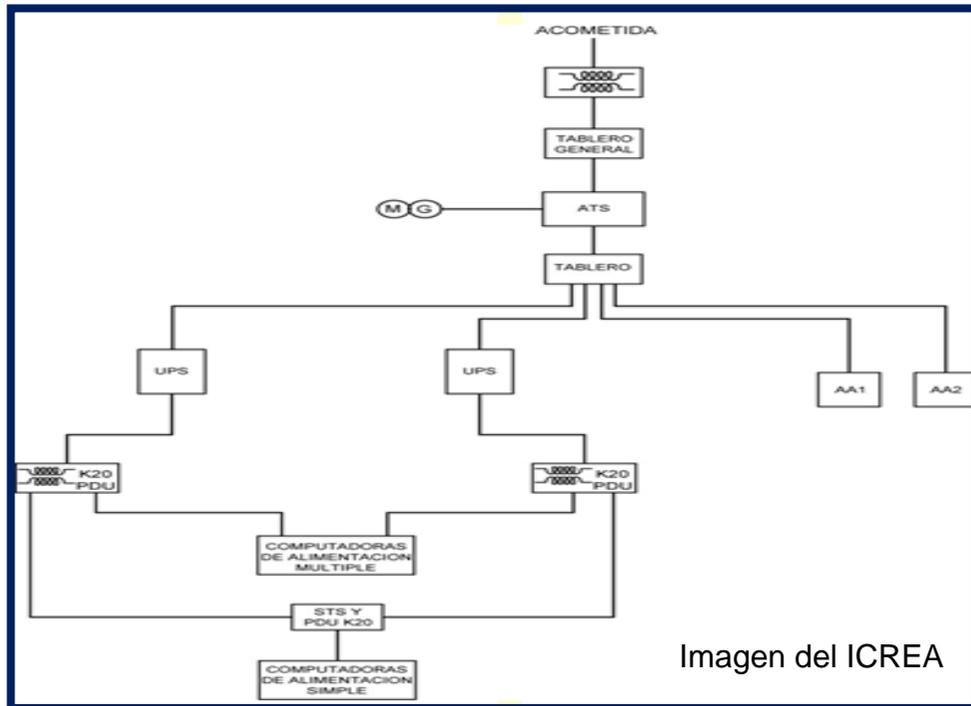


Figura 13

➤ **Nivel IV (Tier 4)**

Sala de cómputo de alta seguridad con certificación HS-WCQA (High Security World Class Quality Assurance). Denominado sistema 2N+1, el Tier IV es también considerado el Cadillac del diseño de centros de datos. En el mundo hay relativamente pocos centros de datos certificados como diseños Tier IV. Se trata de sistemas dobles completos, totalmente redundantes, que trabajan activamente en paralelo. En virtud de la redundancia, la calificación de cada vía tiene que ser para el 100 por ciento de la carga y, por tanto, la máxima utilización de las dos vías en condiciones normales de funcionamiento alcanza un máximo del 50 por ciento. Además, algunos diseños Tier IV tendrán N+1 UPS y gensets en cualquiera de las vías, lo que aumenta aún más la complejidad y los costos, pero al mismo tiempo gana una fracción valiosa del porcentaje de disponibilidad (0,01 por ciento para ser exactos). El objetivo de disponibilidad de Tier IV es un máximo de 24 minutos de inmovilización anual para el usuario final debido al centro (lo que equivale a un fallo cada cinco años). Esta topología aporta un 99.99% de disponibilidad.

➤ **Diseño del Tier IV (2N+1); dos vías simultáneamente activas**

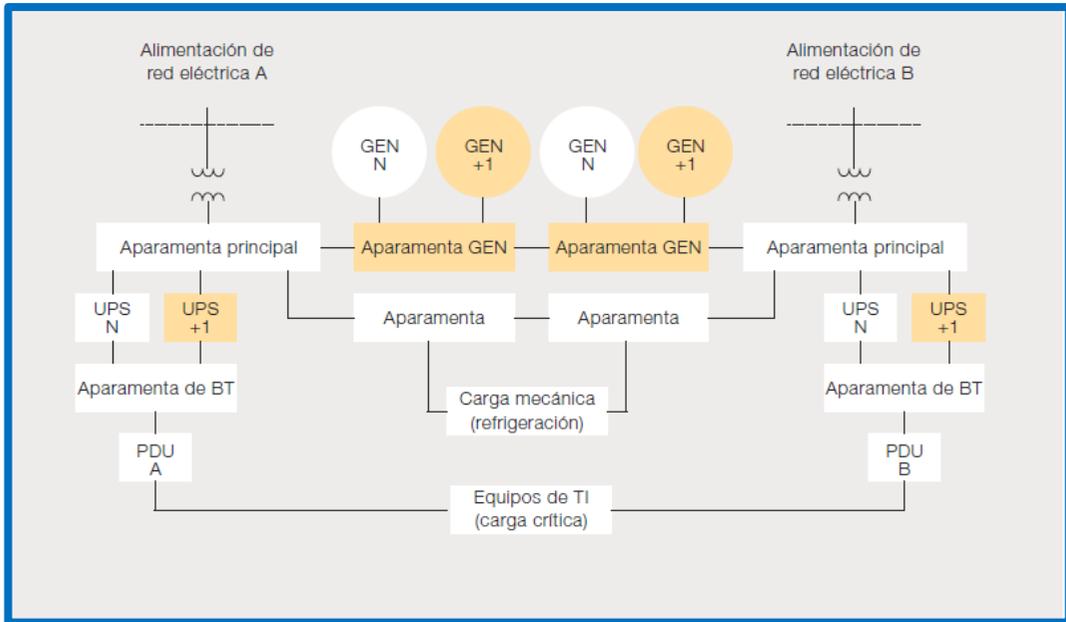


Figura 14

Imagen de ABB review 4|13

Topología nivel IV

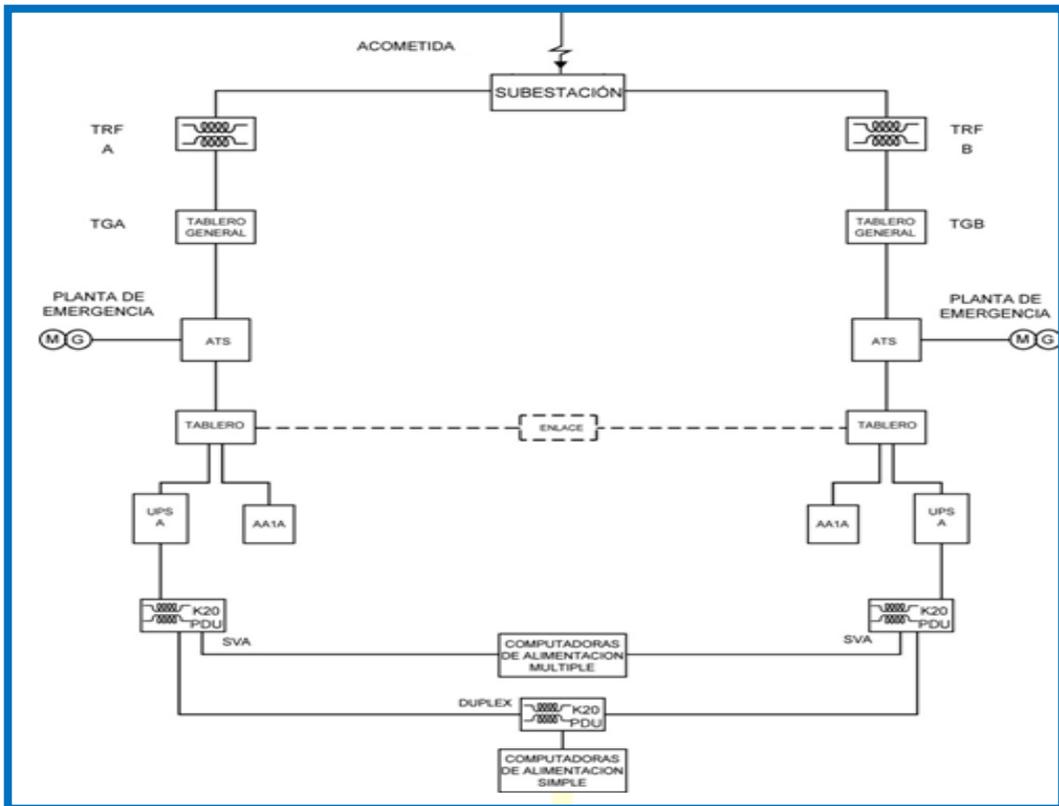


Figura 15

Imagen del ICREA

➤ **Nivel V**

Sala de cómputo de alta seguridad y alta disponibilidad con certificación de clase mundial HSHA-WCQA (High Security, High Available World Class Quality Assurance). Esta topología es compatible con el Tier 4 ya que sus requerimientos de redundancia Esta en el más alto nivel. Esta topología aporta un 99.999% de disponibilidad.

Topología nivel V

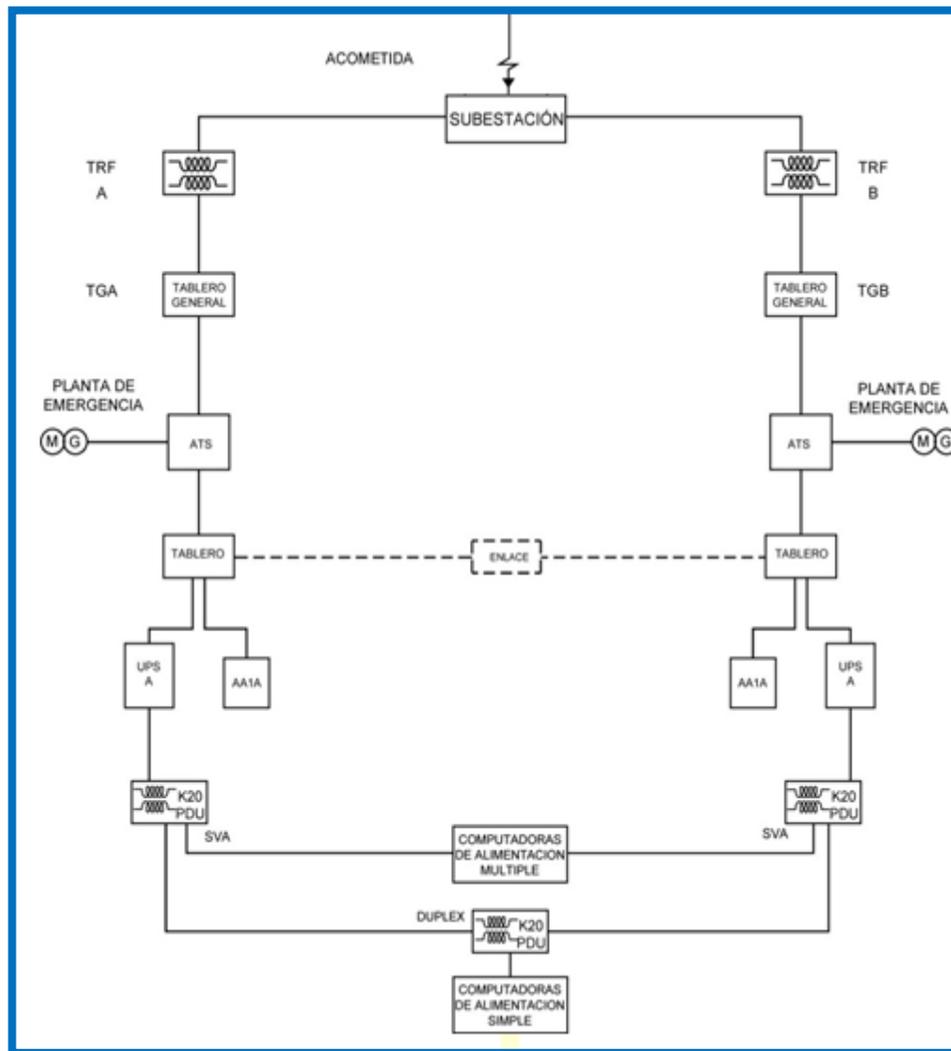


Figura 16

Imagen del ICREA

2.6.4. Sistema de puesta a tierra (SPT): Conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones ni fusibles, que

conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente¹⁰.

Según la NTC 2050 existen varios sistemas de puesta a tierra entre los más comunes tenemos:

- **El sistema de puesta a tierra aislada:** Su objetivo es proporcionar una referencia de potencial a toda la electrónica incorporada en los equipos de cómputo y comunicaciones, así como reducir el ruido electromagnético, corrientes errantes y voltajes a la electrónica de los equipos de cómputo. Consiste de un conductor forrado, el cual se instala junto con los conductores de fase; conductor Neutro y el conductor de puesta a tierra de seguridad de los equipos, en la misma canalización, inicia en la barra principal de puesta a tierra de los equipos de acometida o de la fuente de un sistema “derivado separadamente” que energice la carga. De este punto en forma radial, parte un conductor de puesta a tierra aislada para cada circuito alimentador, a su vez, llega a la barra aislada IGB (Insulated Grounding Busbar) en tableros principales o secundarios.

El conductor de puesta a tierra aislada, después de su punto de origen, no deberá volver a conectarse con el conductor de puesta a tierra de seguridad así como tampoco con elementos metálicos como canalizaciones o gabinetes metálicos de tableros o elementos estructurales del inmueble. El punto final de conexión será el borne de tierra aislada en el (los) contacto(s) o receptáculo(s).

- **Sistema de la puesta a tierra de seguridad:** Su objetivo es proporcionar seguridad al usuario, evitando tensiones excesivas entre los puntos de contacto de dos partes del cuerpo ya sean manos y pies o pie y cabeza o mano y pie, proveer una trayectoria de baja impedancia para el retorno de la corriente de falla de fase a tierra, lo cual permitirá que los dispositivos de protección contra sobre corriente operen para liberar la falla, Evitar que canalizaciones o cualquier estructura metálica alcance potenciales peligrosos para el ser humano¹¹. Generalmente este conductor es desnudo, pero puede ser con conductor forrado.

2.6.5 Conductores en la puesta a tierra: En los equipos de acometida o a la salida de un sistema derivado separadamente, se tendrán los siguientes conductores:

- **El conductor puesto a tierra o neutro.** Conductor de un sistema o circuito intencionadamente puesto a tierra, para dar referencia a un sistema trifásico conexión estrella.

10. NTC 2050 P8

11. NEC 2011, IEEE Std 1100-2005

- **Puente de Unión Principal.** La conexión en la acometida entre el conductor del circuito puesto a tierra o neutro y el conductor de puesta a tierra del equipo, deberá estar dimensionado conforme al artículo 250.102 (Equipment Bonding Jumpers) en conjunto con la tabla 250.66 (Grounding Electrode Conductor for Alternating Current Systems) NEC 2011.
- **Conductor de Puesta a Tierra de los equipos.** Es el conductor utilizado para conectar las partes metálicas no conductoras de corriente eléctrica de los equipos, canalizaciones y otras envolventes al conductor del sistema puesto a tierra o neutro, al conductor del electrodo de puesta a tierra o ambos, en los equipos de acometida o en el punto de origen de un sistema derivado separadamente. Este conductor une la barra principal de puesta a tierra de los equipos de acometida BPT (MGB) con las barras secundarias de puesta a tierra BST (SGB)¹² de los tableros de distribución y deberá estar dimensionado conforme al Artículo 250.122 (Size of Equipment Grounding Conductors) en conjunto con la tabla 250.122 (Minimum Size Equipment Grounding Conductors for Grounding Raceway and Equipment) NEC 2011. En ningún caso podrá ser menor que Cal#4 AWG.
- **Conductor del electrodo de puesta a tierra.** Conductor utilizado para conectar el(los) electrodo(s) de puesta a tierra al conductor de puesta a tierra del equipo, al conductor puesto a tierra o a ambos a la acometida en cada edificio o a la estructura donde esté alimentado desde una acometida común o a la fuente de un sistema derivado separadamente. Este conductor de puesta de tierra une la BPT con los electrodos de puesta a tierra, deberá estar dimensionado conforme al Artículo 250.66 (Size of Alternating-Current Grounding Electrode Conductor) en conjunto con la tabla 250.66 (Grounding Electrode Conductor for Alternating Current Systems) NEC 2011.
En cada tablero de distribución de circuitos, se deberá proveer de una barra de puesta a tierra aislada totalmente independiente de la barra de neutro y deberá estar aislada del gabinete metálico montándola sobre aisladores.
Conecta a la BPT-CPD (MGB-DC) con un cable independiente y sin tener ninguna otra conexión de puesta a tierra.

2.6.6. Interconexión entre diferentes sistemas de puesta a tierra: Con miras a lograr una referencia “CERO” entre todos los sistemas de puesta a tierra, se deberán unir físicamente todos los sistemas de puesta tierra. Esto incluye los sistemas de puesta a tierra para comunicaciones, equipos de cómputo, puesta a tierra de gabinetes y estructuras metálicas y sistema de protección contra descargas atmosféricas.

2.6.7 Malla de Referencia de Seguridad:

- **Caso 1:** Un piso elevado o piso técnico con travesaños que aseguren la continuidad eléctrica de toda la estructura, podrá fungir como plano de

referencia a tierra, sí y sólo sí la estructura presenta en forma permanente, una trayectoria de baja impedancia a tierra.

- **Caso 2:** Si la continuidad eléctrica permanente en la estructura no se puede garantizar, entonces se deberá instalar una malla independiente de 1,22 m x 1,22 m de cobre construida a base de cable calibre #8 y sin tocar la estructura del piso elevado. La malla deberá abarcar toda la sala.

2.6.8 Malla de Referencia de Alta Frecuencia¹³: El objeto de los planos de referencia, es evitar la interferencia electromagnética de alta frecuencia o ruido eléctrico en las líneas de energía eléctrica. HFNI (High Frequency Noise Interference). Para evitar este tipo de interferencia, se deberán colocar algunos de los arreglos propuestos si sobre el piso elevado se instala cualquiera de los siguientes equipos:

- Tableros eléctricos.
- Tableros eléctricos auto-soportados (PDU's).
- Plantas generadoras de energía eléctrica.
- Fuentes de energía ininterrumpibles.
- Transformadores. Las conexiones a la malla de HF deberán tener una longitud máxima¹⁴ de $1/20$ de λ (λ = Longitud de onda)

2.6.9. Protección contra descargas atmosféricas: Se deberá proveer de un sistema de protección contra descargas atmosféricas que deberá estar diseñado en base a las normatividades locales pero como mínimo deberá contar con un sistema que proteja la totalidad del Data Center y las zonas de equipos de soporte (Plantas generadoras, subestaciones eléctricas, UPS's, Equipos de aire acondicionado y sistemas de control de acceso y combate al fuego). En caso de no existir alguna normatividad local, el diseño y la instalación deberá basarse a lo indicado por alguna norma internacional¹⁵. El sistema deberá estar puesto a tierra en forma independiente. Deberán utilizarse dos o más conductores de bajada. De utilizarse sólo dos, estos deberán ser diametralmente opuestos. De utilizarse más de dos conductores de bajada, estos deberán estar distribuidos en el perímetro del inmueble que se está protegiendo a una distancia no mayor a 30 metros. Cuando se utilicen arreglos de múltiples electrodos, la separación entre ellos no será mayor a 6 metros ni menor a la longitud de un electrodo. La impedancia del sistema de puesta a tierra del sistema de protección contra descargas atmosféricas deberá mantenerse en niveles no mayores a 10 ohm. Por cada conductor de bajada deberá instalarse un registro para mediciones e inspecciones de las siguientes dimensiones: 0.40 x 0.40 x 0.40 metros debiendo quedar perfectamente identificados mediante un símbolo de puesta a tierra. Los conductores de bajada del sistema de protección contra descargas atmosféricas no deberán ser utilizados para la puesta a tierra de equipos. El sistema de puesta a tierra deberá estar unido a los sistemas de puesta a tierra existentes dentro de la instalación, ver artículo 420.2.13 ICREA.

