

CCRD

CERTIFICACIÓN **ICREA**
**CERTIFIED
COMPUTER ROOM
DESIGNER**

International
Computer
Room
Experts
Association



International
Computer
Room
Experts
Association



CERTIFICACIÓN - CCRD

Certified Computer Room Designer

CAPÍTULO I

TEMA

Diseño Conceptual





DISEÑO CONCEPTUAL

Preliminares del Curso

- *Asistencia puntual indispensable para Diploma.*
- *No se proporcionan ponencias, ni material didáctico utilizado por los capacitadores.*
- *Registro en línea ... ¡¡¡NECESARIO!!!*
- *Foto individual y de grupo.*
- *Hoja de asistencia diaria.*
- *Encuesta por tema diario.*
- *Preguntas en cualquier momento, de favor.*
- *Examen final.*

Objetivo del Ambiente Físico

Garantizar la alta disponibilidad de la infraestructura y la protección efectiva de los activos informáticos.

Política de la Seguridad Informática

Disponibilidad:

Se cumple, si las personas o los procesos autorizados pueden acceder confiablemente y con oportunidad a datos o a recursos informáticos.

Confidencialidad:

Se cumple al asegurar que la información no sea accesada o divulgada a personas o procesos no autorizados.

Integridad:

Se cumple al asegurar la exactitud y confiabilidad de la información y los sistemas y que estos no puedan ser modificados sin autorización ya sea accidentalmente o intencionalmente.



DISEÑO CONCEPTUAL

El Diseño Conceptual

- 1) Disponibilidad deseada o requerida (NIVEL I, II, III, IV, V, VI).
- 2) Sustentabilidad requerida (Sello Verde ICREA).
- 3) Confiabilidad de los equipos (Disponibilidad -VS- Downtime).
- 4) Redundancia necesaria (N, N+1, 2N, 2N+1, 3N).
- 5) Nivel de seguridad requerida (High Technology - NIVEL I - V).
- 6) Comunicaciones necesarias (Redundancia o Backbone requerido).
- 7) Perfil del personal responsable del Mantenimiento (MMS – Maintenance Management System).
- 8) Perfil del Personal de Operación (Operational Staff Profile).
- 9) Costo Total de Inversión y Operación (CAPEX y OPEX)
- 10) Vida útil del CPD (Retorno de la Inversión - Tasa Interna de Retorno).
- 11) Normatividad aplicable (ICREA y otras normas).

Administración de un CPD

Conjunto de decisiones corporativas que permiten mantener el control en un CPD:

- La Operación.
- Los recursos Humanos.
- Los recursos Financieros.

- ❖ Definiendo las expectativas y tendencias.
- ❖ Ponderando las dediciones.
- ❖ Verificando el desempeño y seguimiento.
- ❖ Administrando los riesgos.



DISEÑO CONCEPTUAL

Diferentes tipos de Data Centers

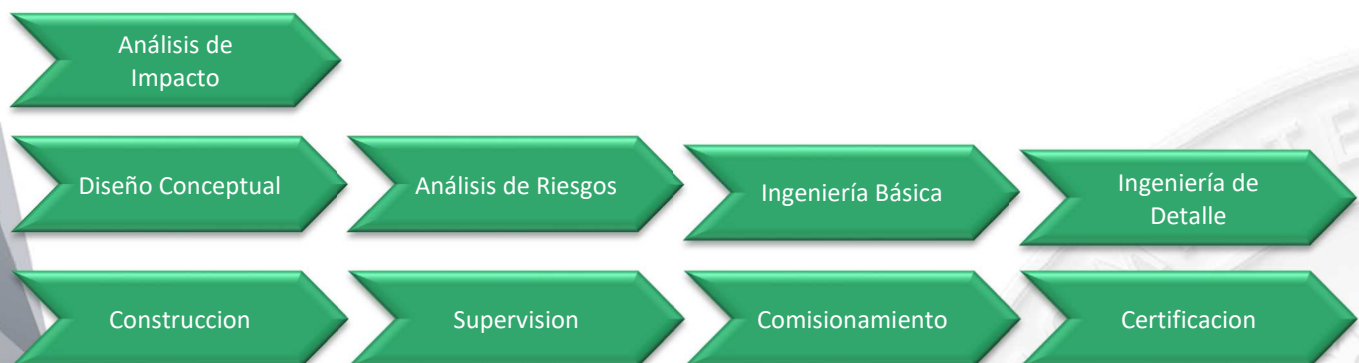
- **Data Center (DC)**
 - Centro de Procesamiento de Datos (CPD).
- **Internet Data Center (IDC)**
 - Internet Data Center - Equipamiento para transporte de la información vía aérea.
- **Telecommunications Data Center (TDC)**
 - Equipamiento para transporte de la información tierra-Aire.