13. IEEE, Rev 2005

14. IEEE, Rev 2005

15. NFPA 780 Estándar for the installation of lightning Protection System 2008 Edition

- 2.6.10. Registros o pozos de visita:** Por cada electrodo, deberá instalarse un registro para mediciones e inspecciones, de las siguientes dimensiones: 0.40 x 0.40 x 0.40 metros debiendo quedar perfectamente identificados mediante un símbolo de puesta a tierra.
- 2.6.11. Acometidas y Alimentadores Eléctricos:** Derivación de la red local del servicio respectivo, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general¹⁶.
- **Calibre del alimentador:** Se deberán satisfacer todos los lineamientos establecidos por NFPA 70 (NEC 2011) en tabla 310-16. La caída de voltaje que se deberá considerar para su cálculo será del 2% en condiciones de plena carga.
 - **Calibre del Neutro:** Como consecuencia de las cargas no lineales y sus consecuentes corrientes de secuencia “cero” por el neutro, se deberán tomar consideraciones particulares para este tipo de instalaciones. Se deberá sobredimensionar el neutro a 1,73 veces el calibre de las fases de acuerdo con las recomendaciones de ITIC (Information Technology Industry Council).
 - **Consideraciones de crecimiento:** Se deberá considerar un factor de crecimiento entre el 30% y el 40% teniendo en cuenta una expectativa de crecimiento a 5 años. Por lo que una vez dimensionados los conductores y protecciones para manejar el 100% de la carga instalada de acuerdo con lo establecido en NEC 2011.
 - **Protecciones:** Debido a la naturaleza no lineal de las cargas y la consecuente presencia de armónicos, las protecciones deberán calcularse para el total de la pero se deberá prestar particular atención a las corrientes de excitación del transformador (Inrush Current). Así mismo se deberán considerar interruptores tipo RMS.¹⁷
- 2.6.12. Problemas de inducción:** Los cables de comunicaciones, se deberán mantener a una distancia de los cables de fuerza de acuerdo con lo indicado en el artículo 450.4.9 y 450.4.10 de la norma ICREA-Std-131-2013.
- 2.6.13. Identificación y terminación:** Son tres:
- Todos los conductores deberán estar identificados en ambos extremos con un mismo número que indique el origen y destino del conductor así como un número que lo haga único y diferente a cualquier otro.
 - Todas las canalizaciones, deberán quedar identificadas como se establece en 420.6.7. ICREA-Std-131-2013
 - Todos los interruptores deberán quedar identificados indicando el número de circuito; al que sirve y qué equipo se encuentra conectado a este.
 - Todos los tableros deberán quedar identificados claramente con el número de tablero que le corresponda pero además deberán incluir el tipo de energía que distribuyen.

2.6.14. Cables de energía sin canalizaciones: No se permiten cables de energía sin canalizaciones.

2.6.15. Acometidas externas: Para nivel 5 adicionalmente se requiere doble acometida de la compañía suministradora de energía eléctrica, comúnmente llamadas "Preferente" y "Emergente". Ambas acometidas deberán viajar por trayectorias diferentes. Deberán conectarse a un equipo seccionador de operación automática.

Por confiabilidad y seguridad las acometidas se recomienda de preferencia sea subterránea si así lo permite la normatividad local o de la empresa suministradora.

2.6.16 Distribución de alimentadores principales: Para niveles I, II y III. La energía eléctrica deberá ser con alimentadores independientes de otras cargas en sistema SVA (simple vía de alimentación).

Para niveles III, IV y V la energía eléctrica deberá ser con alimentadores independientes de otras cargas, diseñado en sistema DVA (doble vía de alimentación). Instaladas por trayectorias diferentes, no paralelas, ni adosadas entre ellas. Estas deberán ubicarse en áreas de fácil acceso para su revisión y mantenimiento. Debiendo contar con protección física en el caso canalizaciones abiertas o expuestas a accidentes.

2.6.17. Circuitos Derivados: Estos son:

➤ **Calibre de conductores.** En ningún caso se podrá usar un calibre menor al Cal. 12 AWG y se apegará a lo mencionado tabla 310-16 NEC, para circuitos derivados asociados a equipos de cómputo o comunicaciones. La carga instalada en un circuito no podrá ser superior al 80% de la capacidad del circuito.

➤ **Código de colores e identificación:** son

✓ Para la puesta a tierra aislada color verde.

✓ Para la puesta a tierra de seguridad: desnudo o verde con amarillo

✓ Se deberá utilizar un código de colores de acuerdo a la tensión de operación teniendo como referencia el NEC, 2011 o los códigos locales.

El neutro de energía ininterrumpible se deberá instalar en color gris con el fin de diferenciarlos del neutro blanco "Normal" de uso general y no regulado.

➤ **Tipos de aislamientos permitidos:** 75°C o mejor en todos los casos y del tipo de baja emisión de humos y cero emisión de halógenos (LSOH).

➤ **Longitud del circuito:** La longitud del circuito no debe exceder los 50 m.

➤ **Contactos y Clavijas:** Todos los contactos, deberán ser con sistema de tierra aislada de acuerdo a la carga por servir y al ambiente en que

se utilice según la clase que sea en la clasificación establecida en el NEC 2011.

No se deberán de usar contactos menores a 20 A NEMA-5-20R-IG en circuitos monofásicos. En todos los casos los contactos y clavijas deberán satisfacer lo establecido en las normas NEMA¹⁸ y los requisitos del fabricante del equipo de cómputo.

Deberá existir una red de circuitos no regulados con toma corrientes para uso en mantenimientos claramente identificados.

- **Identificación de circuitos derivados:** Los circuitos derivados deberán quedar identificados en ambos extremos, tanto a la salida del tablero eléctrico derivado como en el toma corriente dedicada; en forma claramente visible.
- **Número de servicios por circuito:** Cada multi-toma (barra de conexión) tendrá su propio circuito dedicado y coordinado con su requerimiento eléctrico.
Se deberá utilizar un circuito independiente, como mínimo, por Rack. Para cargas superiores a 20 A, se deberán proveer circuitos independientes.
- **Redundancia de circuitos derivados:** Para ambientes TI a partir del nivel 2 y superiores se deberán proveer circuitos adicionales de la misma capacidad para garantizar la redundancia, de tal forma, que por cada circuito necesario deberá existir al menos uno más previsto para el caso de falla del circuito. En caso de equipos de alimentación sencilla, se deberán alimentar mediante STS's¹⁹ o ATS que garanticen la curva ITIC para que cualquiera de los circuitos destinados a ese equipo, lo energice.

Para Ambientes de Nivel IV o Superior los equipos con alimentación múltiple, deberán ser alimentados con circuitos independientes en todas sus alimentaciones; más un circuito adicional de la misma capacidad de reserva para el caso de falla de cualquiera de los otros circuitos.

- **Canalizaciones para los circuitos derivados:** Todos los circuitos derivados deberán viajar en toda su longitud en tuberías o charolas, guardas o bandejas apropiadas y aprobadas para su uso en instalaciones eléctricas.

2.6.18. Protecciones: Son seis

- **Cálculo de las protecciones:** Se calcularán de acuerdo con lo establecido en NFPA 70 (NEC 2011) Art. 240. La identificación deberá ser hecha a base de etiquetas de material no inflamable y permanente.
- **Coordinación de protecciones:** Se deberá realizar una coordinación de protecciones de acuerdo a las recomendaciones de IEEE-Std-242-2001 y IEEE-Std-C62.41.

- **Localización de las protecciones:** No está permitida la instalación de protecciones dentro del plénum del piso elevado o dentro del plénum del falso plafón.
- **Estudio de corto circuito.** Se deberá realizar un estudio de corto circuito acorde a lo establecido en IEEE-Std-242-2001.
- **Estudio de coordinación de aislamientos:** En caso de que el usuario utilice niveles de tensión mayores a 1 KV para la distribución de energía eléctrica y que de esta dependa el suministro de energía al centro de cómputo, se deberá realizar un estudio de coordinación de aislamientos.
- **Supresores de Transitorios:** El sistema de supresión de transitorios deberá de cumplir con los requisitos de la 3ª Edición de UL 1449 y de la 2ª Edición de IEC 61643-1/EN 61643-11 para supresores de sobre-voltajes de Clase I y Clase II²⁰. El sistema de SPD (Surge Protection Device) debe de conectarse en paralelo al sistema a proteger. No se puede usar ningún SPD conectado en serie que pueda limitar la corriente de carga.
Se deberán instalar supresores de sobre tensiones transitorias (SPD) en todos los tableros eléctricos de distribución desde la acometida principal y hasta el tablero final del centro de cómputo. Tal y como indican las recomendaciones de IEEE Std C62.41, IEC 61643-1:2005, UL 1449 3ª edición, NEMA LS-1.
- **Capacidades mínimas de los sistemas de supresión:** Capacidad ²¹ de:
 - ✓ 200 KA en zona de Transformadores y subestaciones (Clase C).
 - ✓ 140 KA en zona de tableros Generales. (Clase B).
 - ✓ 60 KA en zona de Tableros de Distribución y PDU's. (Clase A).

2.6.19. Canalizaciones: Son varias

- **En interiores.** Todas las canalizaciones deberán ser metálicas debiendo utilizarse Canalizaciones Eléctricas apropiadas, cuidando la continuidad eléctrica en toda su trayectoria; para lo cual se deberán utilizar accesorios específicamente fabricados a este fin.
- **En exteriores.** Todas las canalizaciones deberán ser metálicas resistentes a la oxidación y a la corrosión y garantizar la protección mecánica de los cables, cuidando en todos los casos la continuidad eléctrica en toda su trayectoria; para lo cual se deberán utilizar accesorios específicamente fabricados a este fin.

20. Clase 1: Se refiere a la robustez del SPD sujeto a pruebas con impulsos de $10 \times 350 \mu s$ a corriente de impulso máximo (I_{imp}) @ $1.2/50 \mu s$ en la onda de voltaje.

Clase 2: Se refiere a la robustez del SPD sujeto a pruebas con impulsos de $8 \times 20 \mu s$ a corriente de descarga máximo (I_{max}) @ $1.2/50 \mu s$ en la onda de voltaje.

Clase 3: Se refiere a la robustez del SPD sujeto a pruebas con una combinación de impulsos de $8 \times 20 \mu s$ @ $1.2/50 \mu s$ en la onda de voltaje.

21. De acuerdo con NFPA 70-1990 Art. 230-70)

- **Canalizaciones Metálicas (escalerillas, charolas o bandejas).** Las cuales estarán construidas de aluminio o acero con travesaños a no más de 6" de distancia entre ellos, cuidando la continuidad eléctrica en toda lo largo de su trayectoria para lo cual se deberán utilizar accesorios específicamente fabricados a este fin, aun en canalizaciones pintadas.
- **Continuidad eléctrica de las canalizaciones.** Todas las canalizaciones, deberán mantener una continuidad eléctrica en toda su trayectoria, procurando mantener la impedancia lo más baja posible incluyendo el remate a tableros, cajas de registro y equipos.
- **Soportería.** Todas las canalizaciones deberán quedar perfectamente soportadas a techo, muros, pisos o estructura del edificio. La Soportería deberá ser metálica con acabado anticorrosivo de manera que evite la corrosión debido al efecto galvánico producido por el contacto de dos materiales diferentes. No se permite soportar canalizaciones sobre módulos del piso elevado pero si en su estructura. Se deberá mantener, una separación entre las superficies constructivas del edificio y las canalizaciones para lo cual se usarán soportes unicanal con accesorios adecuados, colocando soportes a no más de 120 cm de distancia entre soportes. En los cambios de dirección, se deberá colocar un soporte antes y otro después del cambio de dirección.
- **Excepción:** en el caso de bayonetas podrá colocarse un soporte antes y otro después de la bayoneta.
- **Identificación de canalizaciones.** Todas las canalizaciones, deberán quedar identificadas como:
 - ✓ "CÓMPUTO-Normal/apoyo"
 - ✓ "CÓMPUTO-Regulada"
 - ✓ "CÓMPUTO-Interrumpible"
 Estableciendo en ellas el tipo de energía que éstas contienen. Esta identificación se deberá repetir cada 6 m y será en fondo amarillo y letras negras no menores a 1 cm en tuberías de hasta 25 mm, no menores a 2 cm para diámetros mayores de 25 mm pero menores 63 mm y no menores de 3 cm para canalizaciones mayores de 63 mm y charolas.
 Todas las cajas mayores a 51 mm deberán tener una identificación claramente visible indicando el tipo de servicio que proporcionan.

Nota: Deberán adecuarse según códigos o reglamentos locales.
- **Conexión a Tierra de las Canalizaciones.** Todas las canalizaciones metálicas deberán estar puestas a tierra.
 Deberán cumplir con lo establecido en la sección 420.6.4 de la norma ICREA-Std-131-2013 y además deberán estar puestas a tierra en ambos extremos de acuerdo con lo establecido en NEC-250.D

2.6.20. Tableros Eléctricos: Aplicable a cualquier sistema de distribución de energía de circuitos derivados en un Ambiente de Tecnologías de la Información incluyendo centros de comunicaciones de voz o datos de cualquier tipo. Se deberá de mencionar algo sobre redundancias requeridas según el nivel

➤ **Sistema modular de distribución de energía (PDU's)** ²². Deberá contar con equipo de medición, transformador de aislamiento (OPCIONAL) ²³ sistema de monitoreo y alarma del sistema eléctrico incluyendo el sistema de tierra física. Deberá contar con tablero(s) para la colocación de interruptores termo-magnéticos del tipo atornillable a barras. El acceso del alimentador deberá ser independiente al acceso de circuitos derivados. El PDU deberá estar certificado mediante un organismo de certificación acreditado internacionalmente.

➤ **Tableros comerciales distintos a los PDU.** Serán construidos de acuerdo a las normas NEMA y certificados de acuerdo a las normas nacionales.

➤ **Identificación de tableros.** Todos los tableros deberán quedar identificados claramente con el número o nombre de tablero que le corresponda pero además deberán incluir el tipo de energía que distribuyen:

- ✓ "CÓMPUTO-Normal"
- ✓ "CÓMPUTO-Regulada"
- ✓ "CÓMPUTO-Interrumpible"

En letras negras, no menores a 2 cm con fondo amarillo. Las letras quedarán sobre fondo amarillo y centradas. El fondo amarillo deberá ser del doble en relación al tamaño de la letra.

Nota: Deberán adecuarse según códigos o reglamentos locales.

➤ **Ubicación de los tableros:** Estos son

- ✓ Dentro del centro de cómputo. De acuerdo con el artículo 420.3.5 de la norma ICREA-Std-131-2013.
- ✓ Los tableros TGEI deberán quedar dentro de la zona de operación.
- ✓ Los tableros TGEA deberán estar en una zona de acceso controlado.
- ✓ Deberán estar en un lugar visible y accesible. Nunca dentro del plénum del piso elevado o del plénum del cielo falso.
- ✓ Los circuitos derivados instalados debajo del plénum del piso falso, no deberán de exceder de 30 metros.

2.6.21. Sistemas de medición: Son tres y sus excepciones:

➤ **Medición en sitio.** Es recomendable contar con un sistema de medición de todas las variables eléctricas que pueda estar instalado en un lugar visible o bien contar con un SISTEMA MODULAR DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA, que cuente con un sistema de medición integrado.

22. Del inglés "Power Distribution Unit

23. Solo en caso de contar con medios complementarios de control de armónicos

- **Medición Remota.** En todos los casos mediante un sistema de comunicación TCP/IP para que sea accesible por Internet y por la red de área local (LAN). Esto permitirá que en corto o mediano plazo los usuarios y los proveedores de servicios puedan monitorear los parámetros eléctricos y oportunamente realizar maniobras correctivas antes de que se presente una falla; Deberán soportar un protocolo SMPT y/o un protocolo abierto.
- **Monitoreo térmico en uniones de barras y conexiones de conductores.** Se debe monitorear en tiempo real y permanentemente las variaciones de temperatura de las uniones de las barras y las conexiones de los conductores en los tableros eléctricos. El sistema debe soportar un protocolo de comunicación modbus 485 o cualquier protocolo abierto.

Excepciones: nivel I, II, III y IV

2.6.22. Planta Generadora de Energía de Respaldo: La Capacidad deberá estar dimensionada para satisfacer el 125% de la carga proyectada. Esta carga proyectada deberá incluir los equipos de cómputo, equipos de comunicaciones, equipos de aire acondicionado para el centro de cómputo, los controles de acceso, los sistemas de CCTV, los sistemas de monitoreo y alarmas del inmueble y desde luego los sistemas contra incendio e iluminación.

El dimensionamiento del sistema de generación de emergencia deberá realizarse de acuerdo ISO 3046- .

La planta generadora deberá ser del tipo “PRIME”²⁴

2.7. AIRE ACONDICIONADO²⁵:

Requisitos para las instalaciones de aire acondicionado en un Ambiente de Tecnologías de Información.

Los servidores, dispositivos de áreas de almacenamiento y los equipos de comunicación vienen cada vez más pequeños y potentes. La tendencia es usar más equipos en espacios más pequeños, y de esta forma se concentra una cantidad increíble de calor. Es un gran desafío ocuparse de este calor. Aunque sea una solución inicial, tener equipos de refrigeración adecuados es una buena forma para empezar a resolver el problema. La circulación de aire también es muy importante. Para favorecer la circulación de aire, la industria ha adoptado un procedimiento conocido como “hot aisle/cold aisle” (“pasillo caliente/pasillo frío”). En una configuración hot aisle/cold aisle, los racks de los equipos se disponen en filas alternas de pasillos calientes y fríos. En el pasillo frío, los racks de los equipos se disponen frente a frente. En el pasillo caliente, están dorso contra dorso.

24, Plantas de alta disponibilidad y alta seguridad de operación continua, con doble marcha y doble juego de baterías de arranque, con gobernador electrónico “que garantice la sincronización con los UPS” y regulador de voltaje de precisión).

25, Norma Internacional para la Construcción e Instalación de Equipamiento de Ambientes para el Equipo de Manejo de Tecnologías de Información y Similares”. Icrea-std-131-2013.

Las placas perforadas en el piso elevado de los pasillos fríos permiten que llegue aire frío al frente de los equipos. Este aire frío envuelve al equipo y se expulsa por la parte trasera hacia pasillo caliente. En el pasillo caliente, desde luego, no hay placas perforadas para evitar que se mezclen el aire caliente con el frío. Para obtener los mejores resultados con este método, los pasillos deben tener dos azulejos de ancho para permitir el uso de placas perforadas en ambas filas, si fuera necesario. Este método obtuvo una gran aprobación por parte de la industria. De hecho, forma parte de la recomendación de la norma TIA-942²⁶.

Lamentablemente, el sistema no es perfecto. Si bien es normal que los equipos expulsen calor por la parte trasera, no es un procedimiento universal. Algunos equipos succionan aire por la parte inferior y expulsan el aire calentado por la parte superior o los costados. Algunos toman aire frío por los costados y expulsan aire caliente por la parte superior. Si se exigen más medidas, se pueden probar las siguientes alternativas:

- Dispersar los equipos por las partes sin usar del piso elevado. Obviamente, es una alternativa válida sólo si hay espacio sin usar disponible.
- Aumentar la altura del piso elevado. Duplicar la altura del piso ha demostrado aumentar la corriente de aire hasta un 50%.
- Usar racks abiertos en lugar de gabinetes. Si no se puede usar racks por motivos de seguridad o por la profundidad de los servidores, se puede usar gabinetes con una malla en el frente y el dorso como alternativa.
- Aumentar la corriente de aire debajo del piso al bloquear todos los escapes de aire innecesarios.
- Reemplazar las placas perforadas actuales con otros con agujeros más grandes. La mayoría de las placas vienen con 25% de agujeros, pero algunos tienen entre 40 y 60% de agujeros. (Ver la siguiente figura).

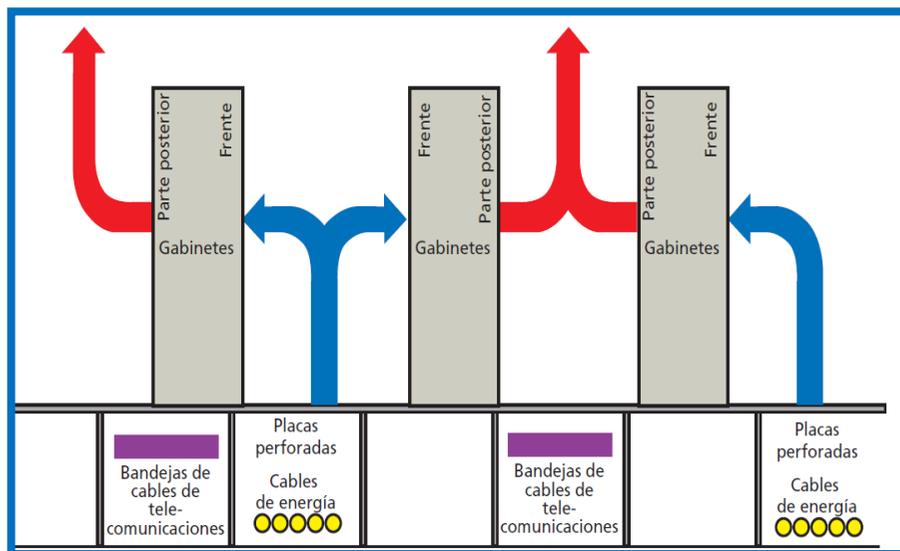


FIGURA 17

2.7.1 Generalidades: Se entiende por instalación de aire acondicionado para ambientes de TI, a aquel sistema CRAC (Computer Room Air Conditioner) que sirva para proporcionar enfriamiento para abatir calor sensible, latente controlar la humedad y remover partículas de polvo mediante filtros de acuerdo a la sección 430.4.125.²⁷ La instalación de aire acondicionado deberá cumplir con los requisitos y/o especificaciones de los fabricantes de hardware y con los códigos locales aplicables a este tipo de instalaciones.

➤ **Los Centros de Procesos de Datos (CPD)**²⁸. Tienen determinadas especificaciones de funcionamiento. La climatización de este tipo de espacio tiene que garantizar condiciones específicas de temperatura y humedad y para ello se utilizan unidades de alta precisión tipo Close Control. Antes de proceder a su instalación es necesario cuantificar y estimar la carga térmica del espacio a climatizar y adecuarlos a los equipamientos informáticos.

La conducción del aire climatizado previamente filtrado debe llegar a los locales del equipamiento informático donde se produce la mayor cantidad de calor. Las rejillas de aire se ubican para insuflar aire frío en el suelo o en el techo, por medio de conductos de aire al compartimiento que debe estar en sobrepresión evitando la entrada de polvo del exterior.

En este trabajo se describen las condiciones de instalación de un sistema mecánico para la climatización de un espacio CPD, así como sus características técnicas operativas y de mantenimiento.

Palabras Clave: CPD, climatización, HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning)

2.8. CONSIDERACIONES GENERALES: Estas son

2.8.1. Convergencia de sub-áreas: Dentro del Centro de Cómputo o Telecomunicaciones, se deben crear zonas para Procesadores, Switches, Routers, Sistemas de Almacenamiento de Información, Equipos de Monitoreo (Network Operations Centers–NOC), Cintotecas, Salas de Operación y Salas de Impresión. Cada una requiere un criterio de diseño que como tendencia está en función de la criticidad y concentración de valor por m² de ambiente de cómputo, y por los agentes de riesgos de cada zona.

En función de esta tendencia, se deberán dividir en:

Zonas de hardware, sin intervención humana, protegiéndolas del entorno y dotándolas de infraestructura independiente de climatización de alta disponibilidad.

27, Norma Internacional para la Construcción e Instalación de Equipamiento de Ambientes para el Equipo de Manejo de Tecnologías de Información y Similares”. Icrea-std-131-2013).

28, Climatización en CPDs, P. Nuno, J. L. Rivas y J. E. Ares <http://www.rediris.es/rediris/boletin/76/enfoque2.pdf>

Zonas con intervención humana como los NOCs, salas de operadores, de desarrollo, salas de impresión, etc., deberán ser climatizadas con equipos de confort sin relación alguna con las Salas de Hardware.

2.8.2. Necesidad de Aire Acondicionado: En el diseño de una sala de cómputo, con equipos de cintas, procesadores de comunicaciones y equipos afines; local en el que normalmente no se tiene personal, se deberá contemplar la instalación de un sistema de aire acondicionado de precisión; que controle la temperatura, la humedad relativa y la limpieza del aire. La capacidad mayor será por calor sensible.

No serán aceptados los equipos de aire acondicionado de confort dentro de un centro de cómputo en el área de procesamiento de datos, almacenamiento de datos y equipo de telecomunicaciones en ningún nivel.

2.8.3. Principios de la climatización: Son

- **Definición:** Para cualquier proyecto de climatización tienen que tener presentes principios básicos de:
 - ✓ Termodinámica.
 - ✓ Transferencia de calor.
 - ✓ Mecánica de fluidos.
 - ✓ Psicrometría y ventilación.
- **Estimación de la carga del acondicionamiento de aire:** La estimación de la carga sirve de base para seleccionar el equipo de acondicionamiento. Debe tenerse en cuenta tanto el calor procedente del exterior como el que se genera en el interior del local, así como sus cargas para evaluar la ganancia o pérdida de calor del espacio a climatizar.



FIGURA 18

Los sistemas de climatización central (figura 1a) se aplican en espacios de grandes dimensiones para los cuales las necesidades energéticas son muy elevadas (por ejemplo: hospitales). Los de climatización individual (figura 1b) se aplican en pequeños espacios (por ejemplo: domésticos) y los combinados (figura 1c) se aplican en espacios de grandes a pequeñas dimensiones; sin embargo, este sistema utiliza la energía térmica del sistema central, se aplica en áreas comerciales, hospitales, escuelas, etc.

➤ **La climatización de un CPD:**

✓ **La importancia de la climatización de espacios CPD:** El mantenimiento preciso de las condiciones ambientales es muy importante en los espacios CPD porque garantizan la integridad de su información y la confiabilidad de la operación de los equipos electrónicos por mucho tiempo; esto garantiza óptimas condiciones de funcionamiento de los equipos. El aire acondicionado de precisión es esencial para asegurar un ambiente correcto de los equipos electrónicos. El sistema “Close Control” está preparado para mantener a través del control microprocesado la temperatura y humedad óptimas requeridas para el funcionamiento eficaz de los sistemas electrónicos. Para poder mantener el nivel de temperatura adecuado y el grado de humedad dentro de los límites medios, se proponen dotaciones de equipos de climatización específicos para salas informáticas, controlado por microprocesador, capaz de producir frío, calor y humidificar o deshumidificar de forma automática dentro de unos márgenes de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $\pm 2\%$ HR (Humedad. Relativa) para valores de funcionamiento previstos de 21°C y 60% HR. El aire acondicionado de la sala del CPD debe ser independiente del aire general del edificio.

✓ **Aire acondicionado de precisión vs “confort”:** No se debe climatizar un CPD por pequeño que sea, con un sistema de aire acondicionado de confort. Existe una gran diferencia entre climatizar equipos electrónicos y proporcionar un ambiente agradable para el confort de las personas. Para empezar, la gente agrega humedad al ambiente de una habitación y los equipos no. De tal manera que se debe tomar en consideración el “enfriamiento latente” (la habilidad de remover la humedad) y el “enfriamiento sensible” (la habilidad de remover el calor seco). Los aires acondicionados de ventana y los sistemas centrales en los edificios de oficinas están diseñados con una relación de enfriamiento sensible de alrededor de 0.60 a 0.70. Lo anterior significa que el 60-70% del trabajo que un sistema de confort hace es remover calor y el otro 30-40% es remover humedad. Eso es suficiente para una habitación llena de gente con un tráfico moderado entrando y saliendo de la misma. En cambio, el Aire Acondicionado de Precisión tiene una relación mucho más alta de enfriamiento sensible

a enfriamiento total de 0.85 a 0.95. Esto es, el 85-95% del trabajo del Sistema de Precisión se dedica al enfriamiento efectivo del aire y apenas el 5-15% a remover la humedad. Es decir, que hay dos cosas importantes a la hora de enfriar un CPD:

- a. Se tendrá que instalar mayor capacidad de aire acondicionado de confort para obtener los mismos resultados que con un Sistema de Aire Acondicionado de Precisión.
- b. Un sistema de confort extraerá la humedad por debajo de los límites aceptables para la eficiente de sus equipos. Lo cual significa que, o se expone a los problemas ocasionados por un ambiente muy seco, o tendrá que adquirir sistemas de humidificación adicionales. Con un Sistema de Precisión no existen tales problemas. Por un lado, no extraerá tanta humedad de aire y por otro, viene provisto de un sistema de humidificación integral que mantendrá, pase lo que pase, la humedad relativa exigida por los fabricantes de CPDs.

Otra gran diferencia entre sistemas de confort y de precisión es el volumen de aire que deberá moverse. Un sistema de precisión lo hará a través de los serpentines de enfriamiento a casi el doble de volumen que un sistema de confort para alcanzar su alta relación de enfriamiento total, manejar la densa carga térmica en los CPD y mantener, estrictamente, los niveles de temperatura y humedad relativa programados previamente. El movimiento de volúmenes mayores contribuye también a una mejor filtración de aire.²⁹

✓ **Filtros para zonas de impresión³⁰:**

En los locales destinados para equipo de impresión en papel, se deberá instalar equipo con filtros adicionales capaces de eliminar el polvo, virutas del papel y el tóner de acuerdo a la sección 430.4.1. En este local normalmente hay personal y la humedad relativa deber mantenerse en 50% máximo.

✓ **Locales atendidos destinados al control:** En los locales destinados para control, donde se tienen instalados equipos llamados servidores atendidos por personal de operación, los equipos seleccionados para acondicionar el aire deberán contemplar una carga relativa de calor latente mayor al de los locales adyacentes.

➤ **Equipos de enfriamiento de precisión:** Los sistemas de aire acondicionado para salas de cómputo, deberán ser equipos de precisión diseñados para operación continua las 24 horas del día los 365 días del año. La humidificación deberá hacerse con vapor de agua, evitando el rocío de agua en fase líquida; se debe contemplar la instalación de una barrera de vapor.

29, Climatización en CPDs, P. Nuno, J. L. Rivas y J. E. Ares <http://www.rediris.es/rediris/boletin/76/enfoque2.pdf>.

30, Norma Internacional para la Construcción e Instalación de Equipamiento de Ambientes para el Equipo de Manejo de Tecnologías de Información y Similares”. Icrea-std-131-2013.

Los equipos deberán estar provistos de un sistema de control que permita trabajar en redundancia con otros equipos (para niveles III, IV y V).

➤ **Alimentación eléctrica:** Son

- ✓ **Para equipos dentro del Data Center:** Se deberá alimentar con energía de la planta generadora y en forma exclusiva, sin compartir el alimentador con otras cargas. Los alimentadores y circuitos derivados deberán contar con sus protecciones contra sobre cargas y/o corto circuito y accesorios adecuados a la aplicación; utilizando gabinetes para interiores o exteriores según sea el caso. Las unidades remotas de condensación o chillers condensados por aire deben tener un interruptor de seguridad para fines de mantenimiento. El tipo de gabinete del interruptor, deberá ser apropiado para exteriores y deberán estar debidamente conectados a tierra.
- ✓ **Equipos Colocados fuera del centro de datos:** Cuando se especifique que un equipo de cómputo pueda operar en un ambiente de oficinas, la alimentación eléctrica del equipo de acondicionamiento de aire deberá estar separada de los otros servicios del edificio.

➤ **Redundancia:** Las cuales son

- ✓ **Definición:** Redundancia, es el porcentaje de capacidad sobrada en cantidad de equipos de soporte necesaria para asegurar la disponibilidad y continuidad total de los equipos IT dentro de la sala de cómputo.

Las nuevas tecnologías para ambientes de alta densidad han propuesto equipos múltiples dentro de un mismo gabinete. Este tipo de soluciones serán aceptadas si y sólo si la alimentación eléctrica de cada módulo de enfriamiento dentro del gabinete es exclusiva; y en caso de ser soportadas por agua helada, cada módulo dentro del gabinete deberá estar alimentada por un enfriador independiente. De tal forma que una falla eléctrica en el circuito alimentador no produzca la caída de todo el gabinete. Así mismo la falla de un equipo de enfriamiento no deberá causar la caída de todo el gabinete.

Excepción: Cuando un gabinete esté enfriado por un conjunto de equipos enfriadores y estos estén interconectados mediante una tubería común de tal forma que la falla de un equipo enfriador no provoque la falta de enfriamiento del gabinete; ya que otra(s) mantendrá la capacidad de enfriamiento requerida por los equipos de procesamiento de datos y/o comunicaciones.

- **Capacidad requerida:** De acuerdo con la clasificación del ambiente de tecnologías de la información que se proyecta, se debe contemplar la redundancia especificada por ella, incluyendo la capacidad sensible y latente que necesitan los equipos de cómputo para su enfriamiento. Ver sección (4.6.3 Topologías de confiabilidad, niveles TIER)

2.8.4. Puntos calientes: La temperatura (Dry Bulb) a la entrada de los gabinetes, no deberá ser superior a 27°C de acuerdo a Norma ASHARE TC 9.9 para salas de equipos de procesamiento de datos.

✓ **Medición de la energía térmica producida³¹:** El calor es energía y se expresa comúnmente en julios, BTU, toneladas o calorías. Las medidas comunes de régimen de energía térmica producida son BTU por hora, toneladas por día y julios por segundo (julios por segundo es igual a vatios). No existe ninguna razón de peso para el uso de todas estas medidas diferentes para expresar los mismos productos; no obstante todas ellas pueden utilizarse para expresar capacidades de potencia o refrigeración. El uso indistinto de estas medidas genera gran confusión entre usuarios y especificadores. Afortunadamente, existe una tendencia mundial entre las organizaciones de definición de estándares a pasar todas las medidas de capacidad de potencia y refrigeración a un estándar común, el vatio. Los términos arcaicos de BTU y toneladas quedarán fuera de uso con el transcurso del tiempo¹. Por tal razón, en este informe se tratarán las capacidades de refrigeración y potencia en vatios. El uso del vatio como estándar común es fortuito, dado que simplifica el trabajo asociado con el diseño del centro de datos, tal como se explicará posteriormente. En Norteamérica, las especificaciones de las capacidades de potencia y refrigeración se siguen expresando con los términos legados BTU y toneladas. Por esta razón, se suministran las siguientes excepciones conversiones para asistir al lector.

TABLA 2

Dado un valor en	Multiplicar por	Para obtener
BTU por hora	0,293	vatios
vatios	3,41	BTU por hora
toneladas	3530	vatios
vatios	0,000283	toneladas

CONVERSIONES PARA ASISTIR AL LECTOR

31. Neil Rasmussen – Cálculos de los Requisitos Totales de Refrigeración para Centros de Datos.

- ✓ **Excepción 1:** Aquellas salas que estén diseñadas con la colocación de equipos formando pasillos calientes; mismos en los que la temperatura podrá ser hasta 40°C; máxima acorde a lo indicado en el artículo 430.5.
- ✓ **Excepción 2:** Aquellas salas que estén diseñadas con la colocación de equipos formando pasillos fríos y calientes deberán mantener los flujos de aire separados; asegurando que el aire frío que entre en las máquinas de procesamiento de datos esté acorde a lo indicado en el artículo 430.5.

En los casos de pasillos fríos y calientes, se deberá colocar el retorno de aire, de tal forma que el aire circule hacia el retorno por el pasillo caliente evitando que se mezcle con el aire frío del resto de la sala o de los pasillos fríos.

2.8.5. Determinación de la energía térmica producida de un sistema

completo: La energía térmica total producida por un sistema es la suma de las generaciones térmicas de los componentes. El sistema completo incluye los equipos de IT, más otros elementos tales como UPS, distribución de energía, unidades de aire acondicionado, iluminación y personas. Afortunadamente, los regímenes de energía térmica producida de estos elementos pueden ser determinados fácilmente aplicando reglas simples y estandarizadas.

La energía térmica producida de las UPS y de los sistemas de distribución de energía consta de una pérdida fija y una pérdida proporcional a la energía operativa. Existe bastante uniformidad con respecto a estas pérdidas entre las distintas marcas y modelos de equipos, de forma tal que pueden calcularse de manera aproximada con poco margen de error. Las cifras relativas a la iluminación y las personas también pueden estimarse sin inconvenientes utilizando valores estándar. La única información necesaria para determinar la carga de refrigeración para el sistema completo son unos pocos valores disponibles en forma inmediata, tal como el espacio ocupado en pies cuadrados y la energía eléctrica nominal del sistema.

Las unidades de aire acondicionado, con sus ventiladores y compresores, crean una cantidad significativa de calor. Este calor es extraído al exterior y no crea carga térmica dentro del centro de datos. Sin embargo, resta eficiencia al sistema de aire acondicionado y normalmente se toma en consideración cuando se dimensiona el sistema de aire acondicionado.

Es posible realizar un análisis térmico detallado utilizando datos de producción térmica para cada elemento del centro de datos; pero la estimación rápida basada en reglas simples brinda resultados que se encuentran dentro del margen de error típico del análisis más complicado. Asimismo, la estimación rápida brinda la ventaja de que puede ser realizada por cualquier persona sin conocimientos o capacitación especializados.