Objetivo del Ambiente Físico

Garantizar la alta disponibilidad de la infraestructura y la protección efectiva de los activos informáticos.

- ❖ Art 410.2.- Administración de Riesgos
- ❖ Art 410.3.- El ambiente físico para TI
- ❖ Art 410.4.- Requisitos Generales
- ❖ Art 410.5.- Proyectos a Considerar

Ruta del ahorro

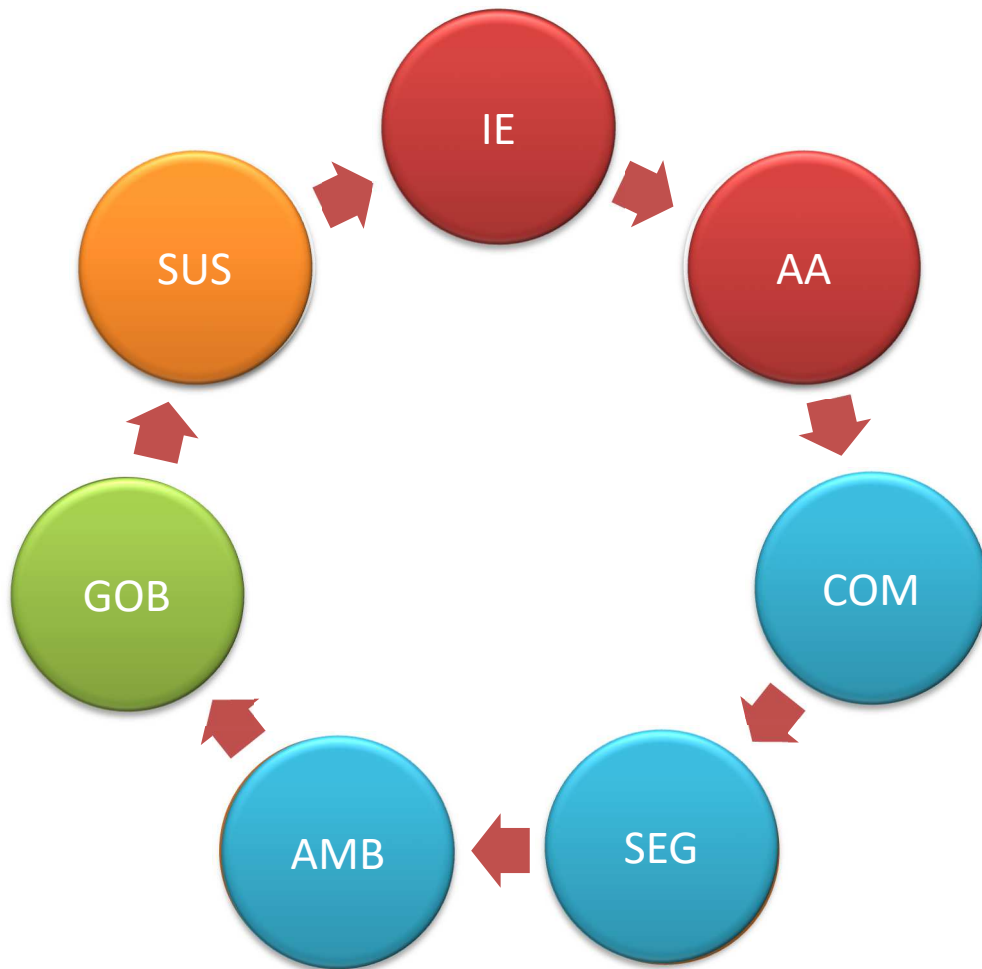


*El no seguir estrictamente este procedimiento,
Inevitablemente evitará posibles ahorros y
Propiciará el gasto excesivo.*



DISEÑO CONCEPTUAL

7 Especialidades



- 420 - Instalaciones Eléctricas
- 430 - Climatizacion
- 440 - Instalaciones de Seguridad
- 450 - Comunicaciones
- 460 - Ambito
- 470 - Gobernabilidad
- 480 - Sustentabilidad



DISEÑO CONCEPTUAL

Requerimientos de los CPD's

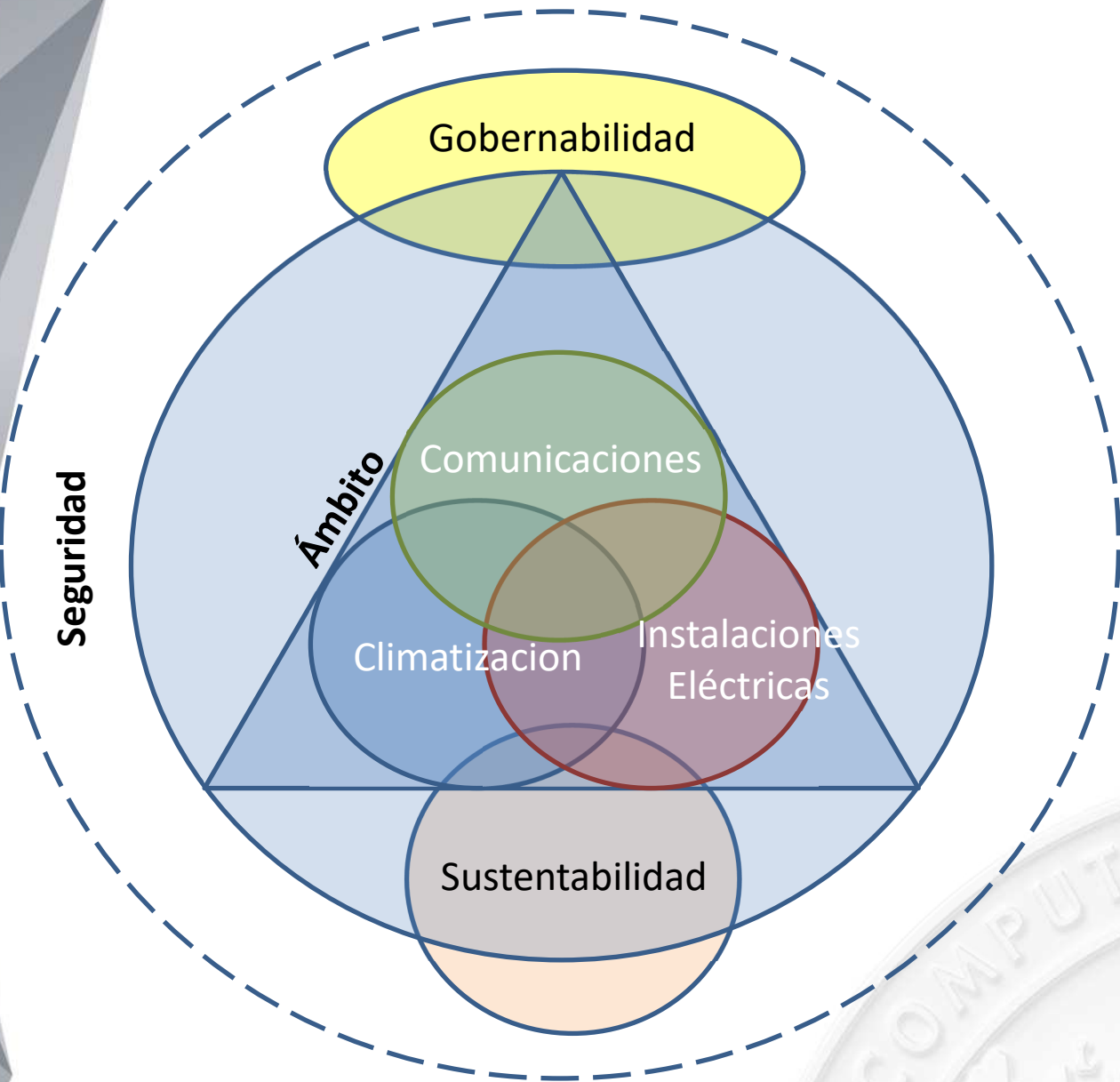
- ❖ *Alta Confiabilidad*
- ❖ *Alta Disponibilidad*
- ❖ *Susceptibles de Mantenimiento Concurrente*
- ❖ *Tolerante a Fallas*
- ❖ *Alta Seguridad*
- ❖ *Eficientes*
- ❖ *Eficaces*
- ❖ *Flexibles y Escalables*
- ❖ *Virtualización y Consolidación*
- ❖ *Sustentables*
- ❖ *Gobernables*
- ❖ *Económicos*
- ❖ *Mantenibles*





DISEÑO CONCEPTUAL

Filosofía ICREA





DISEÑO CONCEPTUAL

Capacidades del Data Center

- *Energía*
- *Enfriamiento*
- *Espacio físico*
- *Capacidad de carga (peso)*
- *Conectividad*
- *Capacidades funcionales*

Capacidades del equipamiento.