La Tabla 3 suministra una hoja de trabajo que permite el cálculo rápido de la carga térmica. A partir de la hoja de trabajo, es posible determinar la energía térmica total producida en un centro de datos en forma rápida y confiable. El uso de la hoja de trabajo se describe en el procedimiento explicado debajo de la

Ítem	Datos requeridos	Cálculo de la energía térmica producida	Subtotal de energía térmica producida
Equipos de IT	Potencia total de la carga de IT en vatios	Igual a la potencia total de la carga de IT en vatios	_____ vatios
UPS con batería	Potencia nominal del sistema de energía en vatios	$(0,04 \times \text{régimen del sistema de energía}) + (0,06 \times \text{potencia total de la carga de IT})$	_____ vatios
Distribución de energía	Potencia nominal del sistema de energía en vatios	$(0,02 \times \text{régimen del sistema de energía}) + (0,02 \times \text{energía total de la carga de IT})$	_____ vatios
Iluminación	Espacio ocupado en pies cuadrados, o Espacio ocupado en metros cuadrados	$2,0 \times \text{espacio ocupado (pies cuadrados)}$, o $21,53 \times \text{espacio ocupado (metros cuadrados)}$	_____ vatios
Personas	Cantidad máxima de personal en el centro de datos	$100 \times \text{cantidad máxima de personal}$	_____ vatios
Total	Subtotales anteriores	Suma de los subtotales de energía térmica producida	_____ vatios

Tabla 3

2.8.6 Detección de líquidos: Se deberá proveer de un medio de detección de líquidos dentro del plenum del piso elevado (o aéreas por donde pasen tuberías de agua que puedan poner en riesgo los servidores y/o instalaciones eléctricas) de tal forma, que ante la presencia de ellos, se active una alarma visual y audible para asegurar que se tomen las medidas correctivas oportunamente.

2.9. AHORRO DE ENERGÍA: Debe ser en:

2.9.1. Equipos de Aire de precisión: Se deberán tomar consideraciones para el ahorro de energía en los equipos de aire acondicionado para Data Centers, escogiendo equipos que presenten una clara ventaja energética que lleven la instalación a un PUE³² menor que 2.

2.9.2. Densidad de carga térmica: De ser posible, se deberán mantener separadas las áreas conteniendo servidores de alta densidad con los de baja densidad, ya que los requerimientos de flujo de aire y capacidad de enfriamiento son diferentes para cada caso.

➤ **Localización de rejillas de retorno:** Se deberán colocar de tal manera que se evite el retorno del aire frío prematuramente o sin pasar por los equipos de procesamiento de datos. Los circuitos cortos no enfrían los equipos y son desperdicio de energía.

32. PUE “Power Usage Effectiveness”

(Agregar evitar los retornos por falta de gabinetes o blankin panels y referenciarlo con comunicaciones)

- **Control maestro de monitoreo de los CRACs:** Todas las unidades CRAC y chillers (cuando aplique), deberán estar interconectadas en la parte de control, que permita un control centralizado que evite conflictos entre las unidades, este control indicará a cada unidad cuando humidificar, deshumidificar y cuando enfriar.
- **Cuidados al ambiente:** Son
 - ✓ **Gases y Refrigerantes:** Se deberán utilizar gases y refrigerantes en acorde a lo requerido en los tratados de Montreal y el de Kioto. Todos los equipos que se instalen a partir del 2010, deberán cumplir estrictamente con este requerimiento y no serán aceptados aquellos que utilicen sustancias prohibidas o restringidas.
 - **Efecto galvánico:** Se deberán proveer medios para limitar el efecto galvánico, resultado del contacto de tuberías de cobre con soportes galvanizados.

2.9.3. Tuberías de agua: No se permite la canalización de tuberías de agua para equipos de aire acondicionado por la parte superior de los equipos de procesamiento de datos y/o comunicaciones. Se permite el uso de tuberías de PVC para canalizar agua helada siempre y cuando éstas se encuentren en el interior del plénium del piso elevado, debidamente aisladas; y el plénium del piso elevado no se utilice para retorno de aire. El espesor de la pared de la tubería no podrá ser menor a 5mm.

- **Calidad del agua:** Se deberá asegurar que el contenido de sales en suspensión y calcio se mantengan en rangos tales que no afecten la operación adecuada de los humidificadores para lo cual será necesario un análisis cuantitativo y cualitativo del agua para determinar la necesidad de colocación de filtros apropiados.

2.10. VENTILACIÓN: Tienen las siguientes condiciones:

2.10.1. Condiciones de ventilación³³: Por lo anteriormente dicho se hace necesario utilizar sistemas de ventilación en aquellos locales en los que se desarrolle una gran concentración de partículas. Las disposiciones oficiales indican valores máximos de concentración aceptables MAC, que respecto al polvo pueden venir dados de dos formas:

- En millones de partículas por m³.
- En número de partículas por cm³

Si el polvo contiene sílice se exige una concentración máxima mucho menor (peligro de silicosis). La fibra de amianto no está permitida (peligro de cáncer). La ventilación y su factor de necesidad vienen determinados por el % de CO₂ no porque éste sea el más perjudicial,

sino porque es el más fácil de medir y muy característico tratado como impureza ambiental. El volumen de aire que se recomienda introducir en un lugar (sin fumar), es de 20 m³/hora y persona, y si se fuma es de 30 m³/hora y persona. En clínicas suele ser de 100 m³/hora y cama. El número de veces que conviene renovar el aire por hora depende del tipo de local, procurando evitar velocidades de aire elevadas. Así se tiene:

- ✓ 2 a 5 Almacenes.
 - ✓ 5 a 10 Oficinas, escuelas, aseos, salas de reuniones.
 - ✓ 10 a 15 Salas de baile, clínicas, bares.
 - ✓ 15 a 20 Salas de espectáculos y restaurantes.
 - ✓ 20 a 30 Cines, teatros, casinos.
 - ✓ 30 a 45 Cabinas de pintura
- A un sistema de ventilación se le exigen una serie de condiciones, tales como:
- ✓ Garantizar la renovación de aire precisa.
 - ✓ No producir corrientes molestas en los locales a ventilar.
 - ✓ El barrido tiene que ser uniforme
- El sistema de ventilación no debe producir ruidos molestos. La ventilación puede ser natural o forzada; por la forma de actuar en el tiempo puede ser permanente e intermitente. Cuando es intermitente puede provocar el barrido del polvo depositado en las paredes durante el periodo en el que la ventilación no actúa. La ventilación puede tener otras finalidades distintas de la de suministrar aire, como el arrastrar una cierta cantidad de calor o cantidades de productos nocivos. La ventilación tendrá que eliminar una fracción del calor a disipar, por cuanto hay una cantidad de calor q que se elimina por sí sola, en fugas y pérdidas al exterior.

El volumen de aire necesario para este tipo de ventilación es:

$$V = \frac{Q - q}{0,3 (T_e - T_i)} \text{ m}^3 \text{ hora}$$

Siendo Q la cantidad de calor total a disipar, y T_e y T_i las temperaturas del medio exterior y del interior respectivamente. Si se desea eliminar un elemento nocivo que se produce en el local a un ritmo de

$$P = \frac{\text{PARTICULAS}}{\text{HORA}}$$

Se precisará un volumen de aire V' dado por:

$$V' = \frac{P}{(MAC) - K_i \text{ Hora}} \text{ m}^3$$

Siendo K_i la concentración del producto nocivo del aire que entra del ambiente, pudiendo ser cero.

La ventilación natural puede ser espontánea o por conducto. La ventilación espontánea tiene lugar a través de rendijas, agujeros, etc., y puede ser motivada por la acción del viento o por una diferencia de densidades originada por una diferencia de temperaturas en el aire.

La ventilación natural por conducto se realiza por la fuerza motriz (diferencia de densidades del aire) dentro del conducto. Para facilitar la aparición de la fuerza motriz se puede calentar la parte superior del conducto.

La ventilación forzada se realiza mediante una instalación que consta de:

a) Prefiltro; b) Filtro; c) Calefactor; d) Ventilador

A veces se completa con un refrigerador y un humidificador, cuya misión no es la de proporcionar una humedad ideal, sino que a partir de la humedad por él generada, ésta aglutina el polvo que lleva el aire en suspensión.

Mediante el filtrado se retienen las partículas más finas, y suele consistir en hacer pasar el aire por una serie de laberintos impregnados en aceite. Un filtrado muy aceptado consiste en utilizar filtros electrostáticos en los que se depositan las partículas ionizadas. El elemento calefactor no actúa directamente sobre el aire, sino que lo hace mediante un intercambiador de calor, de forma que por el interior de los tubos circula agua caliente y por el exterior el aire a calentar. El ventilador tiene la misión de impulsar el aire a través del acondicionador. La toma de entrada de aire se realiza en la parte más higiénica del exterior mientras que las bocas de salida del local están situadas en la parte superior de las paredes o en los techos, pudiendo ir provistas de deflectores que orienten el aire donde más convenga.

2.10.2. Presión positiva: En caso de que el diseño conceptual ³⁴. Contemple el mantener una presión positiva dentro del centro de cómputo, únicamente se debe inyectar un máximo del 1% del volumen de aire que se mueve en el cuarto.

La presión positiva con aire externo también es usado para mantener las partículas contaminantes fuera de la sala. Este aire externo deberá ser prefiltrado y deberá ser ingresado a la sala por arriba de su temperatura de rocío.

2.10.3. Limpieza del aire dentro del Data Center: Esta es a base de:

- **Filtros de aire en la sala:** Filtros de aire MERV 7 categoría E3-Y4, con una eficacia media del 70% * h * 84.5%, una arrestancia mayor al 90% y ser fabricados con material ignífugo.

El control de la pureza del aire consiste en reducir o eliminar el contenido de partículas sólidas o de gases indeseables contenidos en el aire suministrado a un espacio acondicionado. Para ello se utilizan filtros con determinada especificidad en términos de eficacia de retención de las partículas sólidas en suspensión. Son filtros reutilizables o desechables que pueden ser estándar o de elevada eficacia de acuerdo con los requisitos de los equipamientos informáticos. Los filtros estándar corresponden a la clase EU4 y EU5 de acuerdo con las Normas Europeas Eurovent, con una eficacia situada entre el 90-98% según los resultados del estudio gravimétrico utilizado por la ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.) Standard 52.1, y los de elevada eficacia (99%) corresponden a la clase EU6-EU9 según las normas ASHRAE. Los filtros se instalan normalmente en el retorno del equipo y en el caso del aire de renovación o ventilación los ventiladores deberán estar equipados con filtros.

- **Filtros de carbón:** En caso de ser necesario, se debe instalar un filtro de carbón activado, evitando los contaminantes siguientes:
 - VOCs (Volatile Organic Compounds).
 - Partículas de hollín.
 - Partículas de condensados como carbonatos.
 - Partículas de concreto.
 - Partículas metálicas.
 - Detergentes con alto contenido de amoníaco.
 - Polvos y tiras de papel.
 - Productos químicos derivados de equipos de reproducción de microfichas.
- **Contaminantes del aire:** Los contaminantes presentes en el aire provocan daños y mal funcionamiento a los equipos de cómputo, se debe evitar que los contaminantes citados anteriormente, estén presentes en el Ambiente de Tecnologías de la Información. Los ductos, el plenum de inyección, y las charolas de cableado, deberán estar limpios; todos los cables fuera de uso y equipo obsoleto deberán ser removidos del plenum de inyección de aire. La máxima concentración de contaminantes permitida en una superficie, como el piso elevado o bajo el piso elevado, será: Por peso: No mayor a 2,78

x 10⁻³ Kg/m² o 0,027 N/m² (250,000 microgramos por pie².) Por diámetro de partículas metálicas entre 4 micrómetros (J.m) y 120 micrómetros (J.m): No más de 300 partículas/m² (25 por pie²).

Tabla 4

Contaminante	Máxima concentración permitida en microgramos por m ³
Amoniaco (NH ₃)	500
Cloro (Cl)	100
Hidrocarburos	4000
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	50
Dióxido de Nitrógeno	100
Ozono (O ₃)	235
Dióxido de Azufre (SO ₂)	80

Tabla 5

Volumen del local m ³	Número de renovaciones cada 24 horas
283,2	5,0
707,9	3,0
1414,9	2,0
2381,7	1,4

- **Hongos, Bacterias y Residuos:** Se deberá vigilar frecuentemente el estado de los depósitos de agua utilizados para mantener la humedad a su nivel establecido en la sección 4.7.5 de éste documento, verificando que estén libres de hongos, bacterias y residuos de cualquier tipo.

2.11. TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA

2.11.1. Rangos de temperatura y humedad: Los equipos de cómputo demandan un ajuste de temperatura y humedad estable para mantener sus componentes dentro de los rangos de operación recomendados por los fabricantes de equipo electrónico. Por lo tanto, el objetivo del diseño es poder estabilizar la sala dentro de los rangos admisibles, evitando los aumentos de temperatura y humedad relativa en las diferentes zonas de los cuartos de IT.

En caso que se opte por sistemas de inyección directa de aire externo al centro de cómputo, mediante economizadores de aire (free cooling air economizer), se debe considerar los límites de punto de rocío, humedad relativa y bulbo seco definidos por la Norma ASHRAE TC 9.9.

Se deberán usar los lineamientos de operación de centros de cómputo definidos bajo la norma ASHRAE TC 9.9 para controlar temperatura y humedad a fin de minimizar el uso de energía sin comprometer la disponibilidad y continuidad del CPD

En caso de enfriamiento en gabinetes cerrados se deberá mantener la temperatura del aire de entrada al Rack por arriba del punto de rocío de las condiciones internas del Rack y la humedad relativa máxima de inyección será del 80%.

Tabla de tolerancia de temperatura y humedad para máquinas sin operar

TABLA 6

	Temperatura en °C	Humedad Relativa en %	Máxima Temperatura de Bulbo Húmedo
Rango	10° - 43°	8% - 80%	40° a 60°
Ideal	26,5°	40%	27°

Tabla de Tolerancia de temperatura y humedad para maquinas operando

TABLA 7

	Temperatura en °C	Humedad Relativa en %
Rango	18° -27°C	40% -60%
Ideal	23°	50%

- **Excepción 1:** Aquellas salas que estén diseñadas con la colocación de equipos formando pasillos calientes mismos en los que la temperatura podrá ser hasta 40°C máximo.

2.11.2. Necesidad de ajuste antes de la puesta en operación de los equipos:

El sistema de aire acondicionado del Ambiente de Tecnologías de la Información deber ser ajustado antes de que sean instalados los equipos de cómputo y las condiciones de temperatura y humedad relativa en el ambiente y bajo piso elevado, deberán verificarse. Los equipos de aire acondicionado deberán mantener la temperatura con una variación máxima de 2°C y 5% hr.

2.11.3. Transición de equipos en redundancia: No se permitirá que en caso de falla de algún equipo de aire acondicionado, se presente un incremento en la temperatura de los equipos de cómputo tal que el equipo de cómputo se proteja por temperatura.

- **Enfriamiento continuo:** Estas son
 - ✓ **Para cargas superiores a Cargas superiores 4KW/racks:** Para aquellas CPD's que superen las densidades de color de KW por – gabinete o rack-y para los centros de datos niveles III, IV y V, será necesario implementar soluciones que garanticen el movimiento de aire entre los equipos sensibles, durante un evento de falta de fluido eléctrico o durante operación normal a respaldo.
- **Reservada**
- **Energía ininterrumpible en equipos de expansión directa:** Para sistemas de enfriamiento de precisión por expansión directa, se deberá alimentar los ventiladores del evaporador, el control electrónico y tarjetas de monitoreo, con una fuente eléctrica ininterrumpida.
- **Energía ininterrumpible en equipos de agua helada:** Para sistemas de enfriamiento de precisión por agua helada, se deberá alimentar los ventiladores del evaporador, el control electrónico y tarjetas de monitoreo, con una fuente eléctrica ininterrumpida.
- **Energía ininterrumpible para equipos de aire de precisión:** Las fuentes de energía ininterrumpidas deben seguir los todos los lineamientos de la artículo 420.12 ³⁵.
- **Doble alimentación eléctrica:** Los equipos que soporten el enfriamiento continuo deben tener la capacidad de soportar doble alimentación eléctrica para operación al 100% de capacidad.

35, Norma Internacional para la Construcción e Instalación de Equipamiento de Ambientes para el Equipo de Manejo de Tecnologías de Información y Similares". Icrea-std-131-2013.

2.11.4. Pruebas finales: Estas deben ser

- **Protocolo de pruebas:** Se deberá realizar un protocolo de pruebas finales que consistirán en: Pruebas de aislamientos eléctricos. Pruebas de continuidad eléctrica de las canalizaciones eléctricas. Medición de todos los parámetros eléctricos y verificar que se encuentren en rango. Protocolo de pruebas dinámicas para garantizar que la operación del equipo cumpla con lo especificado. Verificación de ausencia de fugas del agente refrigerante.
- **Temperatura y humedad:** Deberá mantenerse conforme a lo establecido en las tablas 5a y 5b. Se debe considerar la instalación de una barrera de vapor y aislamiento térmico en las paredes, techo y piso de la sala como una medida para disminuir el uso de los humidificadores/deshumidificadores y para disminuir la transferencia de calor y humedad desde el exterior de la sala.
- **Monitoreo:** Se deberá contar con un sistema de monitoreo ambiental en la sala de cómputo que verifique en todo momento el cumplimiento de los parámetros de temperatura y humedad dentro del sala y emita avisos locales y remotos indicando si estos parámetros se salen de su rango pre fijado. Este sistema de monitoreo ambiental debe vigilar, el derrame de líquidos dentro del plenum de piso.

2.12. MANTENIMIENTO:

2.12.1. Bitácoras de mantenimiento: Se deberá llevar un plan mensual de mantenimiento preventivo documentando apropiadamente todos los cambios que se realicen; ya sea como mejora o como corrección de alguna falla.

2.12.2. Serpentes: Se deberá prestar particular atención al estado de los serpentes tanto de unidades evaporadoras como de unidades condensadoras o intercambiadoras de calor, vigilando que éstos se mantengan en buen estado, libres de incrustaciones y corrosión.

2.13. REJILLAS DIFUSORAS Y DE RETORNO:

2.13.1. Material de fabricación: Deberán de ser metálicas de material resistente a la oxidación.

2.13.2. Módulos de piso perforados: El uso de módulos de piso con perforaciones para la distribución del aire dentro del Data Center es permitido.

- ✓ **Excepción:** En ambientes de densidad media o mayores (más de 4 KW en un rack o gabinete) en cuyo caso solo se permitirán rejillas metálicas que permitan un flujo mayor que 300 CFM.
Se deberá evitar la colocación de rejillas cerca de las manejadoras de aire para reducir el retorno prematuro del aire antes de que este enfríe el hardware para cual ha sido inyectado. Adicionalmente el retorno

prematureo manda señales falsas a los sensores de temperatura de las manejadoras de aire.

Las rejillas deberán contar con un ángulo de deflexión de 60° para dirigir el aire hacia el hardware.

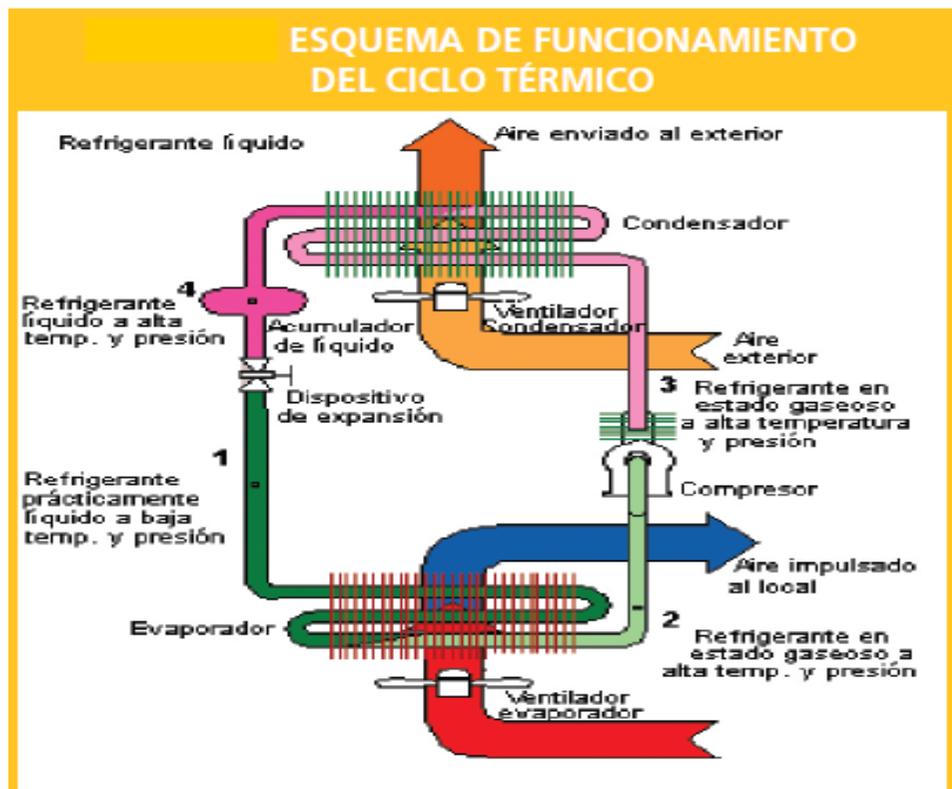
- **Identificación:** Son dos
 - ✓ **Identificación de equipos:** Se deberán identificar todos los equipos de aire acondicionado de tal forma que quede claro para cualquier persona a qué equipo pertenece un accesorio (bomba de agua, válvula, tubería, unidad condensadora, intercambiador de calor, tanque de expansión, motor, ventilador, soplador).
 - ✓ **Identificación de tuberías:** Todas las tuberías deberán indicar el sentido del flujo mediante flechas pintadas sobre ellas o sobre sus aislamientos térmicos de acuerdo a los códigos locales acordes a este tipo de instalaciones.
 - ✓ **Tolvas en la descarga de aire de manejadoras:** Se deberán colocar tolvas deflectoras que eviten que la descarga de aire de las unidades de aire, choque directamente en el piso real dentro del plénium del piso elevado. Se deberán preferir ventiladores instalados sobre el piso real directamente abajo de las manejadoras.
- **Zonas de seguridad:**
 - ✓ **En unidades condensadoras:** Se deberá marcar con una franja amarilla sobre el piso y de un ancho no menor de 5 cm en forma perimetral el área de seguridad de las unidades exteriores (condensadoras o cambiadoras de calor) dejando un espacio entre la unidad y la franja un mínimo de 40 cm en forma perimetral.
 - ✓ **Esclusas de acceso:** Son dispositivos de control de entrada a una sala compuesto por dos puertas y un sistema que permite la apertura de solo una de ellas a la vez, de tal forma que no puedan estar abiertas las dos puertas simultáneamente. Este sistema evita la fuga de aire del interior del centro de cómputo hacia el exterior y la entrada de polvo hacia el interior de la sala. El acceso al centro de cómputo deberá ser a través de esclusa.
- **Documentación:**
 - ✓ **Manuales de operación:** Se deberán proporcionar manuales completos de operación de los equipos.
 - ✓ **Manuales de procedimientos de mantenimiento:** Se deberán proporcionar manuales de mantenimiento y recomendaciones del fabricante. Se deberá incluir un plan de garantía de los equipos así como el procedimiento y costos operativos para los siguientes 5 años.
 - ✓ **Manuales de procedimientos de contingencia:** Se deberá entregar un manual de procedimientos en caso de contingencia.

- ✓ **Planos de la instalación:** Se deberán entregar planos completos de las instalaciones tal y como quedaron al terminar la construcción del Data Center (Planos As Built) debidamente actualizados en formato digital e impresos.
Estos se deberán revisar y actualizar anualmente.
- ✓ **Memoria de cálculo:** Se deberá entregar una memoria de cálculo en la que se describa detalladamente todo el procedimiento de cálculo realizado incluyendo el balance térmico y el análisis de flujos, así como los flujos de aire considerados en cada rejilla. Se deberán incluir también los cálculos relacionados con las caídas de presión en las tuberías y los aislamientos térmicos. Esta información se deberá actualizar anualmente.
- ✓ **Memoria Técnica descriptiva:** Se deberá incluir una memoria técnica que describa en forma precisa los criterios que se consideraron durante el diseño de la instalación y la forma en que quedó funcionando, detallando cada uno de los componentes incluyendo su función, sus parámetros de operación y características.
- ✓ **Instalación³⁶:** En el proyecto de climatización de un CPD están siempre presentes los aspectos más importantes descritos en el apartado 3.1 y a partir de esos elementos se establece una solución que pasa por instalar:
 - a. Unidad acondicionadora de aire.
 - b. Ventiladores para renovación de aire.
 - c. Sistema de tubos de cobre aislados de interconexión de las unidades evaporadora/condensadora.
 - d. Sistema de tubos de drenaje de condensados.
 - e. Alimentación eléctrica al sistema.
 - f. Sistema de conducción del aire de recirculación de aire nuevo.
 - g. Sistema de control

Existen en el mercado diversas soluciones de aire acondicionado para CPDs. Básicamente los equipamientos utilizados son sistemas de aire acondicionado de precisión que controlan la temperatura y humedad dentro de los parámetros preestablecidos.
- **Equipamiento de aire acondicionado:** Existen diversos tipos de equipamientos con diferentes modos de producción de agua refrigerada; se pueden encontrar en el mercado los siguientes tipos:
 - ✓ De expansión directa con condensador enfriado con aire.
 - ✓ De expansión directa con condensador enfriado con agua fría en la torre de enfriamiento.
 - ✓ De doble fluido: expansión directa con condensador enfriado con aire y unidad productora de agua refrigerada.

- ✓ De doble fluido: expansión directa con condensador enfriado con agua fría en la torre de enfriamiento y unidad productora de agua refrigerada.
- ✓ Con sistema de free-cooling Los equipos pueden tener rejillas frontales o no, mediante el sistema de distribución del aire que se desea para el CPD y que se explica en el siguiente apartado. Las unidades más utilizadas son de expansión directa y funcionan de acuerdo con los principios de un sistema “bomba de calor” con dos circuitos de distribución de aire ambos aislados por medios mecánicos (Figura 18). En el proceso de refrigeración el circuito interno de distribución de aire retira el calor de los componentes eléctricos y electrónicos para la máquina de acondicionamiento de aire. El aire se enfría y deshumidifica dentro de la unidad de refrigeración y después es insuflado hacia el interior de la sala.

FIGURA 18

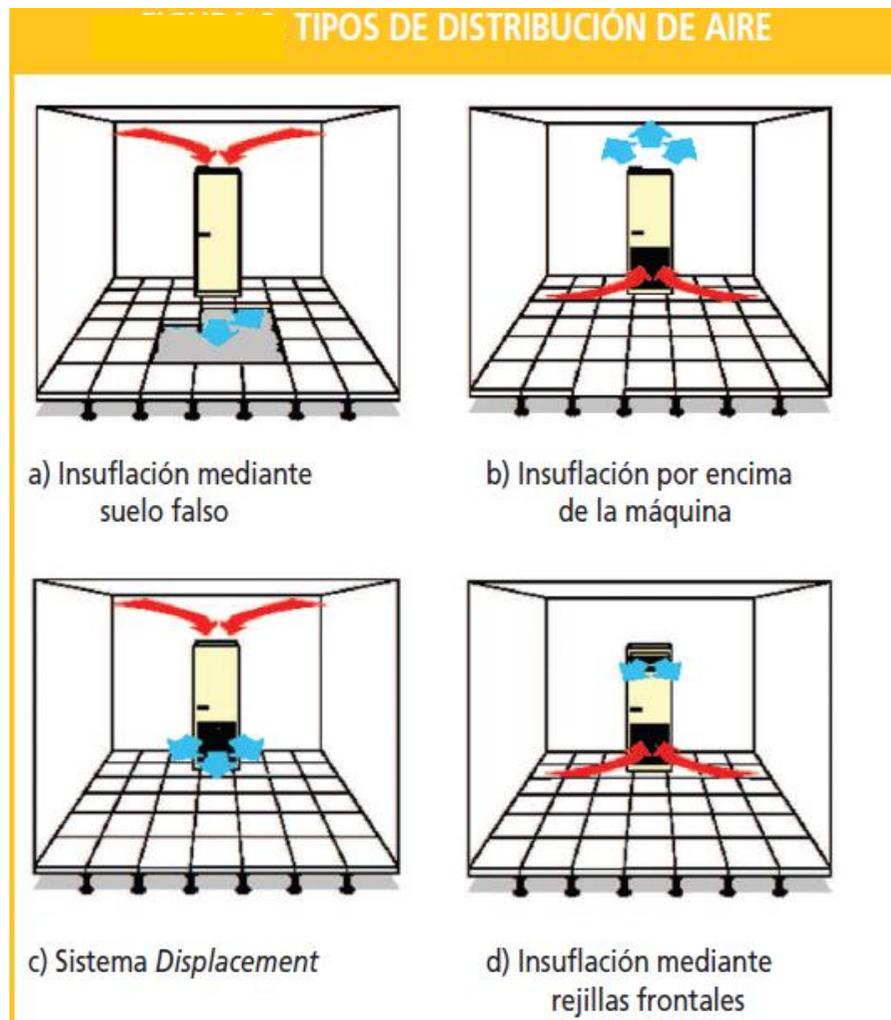


El circuito externo de distribución de aire utiliza el aire exterior para enfriar el condensador y de esta manera enviar el calor del sistema para la atmósfera.

El ventilador del circuito interno de distribución de aire está siempre en funcionamiento desde que éste esté alimentado eléctricamente. El termostato de este circuito regula el compresor y el ventilador del circuito externo de distribución de aire.

2.13.3. Distribución del aire: La distribución del aire climatizado se puede llevar a cabo de varias formas de acuerdo con la configuración de la máquina y las características de la propia sala. Existen cuatro formas de circulación del aire: insuflación en la región del suelo, insuflación por encima de la máquina, utilizando el sistema displacement¹ e insuflación mediante rejillas frontales, de acuerdo con la Figura 16 que se presenta a continuación:

FIGURA 19



La Figura representa un esquema de un sistema de climatización compuesto por dos unidades de insuflación mediante suelo técnico y retorno por la parte superior de la máquina. El aire refrigerado es conducido a través del suelo técnico donde se insufla mediante rejillas de suelo instaladas en la parte delantera de los equipamientos informáticos. Este aire pasa por los compartimientos, recibe el calor de los equipamientos y regresa al ambiente por la parte trasera de los mismos, el aire caliente entra por la parte superior de la máquina de climatización para efectuar un nuevo ciclo.

FIGURA 20



Otra alternativa es crear un sistema de conductos independientes de aire en el techo para hacer distribución del aire (Figura 18). Con él se impulsa el aire frío por el techo y se hace el retorno también a través del techo, mediante rejillas colocadas estratégicamente por encima de las salidas de aire caliente procedente de la disipación de los equipos.

FIGURA 21



Para conseguir una sensación de bienestar hay que tener en cuenta la humedad del aire, su temperatura, velocidad, etc. Así como la presencia de paredes frías, en las que el color rojo produce una sensación de excitación, mientras que el verde es tonificante, o la presencia de ruidos más o menos molestos.³⁷

El aire contiene un 0,03% de CO₂, que al ser respirado por el organismo humano sale a 37°C con un 4% de CO₂. Asimismo, el ser humano en reposo absorbe 25 litros de O₂ por hora, equivalentes a 400 litros de aire por hora, consumo que crece con la actividad.

El aire de una habitación cerrada se llega a enrarecer por la presencia de un 2% de CO₂, llevando a la gente a un estado de excitación; para un 3% de CO₂ se llega a un estado de depresión general que puede llegar al desfallecimiento. En ambientes habituales, no industriales, se considera como índice de habitabilidad un % de CO₂, que es fácil de medir y que da una idea bastante exacta de la pureza del ambiente; el límite máximo admisible es de 0,1%, llegándose a admitir en situaciones excepcionales, (refugios), porcentajes de hasta un 3%, no exigiéndose situaciones ideales en casos así.

El cuerpo humano goza de un sistema regulador de su temperatura, que es de 37°C, pudiendo vivir en ambientes cuyas temperaturas oscilan entre -70°C y +50°C. La temperatura varía de una a otra parte del cuerpo, consiguiéndose este equilibrio mediante un consumo de energía interior y de aislamiento con vestidos.

La temperatura ambiente más agradable al cuerpo humano, con respecto a una situación de actividad nula, es del orden de 20°C. Respecto a la respiración, la temperatura ideal del aire oscila entre 15°C y 18°C. El ser humano elimina al exterior calor y humedad por medio de la respiración y la transpiración, cuestiones a tener en cuenta a la hora de proyectar una instalación. La cantidad total de calor que elimina el cuerpo humano en forma de calor sensible (radiación y convección), y calor latente (transpiración), viene repartido en la siguiente forma:

- El agua eliminada por una persona en reposo, a 22°C de temperatura ambiental, y con una humedad relativa comprendida entre un 30 % y un 70%, es de 50 gr/hora.
- El calor sensible que una persona elimina al exterior, a una temperatura media de 18°C, se compone de 35 Kcal/hora por radiación; 25 Kcal/hora por convección; despreciable por conducción

La transpiración crece con la temperatura; de aquí que el ingeniero a la hora de proyectar, tiene que conseguir un determinado grado de bienestar que se puede lograr de diferentes formas. Existen curvas XV.-369 experimentales obtenidas tomando datos con gente en ambientes de distintas condiciones de temperatura seca y húmeda, y velocidad del aire, que dan sensaciones de confort parecidas.

Tabla de calor eliminado por una persona en distintas situaciones

a) Tumbado	74 Kcal/hora
b) De pie	108 Kcal/hora
c) Trabajo de pie	140 Kcal/hora
d) Andando (5 Km/hora)	270 Kcal/hora
e) Carrera (9 Km/hora)	580 Kcal/hora
f) Trabajos muy intensos	hasta 1200 Kcal/hora

Tabla 8

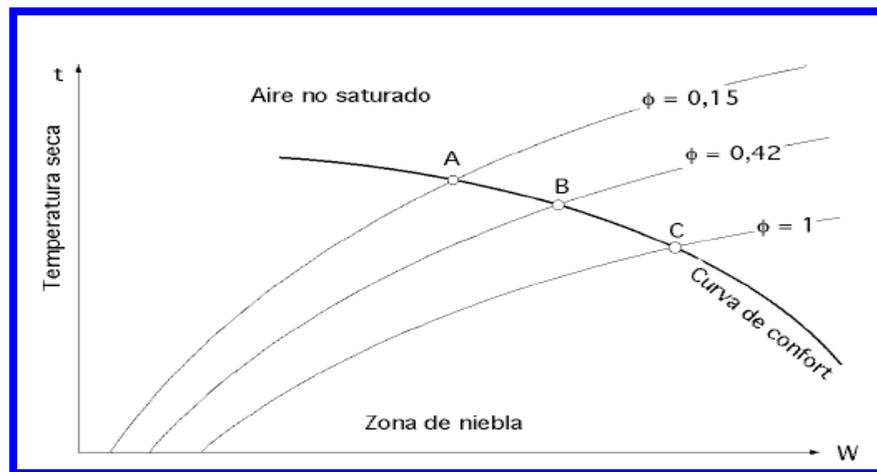


FIGURA 19

Curva de confort en el diagrama de Carrier

Estas curvas se definen por el valor de la temperatura en que la curva de confort equivalente corta a $\phi = 1$. Esta temperatura se denomina *temperatura característica*. A título de ejemplo presentamos una curva de confort en la que las condiciones de confort serían equivalentes en los puntos A, B y C de la Figura 19, de la forma:

- Temperatura seca 24°C; Temperatura húmeda 24°C; Velocidad del aire....en calma.
- Temperatura seca 28°C; Temperatura húmeda 19°C; Velocidad del aire....en calma.
- Temperatura seca 32°C; Temperatura húmeda 18°C; Velocidad del aire....1 m/seg.

La curva de confort a la que pertenecen los puntos A, B y C viene definida, como sabemos, por su temperatura característica, que en éste ejemplo es la del punto A, de 24°C. El mover el aire para producir una

sensación de frescor resulta tanto más efectivo, cuanto mayor sea la humedad de este aire. Si la temperatura ambiente es mayor que la del ser humano, el movimiento de este aire podría originar quemaduras.

Por lo que respecta al efecto nocivo de las paredes frías, si por ejemplo se tiene una habitación a una temperatura ambiental de 18°C, y existe en ella una pared acristalada a 7°C, debido a la intensa radiación existente entre el ambiente y la pared, se experimenta una cierta sensación de malestar; para evitar esta sensación, desagradable, es necesario elevar la temperatura del aire hasta unos 26°C, provocando este sobrecalentamiento del ambiente una compensación de fugas térmicas hacia el exterior.

Por lo tanto, cuando existen paredes frías, en lugar de hacer cálculos con la temperatura ambiental que se desee obtener, se trabajará con otra ficticia, de la forma:

$$t_{ficticia} = 0,45 t_{ambiente} + 0,55 R$$

En la que R es la suma de las temperaturas de las paredes frías multiplicadas por el ángulo sólido relativo subtendido por dicha pared:

$$R = \sum T_{paredes} \frac{F_{paredes}}{4P}$$

Las condiciones de confort dependen también de las condiciones reinantes en el exterior. No es conveniente un salto brusco entre la temperatura del exterior y la del interior. La velocidad del aire en el interior de locales nunca debe superar los 0,85 m/seg, cuando en el mismo se desarrolle una actividad tranquila; la dirección del movimiento del aire en estas situaciones, nunca deberá ser vertical ascendente.

2.14. PISO ELEVADO O FALSO³⁸

2.14.1. GENERALIDADES: El sistema de piso falso deberá estar conformado por paneles lisos y paneles perforados para el paso del aire, que queden sujetos por gravedad, sobre una estructura metálica compuesta por una reticulado y pedestales metálicos atornillados.

La estructura deberá ser de altura regulable y una vez fijada la altura, la tuerca que la regula debe quedar trabada mediante un mecanismo, de modo que no se produzcan desnivelaciones del piso con el uso de éste. La altura final de la estructura y tableros será de 1.00 m sobre el nivel de la losa de concreto existente.

El sistema de piso falso proporcionará una perfecta cámara plena, con una gran estabilidad sísmica y una larga vida.

La capacidad del sistema de piso falso, debe estar calculada para resistir los movimientos sísmicos en función a la zona sísmica 3, en un sitio de cimentación tipo S3 y para un factor de importancia $I = 1.50$ vigente.

El piso falso debe estar certificado de acuerdo a los procedimientos de prueba CISCA (Ceilings & Interior Systems Construction Association).

El material de piso falso debe cumplir con la Norma NFPA75.

El sistema de piso falso deberá estar aterrizado, siguiendo las recomendaciones del estándar IEEE1100. El proveedor deberá suministrar los materiales necesarios para realizar el aterrizaje de este elemento a la red de tierra principal.

El proveedor deberá sellar con barreras antifuego, todas las aberturas hacia el piso falso para prevenir fugas de aire.

2.14.2. CARGAS ADMISIBLES: El sistema de piso falso, debe cumplir como mínimo, con las siguientes capacidades de carga:

➤ **Carga estática:**

TABLA 9

Tipo de panel y locación	Carga Concentrada	Carga Uniforme	Carga Ultima
Paneles en áreas de equipos	567 kg	1.465 kg/m ²	1703 kg
Paneles en áreas de accesos	907 kg	2.441 kg/m ²	2611 kg
Paneles perforados	567 kg	1.465 kg/m ²	1134

➤ **Carga dinámica:**

TABLA 10

Tipo de panel o locación	Carga de impacto	Carga rodante	
		10 pasadas	10 000 pasadas
Paneles en áreas de equipos	68 kg	227 kg	227 kg
Paneles en áreas de accesos	68 kg	680 kg	567 kg
Paneles perforados	N/A	No permitido	No permitido

La deformación máxima permanente en los paneles para las cargas indicadas, no será superior a 0,254 mm para cargas estáticas y de 1 mm para cargas dinámicas.

2.14.3. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS: Estas son

➤ **Paneles:** El piso falso debe componerse de paneles metálicos modulares cuadrados de 61 cm x 61 cm, con un espesor total no superior a 33 mm y debe ser posible cortarlas para ajustar el conjunto a las dimensiones del recinto

Todos los paneles deben ser estrictamente intercambiables e incombustibles, suficientemente livianos como para ser levantadas con ventosas.

Estarán constituidas por dos láminas metálicas soldadas en el perímetro y en varios puntos centrales, estarán rellenas con un material cementoso especial de bajo peso, con el fin de disminuir la transmisión de ruido, aumentar el aislamiento térmico y la resistencia a cargas estáticas y dinámicas en forma uniforme.

No se permitirá el suministro e instalación de paneles fabricados con materiales que contengan componentes de madera.

La lámina superior de cada panel contemplará de fábrica, una cubierta de revestimiento antiestático tipo HPL (High Pressure Laminated) y su espesor no será menor de 1.5 mm, debiendo estar adherido a la lámina metálica en toda la superficie mediante un proceso de laminado en caliente, con un pegamento especial con el fin no afectar los coeficientes de conductividad del sistema.

Está cubierta cumplirá con las siguientes características:

- ✓ Baja generación de estática, conforme a Publicación LD3-1985 de NEMA.
- ✓ Resistividad eléctrica: 5 x 10⁵ Ohm.
- ✓ Incombustible.
- ✓ Durabilidad: resistencia superior a 4000 ciclos.

Los paneles durante su proceso de fabricación, deberán protegerse con un tratamiento resistente a la corrosión, consistente en una pintura epóxica tanto en el exterior como en el interior de cada panel.

Cada panel perforado deberá manejar un volumen de aire de al menos 500 CFM.

La ubicación de los paneles perforados en cada recinto, deberá ser coordinado con el proveedor del aire acondicionado de precisión. Los paneles a instalar en la sala del NOC, deberán ser alfombrados.

➤ **RETICULADO METÁLICO:** Parte del panel se embutirá en un reticulado metálico auto soportado, constituido por perfiles de acero atornillados; no se aceptarán paneles sobrepuestos. Las piezas que la conformen deberán ser de acero galvanizado para la protección contra la corrosión.

Los perfiles deberán contar con una cinta de neopreno o plástico que los aisle de los paneles y atenúe la transmisión de ruidos o vibraciones. Para las zonas que se especifique, se deberá incluir un clip de continuidad eléctrica montado en un alma para asegurar las descargas a tierra desde la superficie del panel hasta el pedestal. Las viguetas deberán ir atornilladas a la cabeza de cada uno de los pedestales. Toda la estructura deberá quedar referida al sistema de tierra para garantizar la descarga de corrientes electroestáticas.

- **PEDESTALES DE APOYO:** El apoyo del reticulado será a través de pedestales formados por cabezas y bases, ajustables en la altura, e irán colocados bajo cada nudo. Estarán provistos de un sistema de fijación tal que, una vez nivelado el piso, no pierda su posición con el uso.

En caso de que el proveedor utilice el sistema de piso falso para inyectar aire frío a los recintos del Datacenters, la altura de piso terminado máxima será definida por el proveedor, con base al diseño del sistema de aire acondicionado. El libre entre el piso falso y la losa de concreto será de 85 cm. Sin embargo, los pedestales deben tener un rango de ajuste mínimo de +/- 5.08 cm (2”).

La base de estos pilares debe ser como mínimo de 100 cm² e irán con nervios estampados para aumentar la resistencia. Todo el conjunto será de acero galvanizado.

Las bases de los pedestales deberán de fijarse a la losa de concreto mediante anclajes de expansión, similar o superior a la marca Hilti. No se aceptarán bases sobrepuestas sin fijación. Además deben poseer un sistema de fijaciones antisísmicas en ángulo, fijas entre el pedestal y la losa de concreto del mismo material del pedestal.

2.15. ACCESOS A LOS RECINTOS CON PISO FALSO

Las gradas y rampas para el acceso del personal los equipos, a los recintos del Datacenter, deberán construirse a la medida, en acero inoxidable, recubiertas con una superficie de caucho antideslizante similar o superior al tipo 3M y con sus respectivos faldones.

- 2.15.1. VENTOSAS:** Adicional al suministro e instalación del sistema de piso falso, el proveedor deberá suministrar al ICE, 3 ventosas dobles.

- 2.16. INSTALACIÓN:** El proveedor antes de la instalación y si fuese necesario, hará un trazado de piso con el fin de definir la posición de cada base para no coincidir éstas con escalerillas, cables o cualquier otro elemento que vaya bajo el piso falso. Este trazado podrá ser prescindible previa coordinación con las otras especialidades.

El instalador deberá comprobar su experiencia en instalaciones de magnitudes similares y deberá disponer de las herramientas necesarias tales como niveles láser de alta precisión.

El instalador deberá tener gente especializada para la instalación con los elementos de seguridad adecuados además de una persona capacitada para coordinar los trabajos de instalación de piso falso con las otras especialidades que tengan que intervenir en las mismas áreas tales como instaladores de cables y escalerillas bajo piso falso, instaladores de alfombra, etc.

Los pedestales periféricos del sistema de piso falso, deberán quedar conectados a tierra, completando el circuito a tierra que componen los paneles, viguetas y pedestales entre sí, para evitar las corrientes estáticas erráticas.

2.17. ESPECIFICACIONES CIVILES: Son tres

2.17.1. Piso elevado o falso: Placas de piso técnico formadas por doble capa de chapa de acero protegidas con pintura epoxi en las cuatro caras, conformada estructuralmente por tapas, soldadas entre sí, y rellenas con mortero liviano de alta resistencia.

2.17.2. Características técnicas:

➤ Dimensiones:

610 x 610 x 35 mm

➤ Peso del panel:

15 kg/unidad

➤ Peso del sistema:

40 kg/m²

➤ Tolerancia dimensional:

+/- 0,2 mm

2.17.3. Performance:

➤ Carga concentrada en el centro:

454 Kg

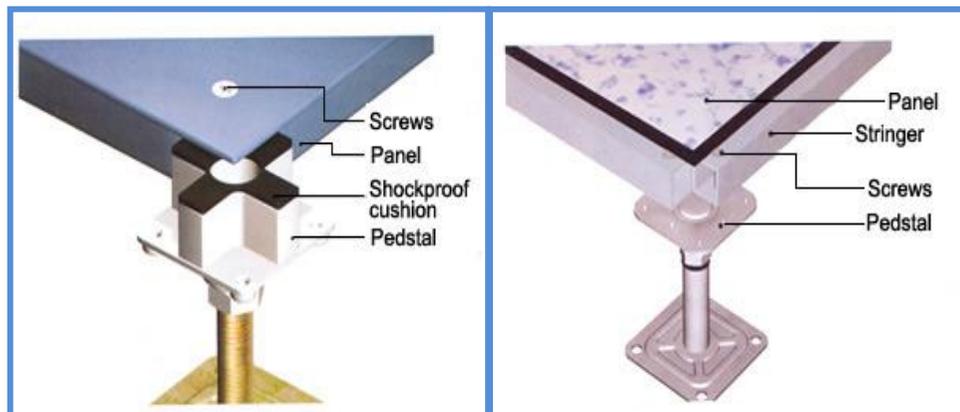
➤ Deformación máxima admisible:

0.5 mm

➤ Deflexión máxima admisible:

- 2 mm
- Carga dinámica admisible (rodillo):
- 136 Kg
- Carga distribuida equivalente:
- 1.800 Kg/m²
- Carga dinámica admisible (impacto, caída desde 3.00 m):
- 60 Kg
- Conductividad Eléctrica:
- Cumple norma ASTM. E84-86 y NFPA Clase1
- Desarrollo de humo:
- < 10
- Aislamiento acústica:
- Cumple norma AE36-77 / E413-77
- Frecuencia:
- 500 ciclos/seg.

FIGURA 21
PANELES



2.18. PAREDES DIVISORAS DE LOS SUITES:

Se deben colocar paredes divisoras entre suites, las cuales garantizan la seguridad contra acceso, hermetismo, resistencia al fuego (una hora

como mínimo) y humedad que se genere dentro de la misma. Deben tener propiedades anti-estáticas y antisísmicas, a la vez de ser estéticamente agradables. Las paredes deben estar contempladas desde la losa de concreto del edificio, hasta la losa de entrepiso. Esto con el fin de evitar el posible tránsito por el piso elevado o el cielo raso. Deben al mismo tiempo poder ser desmontables y permitir el paso de tuberías y ductos. Tanto las paredes perimetrales como las divisorias de las suites se construirán en sistema liviano y llevarán un techo independiente del techo de la losa de concreto (ver figuras 20 y 21) que se apoyará sobre ellas y no sobre la estructura existente.

FIGURA 22

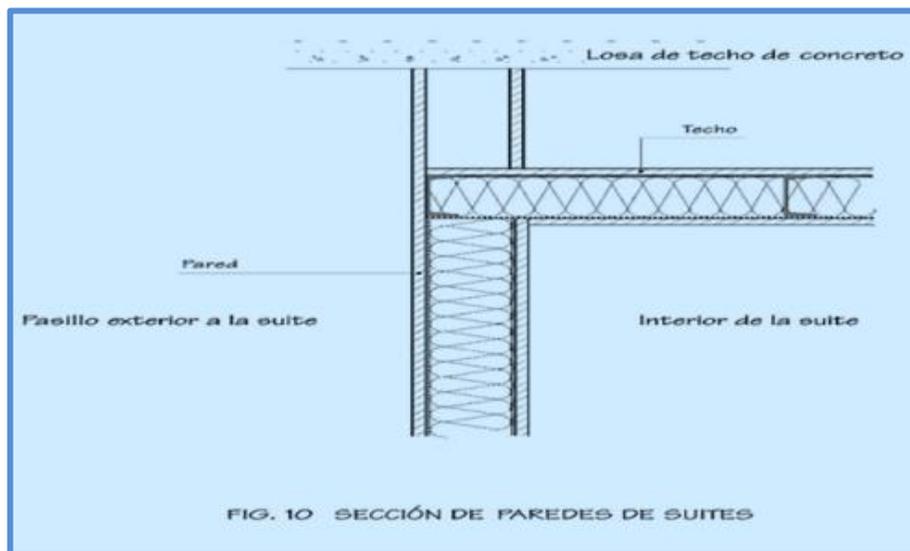
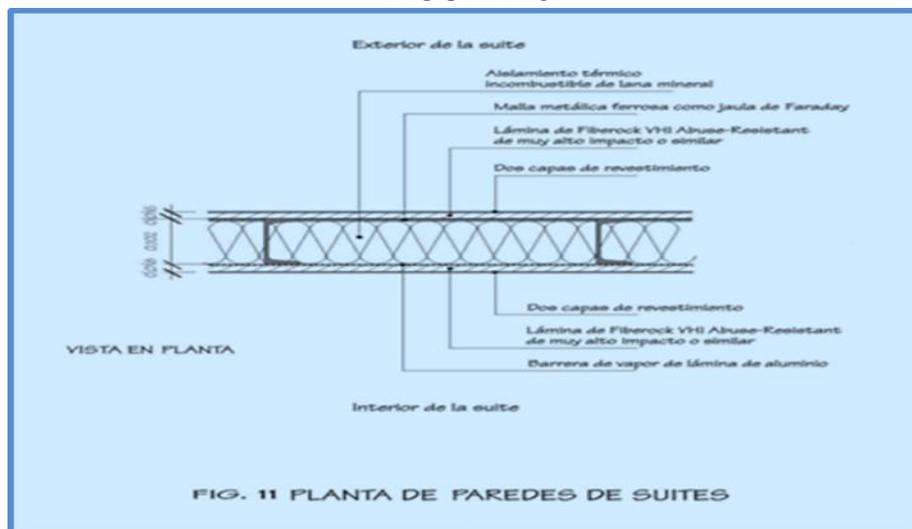


FIGURA 23



Las paredes perimetrales se construirán hasta la losa de concreto de techo para evitar acumulación de polvo sobre el nuevo techo liviano, las paredes internas se construirán solo hasta el techo liviano. Es indispensable dejar algunos accesos para poder ingresar al área entre techo liviano y losa de concreto de techo para mantenimiento de equipos. Todas las aberturas bajo el piso falso en los buques de puertas y similares deben ser cerrados con la división liviana a fin de garantizar seguridad al recinto al que la puerta de acceso.

Tanto las paredes como el nuevo techo liviano deben ser calculados para soportar el paso de personas sobre el techo que realizan labores de mantenimiento, para ello debe estimarse una carga viva mínima de 70 kg/m².

Tanto las paredes como el techo serán de estructura liviana de metal de al menos 100 cm de peralte con un $f_y = 2310 \text{ kg/cm}^2$ como mínimo y 2.38 mm de espesor mínimo ó según el diseño de las mismas lo requiera. Estas paredes llevarán un forro por ambas caras de un material ignífugo con las siguientes características:

- Resistencia al fuego de al menos 1 hora.
- 0 desarrollo de humo.
- Clasificación de riesgo de incendio según ASTM E-84: Propagación de llama máxima de 5, Desarrollo de humo 0.
- Resistencia al maltrato intenso e intencional producido por personas y objetos.
- Resistencia a la perforación de al menos 195 lbf.
- Resistencia a la flexión de al menos 243 lbf en ambas direcciones
- Radio de doblado mayor a 50 pies.
- Profundidad de abrasión superficial máxima de 0.284 pulg en 30 ciclos según ASTM D 4977 (modificada).
- Profundidad de indentación máxima de 0.11 pulgadas según ASTM D5420.
- Resistencia a la penetración por cuerpo duro: Energía de impacto mínima requerida por un cuerpo duro (cilindro de acero de 2-³/₄ pulg de diámetro, panel montado en marco de acero de 3-5/8 pulg de peralte y 2.38 mm de espesor) para penetrar completamente el panel de conformidad con ASTM C 1629: 150 pie/libra (Nivel 3 según ASTM C1629).
- Resistencia a la penetración por cuerpo blando: Energía de impacto mínima requerida para
 - ✓ “Falla de superficie”, primera evidencia de arrugamiento u otro daño a la superficie del panel y

- ✓ “Falla estructural”, penetración completa del panel, ambas realizadas con una bolsa de cuero de 60 libras de peso según ASTM E695: 480 pie/libra.
- Tipo Fiberock VHI (Very High Impact) Abuse-Resistant de muy alto impacto de USG o similar

Los paneles deben llevar dos capas de revestimiento. Este revestimiento debe ser resistente, no debe producir polvo, rebabas, escamas, hules o cualquier otro residuo. No se permite el uso de materiales como el PVC que emitan gases corrosivos ante la presencia de temperatura elevada.

Tanto las paredes como el techo liviano se construirán tipo sandwich y la cavidad interior entre los forros será completamente rellena con un aislante térmico de las siguientes características:

- Resistencia al fuego, incombustible y debe soportar temperaturas mayores a los 1.100 °C
- No debe emanar gases ni humos tóxicos en caso de incendio
- Baja conductividad térmica, de al menos 0,035 W/mK (0,24 BTU pulg/pie² hora °F)
- Debe ser 100% libre de asbestos
- Inmunidad al ataque de hongos y bacterias
- Debe llevar en su cara interna una barrera de vapor de foil de aluminio, aplicada de manera completa y continua (ver figura 21)
- Tipo lana mineral de roca marca Calorcol o similar

Del lado exterior del aislamiento térmico (ver figura 11) debe construirse una malla metálica de material ferroso que funcione como jaula de Faraday y que provea protección contra la interferencia electromagnética.

En los buques para puertas se debe proveer un marco metálico estructural que haga posible la soldadura del marco de las puertas de acceso a las suites y que sea capaz de soportar el gran peso de estas puertas (especificación de estas puertas más adelante en apartado “puertas de acceso a las áreas de centro de datos”).

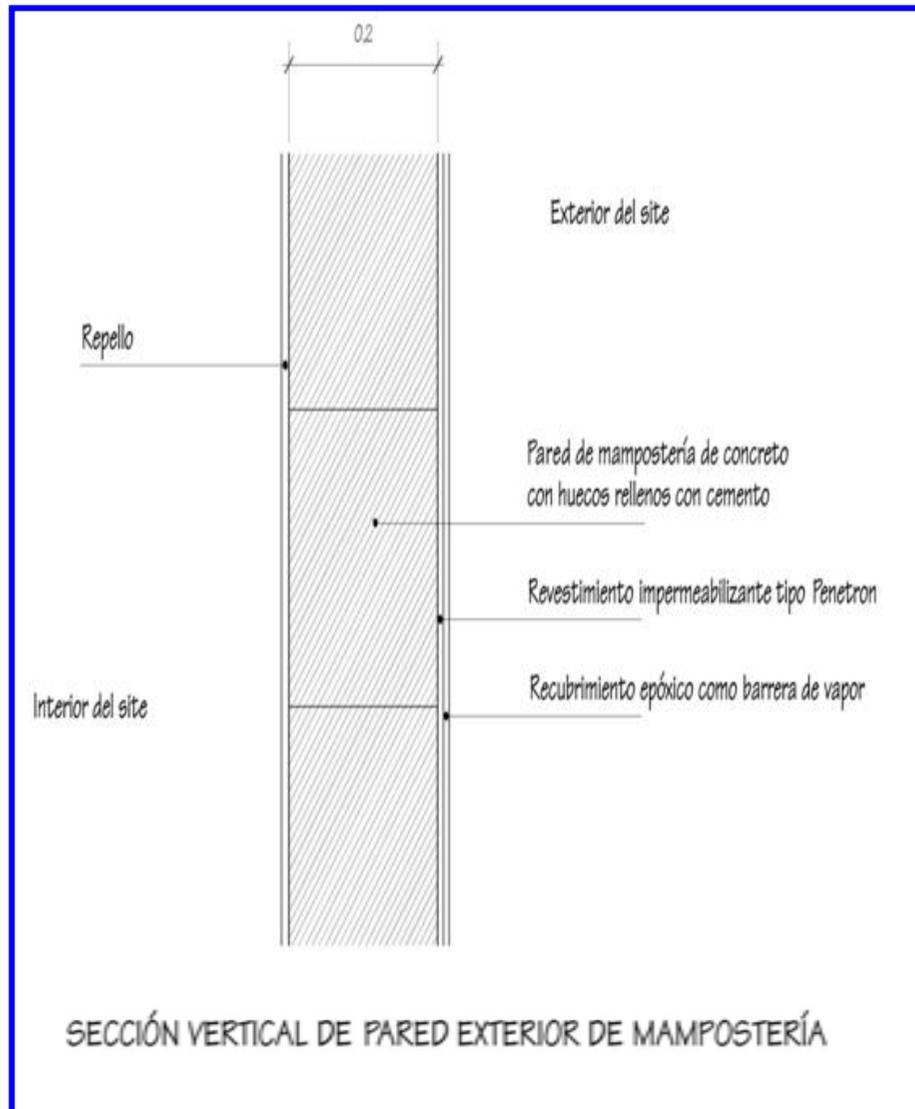
2.19. PAREDES EXTERIORES DE MAMPOSTERÍA EN ÁREAS DE CENTRO DE DATOS (ÁREA COMÚN Y ÁREA DE SUITES):

Las paredes de mampostería (ver figura 21) deben recubrirse en su cara exterior con un impermeabilizante cementicio por cristalización que tenga las siguientes características:

- Soportar presión hidrostática extrema positiva o negativa de hasta 157 metros de altura.
- Reactivarse cada vez que entra en contacto con el agua y repetir esta acción indefinidamente.
- Debe convertirse en parte de la estructura y no poder ser dañado.

- Proteger contra penetración de carbonatos, cloruros, sulfatos y nitratos.
- Ser muy resistente a químicos agresivos.
- Soportar un rango de pH de 3 a 11 en contacto constante y de 2 a 12 en contacto periódico.
- Poder sellar fisuras, grietas, poros o discontinuidades de hasta 0.4 mm de ancho.
- Penetrar y sellar los capilares del concreto y las fisuras causadas por contracción.
- No debe ser tóxico

FIGURA 24



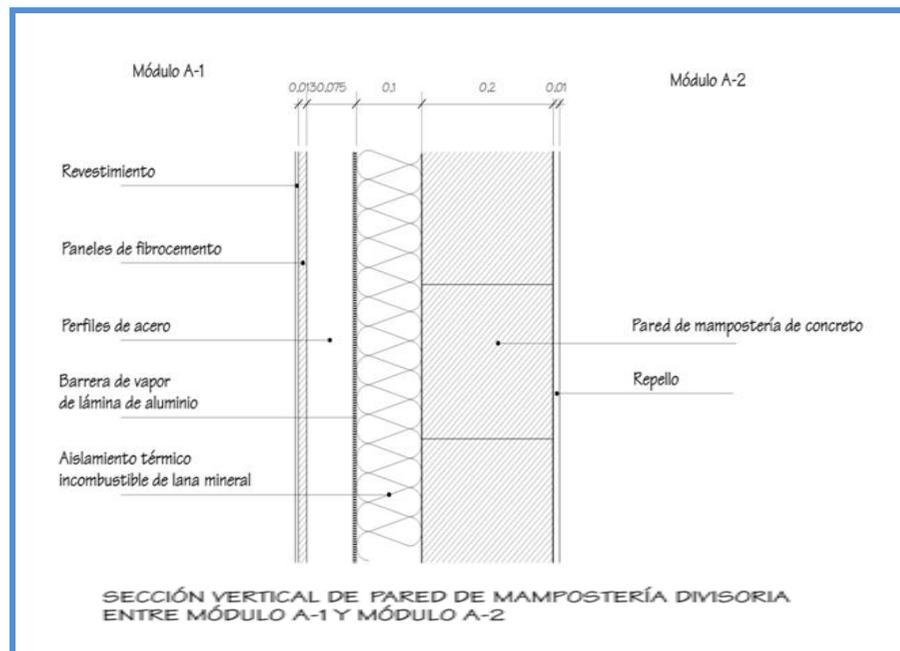
Sobre la capa de impermeabilizante debe adicionarse un recubrimiento epóxico que funcione como barrera de vapor exterior con las siguientes características:

- Tipo Maxipoxy 105 de Intaco o similar
- Ser libre de solventes
- Insensible a la humedad
- La capa epóxica debe ser completamente continua, no deben existir áreas con menor recubrimiento o sin él, para que cumpla con la función de barrera de vapor y estanqueidad
- Resistencia alta al ataque químico
- Deben aplicarse dos capas del material de al menos 0.23 mm de espesor cada una
- Resistencia alta a la tensión de al menos 21 MPa según ASTM D 638
- Módulo de elasticidad de 600 MPa
- Elongación de 4% a 6% según ASTM D 638
- 100% sólidos y poco olor

El acabado interior de los muros de mampostería debe ser resistente, no debe producir polvo, rebabas, escamas, hules o cualquier otro residuo. No se permite el uso de materiales como el PVC que emitan gases corrosivos ante la presencia de temperatura elevada

A la pared que divide los módulos A-1 y A-2 debe dársele un tratamiento de aislamiento térmico en la cara que da hacia el módulo A-1 (centro de datos) para evitar el paso de calor y humedad del módulo A-2 en caso de incendio (ver figura 2)

FIGURA 25



A la pared ubicada entre el Módulo C y el pasillo de las suites (Módulo B1) deberá dársele un tratamiento epóxico del lado del Módulo C a manera de recubrimiento epóxico que funcione como barrera de vapor con las siguientes características:

- Tipo Maxipoxy 105 de Intaco o similar
- Ser libre de solventes
- Insensible a la humedad
- La capa epóxica debe ser completamente continua, no deben existir áreas con menor recubrimiento o sin él, para que cumpla con la función de barrera de vapor y estanqueidad
- Resistencia alta al ataque químico
- Deben aplicarse dos capas del material de al menos 0.23 mm de espesor cada una
- Resistencia alta a la tensión de al menos 21 MPa según ASTM D 638
- Módulo de elasticidad de 600 MPa
- Elongación de 4% a 6% según ASTM D 638
- 100% sólidos y poco olor.
- Fácil aplicación.

Todos los huecos de los bloques de concreto de la pared serán rellenados con mezcla de concreto a la que se le agregará un impermeabilizante tipo “Admix” con las siguientes características:

- Soportar presión hidrostática extrema negativa o positiva de hasta 157 metros de altura
- Reactivarse cada vez que entra en contacto con el agua y repetir esta acción indefinidamente
- Debe convertirse en parte de la estructura y no poder ser dañado
- Proteger contra penetración de carbonatos, cloruros, sulfatos y nitratos
- Ser muy resistente a químicos agresivos
- Soportar un rango de pH de 3 a 11 en contacto constante y de 2 a 12 en contacto periódico
- Poder sellar fisuras de hasta 0.4 mm de ancho
- Penetrar y sellar los capilares del concreto y las fisuras causadas por contracción
- No debe ser tóxico
- Cero contenido de compuestos orgánicos volátiles (COV)

2.20. LOSAS DE CONCRETO DE TECHO: A la mezcla de concreto para las losas que cubren las áreas de Centro de Datos deberá agregársele un aditivo impermeabilizante por cristalización que forme cristales en los capilares y poros del concreto. Este impermeabilizante deberá tener las siguientes cualidades:

- Soportar presión hidrostática extrema negativa o positiva de hasta 157 metros de altura

- Reactivarse cada vez que entra en contacto con el agua y repetir esta acción indefinidamente
- Debe convertirse en parte de la estructura y no poder ser dañado
- Proteger contra penetración de carbonatos, cloruros, sulfatos y nitratos
- Ser muy resistente a químicos agresivos
- Soportar un rango de pH de 3 a 11 en contacto constante y de 2 a 12 en contacto periódico
- Poder sellar fisuras de hasta 0.4 mm de ancho
- Penetrar y sellar los capilares del concreto y las fisuras causadas por contracción
- No debe ser tóxico
- Cero contenido de compuestos orgánicos volátiles (COV)

Cuando el concreto de las losas haya ya fraguado, además de que tanto las cerchas metálicas como la cubierta de hierro galvanizado que se van a colocar sobre ellas estén instalados, se deberán recubrir las losas en su totalidad con un recubrimiento epóxico que funcione como barrera de vapor en la cara externa y que cumpla con las siguientes características:

- Tipo Maxipoxy 105 de Intaco o similar
- Ser libre de solventes
- Insensible a la humedad
- La capa epóxica debe ser completamente continua, no deben existir áreas con menor recubrimiento o sin él, para que cumpla con la función de barrera de vapor y estanqueidad. Debe prestarse atención a las uniones con las cerchas metálicas para que ésta queden completamente selladas
- Resistencia alta al ataque químico
- Deben aplicarse dos capas del material de al menos 0.23 mm de espesor cada una
- Resistencia alta a la tensión de al menos 21 MPa según ASTM D 638
- Módulo de elasticidad de 600 MPa
- Elongación de 4% a 6% según ASTM D 638
- 100% sólidos y poco olor
- Fácil aplicación

2.21. LOSAS DE PISO: Al estar las losas de contrapiso en las áreas de Centro de Datos expuestas al suelo y no poseer una barrera impermeable contra infiltración de humedad proveniente del suelo en su cara inferior, todas ellas deberán recubrirse en su superficie interna con un impermeabilizante para losas de concreto que prevenga la humidificación o abombamiento del recubrimiento final del piso y que evite el paso de humedad hacia el ambiente de tecnologías de la información. El impermeabilizante deberá tener las siguientes características:

- Evitar el paso de humedad y vapor de agua hacia el área de centro de datos
- Evitar el paso de aceite
- Constituir una barrera para la alta alcalinidad (pH 13-14)
- Ser compatible con el recubrimiento epóxico final del piso (pintura epóxica que se detallará más adelante)
- Alta resistencia química
- Bajo contenido de compuestos orgánicos volátiles (COV) de máximo 55 g/L
- Resistencia a la compresión mayor a 11.000 psi (>80 MPa)
- Resistencia a la flexión mayor a 4.300 psi (>30 MPa)
- Debe adherirse muy bien al concreto de la losa
- Debe funcionar como barrera de vapor, con un grado de transmisión de vapor menor a 1,00 según test de permeabilidad especificado en la ASTM E96
- Tipo Vaportight Coat SG2 de Balbeck o similar

Sobre la capa de impermeabilizante se deberá pintar la superficie con una pintura a base resinas epóxicas en color rojo ladrillo (PANTONE 167 CV) que permita fácilmente ver el polvo que se deposita en el contrapiso. Las características de la pintura se dan a continuación:

- Color rojo ladrillo PANTONE 167 CV
- Fácil mantenimiento
- Resistencia al calor de hasta 135 °C (275 °F)
- Resistencia a la abrasión según ASTM D1713 de 132 mg, 1.000 ciclos
- Resistencia a la abrasión según ASTM D2486: no cambiar en 10.000 ciclos
- Adhesión con elcómetro (resistencia al desprendimiento) de 470 psi (3,42 MPa)
- Resistencia al impacto mayor a 30 pulg-lb según ASTM G14
- Resistencia a la humedad a 100 °F de al menos 120 horas según test especificado en la ASTM D1735
- Buena resistencia a ambiente salino de al menos 1.000 horas (según ASTM B17)
- Excelente resistencia a manchas, debe lavar en 25 ciclos
- Debe de poseer una resistencia catalogada de “excelente” a los siguientes productos químicos:
 - ✓ solventes asfálticos.
 - ✓ gasolina, kerosene, fuel oil.
 - ✓ aceites lubricantes.
 - ✓ aceites o grasas animales o vegetales.
 - ✓ ácidos débiles
 - ✓ álcalis.
 - ✓ hidrocarburos aromáticos

- ✓ agua dulce o salada
- El espesor de la película en seco deberá ser de al menos 4.0 mils
- Tipo Kem Cati-Coat Enamel de Sherwin Williams o similar

2.22. ESTRUCTURA DE ACERO EN AREAS DE CENTRO DE DATOS: La estructura metálica expuesta en las áreas de centro de datos deberá ser cubierta con una pintura anti-fuego que la proteja de colapsar en caso de un incendio en el interior del área de datos. Las características de esa pintura deberán ser:

- Debe ser intumescente.
- Debe ser a base de agua y ser libre de solventes y asbestos.
- No debe emitir ningún tipo de gas tóxico.
- Debe tener muy buena adherencia.
- Debe ser clasificado por UL para 2 horas de retardo al fuego de acuerdo con ASTM E119.
- El acabado debe ser mate.
- Debe ser probado por UL para resistencia a la alta humedad, el envejecimiento, atmósfera industrial (CO₂/SO₂), cloro y lavado.
- Resistencia a la compresión de al menos 300 psi
- Resistencia de cohesión/adhesión de 190 psi (falla cohesiva).
- Resistencia al impacto de al menos 0.77 pies libras / pulg. de muesca
- Dispersión de flama 2 – Clase A
- Humo desarrollado 5 – Clase A
- Tipo Albi Clad TF o similar
- Debe ser compatible con el anticorrosivo y esmalte de recubrimiento utilizados en la estructura metálica (según se nos informó de parte del proyecto IDC Guatuso, la estructura metálica llevará un anticorrosivo tipo “Zinc Chromate Primer” de Sherwin Williams o similar y un esmalte de recubrimiento tipo “Kem Lustral Enamel” de la misma casa o similar)
- La pintura intumescente debe aplicarse encima del anticorrosivo (es muy importante que el anticorrosivo se aplique de acuerdo con las especificaciones del fabricante). Solo cuando la pintura intumescente esté completamente curada (según especificación del fabricante) es que puede aplicarse el esmalte de recubrimiento final³⁹.

2.23. ILUMINACIÓN: Es muy importante contar con buena iluminación en toda el área, que facilite la operación de los equipos y para el mantenimiento de los mismos. Si es posible, se deben instalar todas las estaciones de trabajo alineadas en paralelo, de tal forma que las lámparas en el techo queden directas a los costados de las pantallas. Para evitar la fatiga de la vista es necesario instalar lámparas fluorescentes blancas compatibles con la luz del día y pintar la oficina con colores tenues y el techo blanco para activar la reflexión.

39.

La iluminación para Salas de Cómputo, está clasificada en el RETILAP como oficinas de tipo general, mecanografía y computación, con un mínimo de 300 luxes, medio de 500 luxes y máximo de 750 luxes, con un factor de deslumbramiento de 1.5, y por lo general con lámparas fluorescentes con una temperatura de color de 6000°K. Las luminarias deben tener rejillas especulares con el fin de evitar el reflejo directo en las pantallas. La iluminación no debe estar alimentada de los mismos circuitos de los equipos de cómputo. Se debe considerar unas luminarias de emergencia que constituyan por lo menos el 25% de la iluminación total⁴⁰.

2.23.1. Sistemas de Iluminación: Son los siguientes

- **Iluminación de apoyo:** Deberán colocarse luminarias alimentadas con baterías a excepción de infraestructuras de respaldo (PGEA) que no pierdan el N y todas las luminarias estén alimentadas de estas.
- **En zonas de equipos de apoyo:** En las zonas de Planta Generadora de Energía de Respaldo, condensadoras, subestación y UPS's siempre se instalarán luminarias energizadas con baterías y que proporcionen niveles de iluminación de 4250 Lux como mínimo con una autonomía mínima de 2 horas.
- **En closets, IDF's y cubos de servicio:** En estos lugares siempre se instalarán luminarias energizadas con baterías, que proporcionen un nivel de iluminación de 450 Luxes
- **Cuartos desatendidos:** En aquellos lugares en los que existan equipos de cómputo que no requieran estar atendidos en forma permanente, la iluminación deberá permanecer apagada. Sin embargo, se requerirá una iluminación de emergencia de 50 Luxes y otra normal que mantenga un nivel de 450 Luxes. Deberá cumplir con lo establecido en 420.13.2⁴¹.
- **Ambientes con terminales o monitores:** Se requiere Iluminación normal y de emergencia respaldo con un nivel de 300 Luxes.
- **Cuarto de máquinas (centro de cómputo):** Se requiere Iluminación normal y de emergencia respaldo (entiéndase como alimentadas de la PGEA) con un nivel de 2450 como mínimo Luxes.
- **En pasillos:** Se requiere Iluminación normal y de emergencia respaldo con un nivel de 150 Luxes. La iluminación deberá ser medida a un metro del piso y separado el sensor del cuerpo lo largo del brazo o a la altura de la pantalla de instrumentos (display).
- **Iluminación de Respaldo:** Se deberán instalar luminarias de emergencia que en ausencia de energía de la red comercial sean alimentadas con baterías; en pasillos, salidas de emergencia, accesos y escaleras, permitiendo así una rápida evacuación del centro de cómputo en caso de algún siniestro.

40. Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público. Retilap.

41. Norma Internacional para la Construcción e Instalación de Equipamiento de Ambientes para el Equipo de Manejo de Tecnologías de Información y Similares". Icrea-std-131-2013.

➤ **Alumbrado de Oficinas⁴²**: En estos locales las luminarias se disponen normalmente en el techo siguiendo un modelo regular en líneas rectas. Si al realizar el proyecto de iluminación de un edificio completo el emplazamiento de las luminarias debe coincidir con el módulo de las ventanas, se debe hacer el diseño de alumbrado de forma que proporcione el nivel luminoso adecuado a las salas de mayores dimensiones. La misma distribución de luminarias se podrá aplicar al resto de las salas, cualquiera que sean sus dimensiones, siempre y cuando cumplan con los requisitos de nivel de iluminación, uniformidad, deslumbramiento y los de uso racional de energía. El alumbrado de oficinas puede diseñarse de un modo más esquemático que el de otras instalaciones de alumbrado, dado que, el número de tareas visuales es limitado y bien definido (leer, escribir, dibujar, en monitores de computador, etc.). El plano horizontal de trabajo tiene una altura entre 0,75 y 0,85 por encima del nivel del piso. La altura de techos está entre 2,8 y 3 m.

Los requisitos visuales para el alumbrado de oficinas son los siguientes:

- ✓ Luminarias de baja luminancia.
- ✓ Ausencia de reflexiones en la superficie de las mesas de trabajo y paneles brillantes.
- ✓ Aspecto cromático y rendimiento de color agradables.

2.23.2. Cálculos para iluminación interior: En los cálculos de iluminación interior se deben tener en cuenta los requisitos de Iluminancia, la uniformidad y el índice de deslumbramiento. El nivel de iluminancia de un local se debe expresar en función de la iluminancia promedio en el plano de trabajo. Para la aplicación del presente reglamento se deben cumplir los valores de la Tabla 10.

TABLA 11

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200
Talleres de ensamble				
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	25	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías de	22	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	19	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	16	1000	1500	2000

Si no se especifica la altura del plano de trabajo (hm), se deberá tomar un plano imaginario a 0,75 m, sobre el nivel del suelo para trabajar sentados y de 0,85 m para trabajos de pie.

La iluminancia promedio se calcula mediante la fórmula:

$$E_{prom} = (\Phi_{tot} * CU * FM) / A$$

Donde:

Φ_{tot} = Flujo luminoso total de las bombillas.

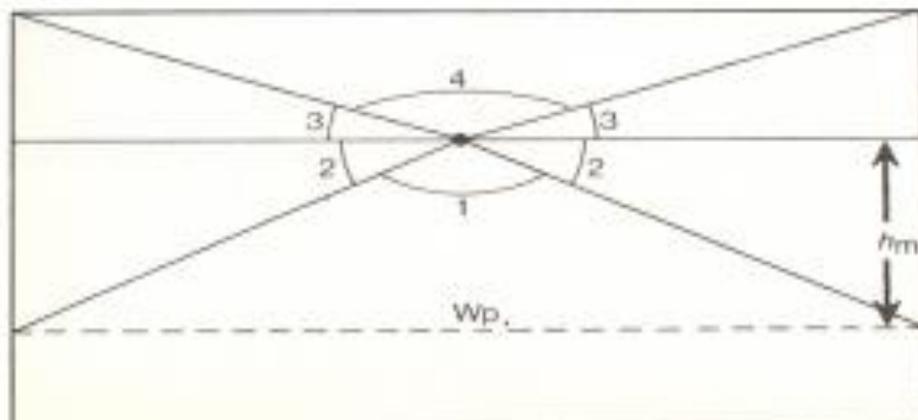
A = Área del plano de trabajo en m²

CU = Coeficiente o Factor de utilización para el plano de trabajo.

FM = Factor de mantenimiento.

2.23.3. Método del coeficiente de utilización de la instalación (CU): El coeficiente de utilización de la instalación también se conoce como factor reducido de utilización y es la relación entre el flujo luminoso que cae en el plano de trabajo y el flujo luminoso suministrado por la luminaria. Este coeficiente representa la cantidad de flujo luminoso efectivamente aprovechado en el plano de trabajo después de interactuar con las luminarias y las superficies dentro de un local. El valor del coeficiente de utilización depende de la distribución fotométrica de la luminaria y de las dimensiones y características de reflectancia del local. En función de las características de diseño para una luminaria con distancia de montaje hm se tendrá que parte del flujo luminoso emitido por la fuente es absorbido por la misma o por la luminaria y no contribuye al nivel de la iluminación del local. El resto del flujo de la fuente es dirigido hacia arriba y hacia abajo, es decir, por encima y por debajo de un plano horizontal que pasa por el centro de la fuente, ver siguiente figura.

FIGURA 26



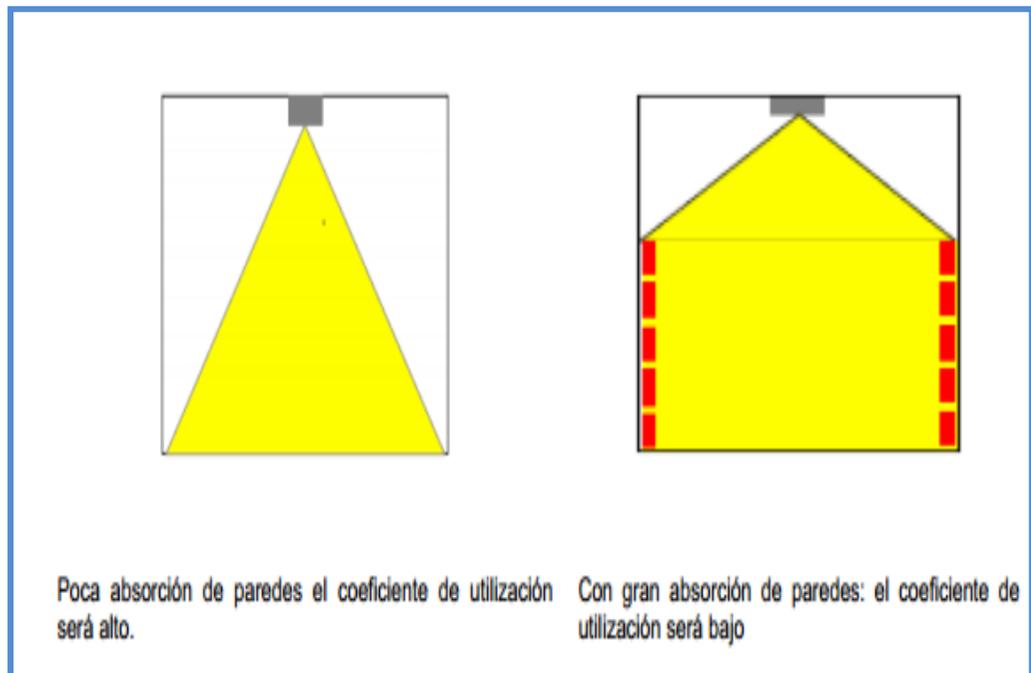
Distribución del flujo luminoso emitido por las fuentes.

- Radiación directa hacia el plano de trabajo (W_p)
- Dirigido hacia las paredes por debajo de la luminaria.
- Dirigido hacia las paredes por encima de la luminaria.
- Dirigido hacia el techo.

La parte del flujo radiado directamente sobre el plano de trabajo es la que contribuye en mayor cuantía al nivel de iluminancia. Solamente una parte del flujo dirigido hacia el techo y las paredes se convierte en flujo útil en el plano de trabajo, algunas veces después de varias reflexiones.

El coeficiente o factor de utilización (CU) también se puede calcular como el producto de la eficiencia del local (η_R) por la eficiencia de la luminaria (η_L), $CU = \eta_R \eta_L$.

FIGURA 27



Efecto del diseño de la luminaria en el Coeficiente de utilización (CU) para un local dado.

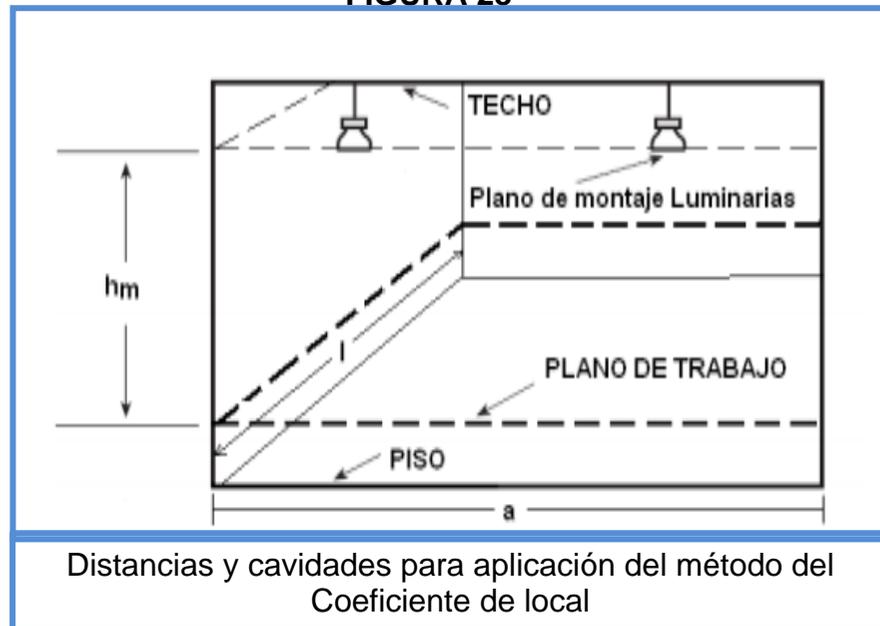
Con el método del factor de utilización se puede determinar la iluminancia media en el plano de trabajo. Para su aplicación se requiere contar con la información del coeficiente de utilización de las luminarias a usar, información que debe ser suministrada por el fabricante en catálogos o fichas técnicas de público conocimiento. También se requiere conocer las dimensiones geométricas del local a iluminar y las correspondientes al montaje de las luminarias. El método del factor de utilización puede

aplicarse bajo los siguientes supuestos que deben cumplirse, razonablemente, para obtener resultados confiables:

- ✓ Distribución uniforme de las luminarias
- ✓ Las superficies del local deben ser difusoras y espectralmente neutras
- ✓ El flujo incidente sobre cada superficie debe distribuirse uniformemente
- ✓ El local debe estar libre de obstrucciones de tamaño considerable

2.23.4. Método de cavidades zonales: Para un local dado se consideran tres cavidades, las cuales tienen como límites intermedios planos imaginarios situados uno a la altura del plano de trabajo, y otro a la altura de montaje de las luminarias. Las cavidades así delimitadas reciben las denominaciones de cavidad de techo, cavidad del local y cavidad del piso.

FIGURA 28



El método tiene cuatro pasos básicos:

- Determinar los índices de las cavidades zonales
- Determinar la reflectancia efectiva de las cavidades
- Seleccionar el coeficiente de utilización
- Calcular el nivel promedio de iluminación

La iluminancia promedio horizontal - E_{prom} - se calculará entonces para la cavidad del local mediante la siguiente fórmula, aunque por lo general se usa para estimar el número de luminarias a instalar de acuerdo con un nivel de iluminancia requerido:

$$E_{\text{prom}} = \frac{N \times n \times \Phi_L \times CU \times FM}{l \times a}$$

Donde:

N = Número de luminarias en el local.

n = número de bombillas por luminaria

Φ_L = flujo luminoso de una Bombilla de la luminaria.

CU = Coeficiente o Factor de utilización para el plano de trabajo.

FM = Factor de mantenimiento de la instalación.

l = longitud del local en metros

a = ancho del local en metros

Los requisitos sobre la reflectancia (ρ) y el factor de mantenimiento (FM) se dan en los numerales 430.2.2 y 430.5.1, respectivamente.⁴³

Las reflexiones de las cavidades de techo y piso son tenidas en cuenta mediante factores de corrección en la aplicación del método.

En este método la uniformidad se asocia con el criterio de espaciamiento propio de cada luminaria, el cual se determina en laboratorio junto con la información fotométrica. Tal criterio corresponde con la distancia máxima a respetar en un arreglo cuadrado de luminarias, determinada con base en el comportamiento fotométrico a lo largo de los ejes normales de la luminaria y su diagonal para mantener el nivel de uniformidad. Si este criterio no es suministrado se deberá evaluar la uniformidad mediante el cálculo puntual de niveles de iluminación mediante las curvas isocandela.

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

FUENTES PRIMARIAS: Como fuentes primarias se contara con la asesoría de las siguientes personas:

- Decano de ingeniería: Ingeniero Magíster Byron Álvarez
- Asesor: Ingeniero Rodrigo Rueda García
- Encargado del centro de cómputo: Jorge Acevedo

FUENTES SECUNDARIAS: Libros de electricidad, artículos en Internet, normas vigentes tanto nacionales como:

➤ **ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR LOS OBJETIVOS:**

- ✓ **Objetivo 1:** Recolectar la información necesaria con respecto al diseño de centros de cómputo, partiendo del lugar de instalación y de la distribución de cada sistema que lo compone.
- ✓ **Objetivo 2:** Analizar la información recolectada obtenida de medios de información confiables y plasmar en un documento la información necesaria para dar una prioridad a la continuidad y disponibilidad a los sistemas de los centros de cómputo, es decir, de cómo tener los conceptos necesarios para que los sistemas que componen un centro de cómputo sean muy eficientes y cumplan con la normatividad existente.
- ✓ **Objetivo 3:** Dar los parámetros necesarios para que la infraestructura de los centros de cómputo como el de la Institución Universitaria Pascual Bravo vaya adquiriendo unos niveles crecientes a la confiabilidad y seguridad del sistema de potencia, refrigeración, iluminación y la tecnología informática (TI).

RECURSOS HUMANOS Y PRESUPUESTO

- **Los recursos humanos utilizados para este proyecto fueron los siguientes:**
 - ✓ 3 estudiantes de Ingeniería Eléctrica miembros activos de la Institución Universitaria Pascual Bravo de la 5ta cohorte.
 - ✓ 1 Asesor y profesor activo de la Institución Universitaria Pascual Bravo con título en Ingeniería electromecánica.
 - ✓ 1 Decano de la facultad de Ingeniería Eléctrica y magister en el área mencionada.

TABLAS

Tabla 1: Estaciones de trabajo -----	18
Tabla 2: Conversiones para asistir al lector -----	47
Tabla 3: La carga térmica -----	49
Tabla 4: Contaminante -----	54
Tabla 5: Volumen del local -----	54
Tabla 6: Tolerancia de temperatura y humedad para máquinas sin operar -----	55
Tabla 7: Tolerancia de temperatura y humedad para máquinas operando -----	55
Tabla 8: Calor eliminado por una persona distintas situaciones -----	65
Tabla 9: Carga estática -----	65
Tabla 10: Carga dinámica) -----	67
Tabla 11: Tipo de recinto y actividad -----	82

FIGURAS

Figura 1	13
Figura 2	14
Figura 3	15
Figura 4	16
Figura 5	17
Figura 6	20
Figura 7	21
Figura 8	25
Figura 9	25
Figura 10	26
Figura 11	26
Figura 12	27
Figura 13	28
Figura 14	29
Figura 15	29
Figura 16	30
Figura 17	41
Figura 18	60
Figura 19	61
Figura 20	62
Figura 21	71

Figura 22	72
Figura 23	72
Figura 24	75
Figura 25	76
Figura 26	83
Figura 27	84
Figura 28	85

BIBLIOGRAFÍAS

Código Eléctrico Nacional 1992 (CODEC). Establece normas para la Manipulación de conductores y equipos eléctricos.

RETIE. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE 2013. Resolución N° 90708 del 30 de agosto de 2013 “Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”. (Publicada en el Diario Oficial 48904 del 5 de Septiembre de 2013) Ministerio de minas y energía.

Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050, Abril 1986.

NFPA 70 National Electrical Code (NEC), 2005.

NFPA 75. “Protección de computadoras y equipo de proceso de datos”.

NFPA 780 Standard for the installation of Lightning Protection Systems 2008 Edition.

ANSI/TIA942, Telecommunications infrastructure for Data Center Standard.

ANSI/TIA-942-2005. “Telecommunication Infrastructure Standard for Data Centers”.

ABB review 4|13 (Revista ABB 4-2013_72dpi.pdf) pág. 8 - 15.

IEEE 1100, Rev 2005.

Norma NEMA (National Electrical Manufacturers Association).

ICREA. Norma Internacional para la Construcción e Instalación de Equipamiento de Ambientes para el Equipo de manejo de Tecnologías de Información y Similares.

RETILAP. Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público.

TIA STANDARD. Telecommunications Infrastructure. Standard for Data Centers. TIA 942

Neil Rasmussen – Cálculos de los Requisitos Totales de Refrigeración para Centros de Datos.

Climatización en CPDs, P. Nuno, J. L. Rivas y J. E. Ares
<http://www.rediris.es/rediris/boletin/76/enfoque2.pdf>

<http://libros.redsauce.net/>. XVIII Aire Acondicionado.

<https://apps.grupoice.com/PEL/docsAdq/LPU20100008ANE-04.doc>

http://www.opsu.gob.ve/extranet/descargas/01-01-10-00-00/01-01-10-03-00/ctsi_proyectos_documentos/REQUISITOS_SALAS.pdf

<http://ezmefrienzitha.blogspot.com/2012/04/administracion-de-centros-de-computo.html>

<http://www.amperonline.com/biblioteca/boletin-8-articulo-2.pdf>

•<http://www.slideshare.net/JessyZuiga/estndares-para-los-centros-de-computo>

•<http://inf-tek.blogia.com/2009/051801-7.1-ubicacion-fisica-del-centro-de-computo.php>

•<http://www.slideshare.net/djelektro/infraestructura-de-un-centro-de-computo>

PIE DE PÁGINA

1. Data Center Dynamics Converged – Media Pack 2012 -----	16
2. Datos tomados de 2010 EIA.gov -----	16
3. TIA–942 (Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers -----	17
4. ICREA Std-131-2013 -----	19
5. Http://es.scribd.com/doc/98815088/Especificaciones-Para-El-Diseno-De-Data- Center -----	20
6. Reglamento técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE 2013 -----	23
7. Anteriormente conocido Como CBEMA (Computer and Business Equipment Manufacturers Association). -----	24
8. ABB review 4 13 -----	24
9. Norma internacional para la construcción e instalación de equipamiento de ambientes para el equipo de manejo de tecnologías de información y similares” icrea-std-131-2013-----	24
10. NTC 2050 P8 -----	31
11. NEC 2011, IEEE Std 1100-2005-----	31
12. BST Barra secundaria de puesta a tierra o SGB Secondary Ground Busbar -----	32
13. IEEE, Rev 2005 -----	33
14. IEEE, Rev 2005 -----	33
15. NFPA 780 Estándar for the installation of lightning Protection System 2008 Edition -----	33
16. NTC 2050 P5 -----	34
17. ICREA Sección 420.5 -----	34
18. National Electrical Manufacturers Association18. National Electrical Manufacturers Association -----	36

19. STS significa “Static Transfer Switch -----	36
20. Clase 1: Se refiere a la robustez del SPD sujeto a pruebas con impulsos de 10x350µs a corriente de impulso máximo (Iimp) @ 1.2/50 µs en la onda de voltaje. Clase 2: Se refiere a la robustez del SPD sujeto a pruebas con impulsos de 8x20µs a corriente de descarga máximo (Imax) @ 1.2/50 µs en la onda de voltaje. Clase 3: Se refiere a la robustez del SPD sujeto a pruebas con una combinación de impulsos de 8x20µs @ 1.2/50 µs en la onda de voltaje. -----	37
21. De acuerdo con NFPA70-1990Art.230-70-----	37
22. Del inglés “Power Distribution Unit -----	39
23. Solo en caso de contar con medios complementarios de control de armónicos-----	39
24, Plantas de alta disponibilidad y alta seguridad de operación continua, con doble marcha y doble juego de baterías de arranque, con gobernador electrónico “que garantice la sincronización con los UPS” y regulador de voltaje de precisión -----	40
25, Norma Internacional para la Construcción e Instalación de Equipamiento de Ambientes para el Equipo de Manejo de Tecnologías de Información y Similares”. Icrea-std-131-2013 -----	40
26.TIA STANDARD. Telecommunications Infrastructure.Standard for Data Centers. TIA 942 -----	41
27, Norma Internacional para la Construcción e Instalación de Equipamiento de Ambientes para el Equipo de Manejo de Tecnologías de Información y Similares”. Icrea-std-131-2013 -----	42
28, Climatización en CPDs, P. Nuno, J. L. Rivas y J. E. Ares http://www.rediris.es/rediris/boletin/76/enfoque2.pdf -----	42
29, Climatización en CPDs, P. Nuno, J. L. Rivas y	

J. E. Ares http://www.rediris.es/rediris/boletin/76/enfoque2.pdf -----	45
30, Norma Internacional para la Construcción e Instalación de Equipamiento de Ambientes para el Equipo de Manejo de Tecnologías de Información y Similares”. Icrea-std-131-2013 -----	45
31, Neil Rasmussen – Cálculos de los Requisitos Totales de Refrigeración para Centros de Datos-----	47
32, PUE “Power Usage Effectiveness” -----	49
33. (http://libros.redsauce.net/ . XVIII Aire Acondicionado -----	50
34, Deberá ser hecho por un experto certificado CCRE -----	52
35, Norma Internacional para la Construcción e Instalación de Equipamiento de Ambientes para el Equipo de Manejo de Tecnologías de Información y Similares”. Icrea-std-131-2013 -----	56
36, Climatización en CPDs, P. Nuno, J. L. Rivas y J. E. Ares http://www.rediris.es/rediris/boletin/76/enfoque2.pdf -----	59
37, http://libros.redsauce.net/ . XVIII Aire Acondicionado -----	64
38, (https://apps.grupoice.com/PEL/docsAdq/LPU20100008ANE-04.doc -----	66
39, (https://apps.grupoice.com/PEL/docsAdq/LPU20100008ANE-04.doc -----	80
40, reglamento técnico de iluminación y alumbrado público. Retilap-----	81
41, Norma Internacional para la Construcción e Instalación de Equipamiento de Ambientes para el Equipo de Manejo de Tecnologías de Información y Similares”. Icrea-std-131-2013 -----	81
42, reglamento técnico de iluminación y alumbrado público. Retilap-----	82
43, reglamento técnico de iluminación y alumbrado público. Retilap- sección 430.2.2 y 430.5.1 -----	86