- *La diversidad de equipos*



Normas y Mejores Prácticas





DISEÑO CONCEPTUAL

Hardware, Software e Infraestructura

ICREA:

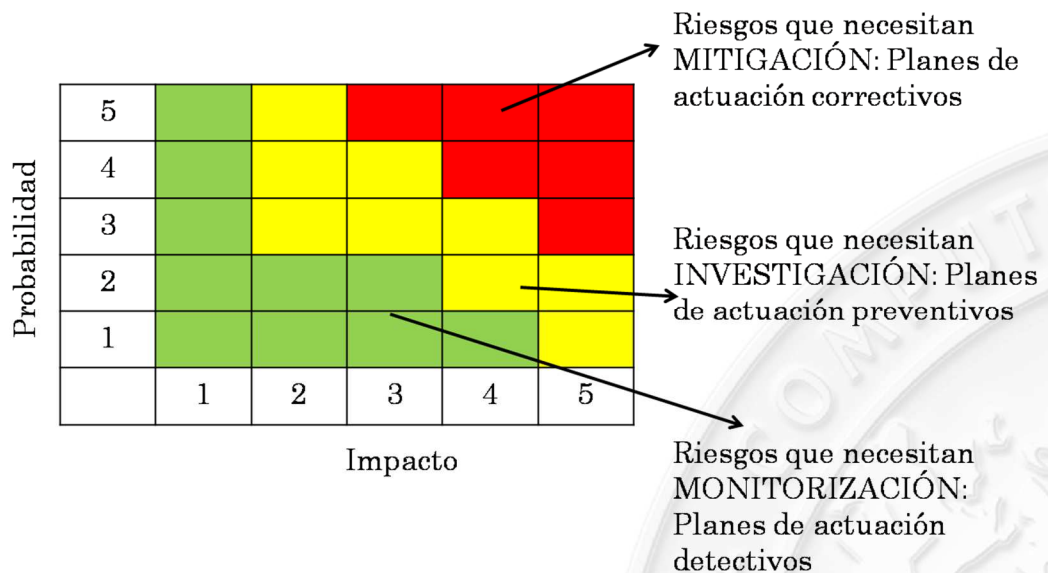
No tiene nada que ver con el SW ni con el HW.

En el diseño de un CPD se tomarán en consideración los requerimientos del HW, así como los procesos (SW) que ahí se realizarán.

Análisis de Riesgos

Los controlamos, los asumimos, los transferimos, o los mitigamos !!!

Ingeniería Básica *Ingeniería de Detalle*





DISEÑO CONCEPTUAL

Requisitos para Diseño Conceptual

Equipos a considerar
Lugar para la instalación

Proyectos a considerar:

- Instalaciones Eléctricas
- Climatización
 - Seguridad
 - CCTV
 - Control de Acceso
 - Seguridad Física
- Comunicaciones
- Ambito



Definiciones en Análisis de Riesgos

- Riesgo
- Vulnerabilidad y Amenazas
- Análisis de Riesgos
- Cuantificación de riesgos
- Valuación de riesgos
- Criterio de riesgo
- Tratamiento del riesgo
- Transferencia del riesgo
 - Reducción del riesgo
 - Eliminación del riesgo
 - Riesgo residual





DISEÑO CONCEPTUAL

Vulnerabilidad

Una vulnerabilidad es toda aquella circunstancia o característica de un activo que permite la consecución de ataques que comprometan la confidencialidad, integridad y/o la disponibilidad de ese mismo activo o de otros activos de la organización.

Ejemplos de Vulnerabilidades: Factores de riesgo que causan las amenazas

- Falta de conocimientos del usuario
- Falta de funcionalidad de la seguridad
- Configuración inadecuada del cortafuegos
- Elección deficiente de contraseñas
- Tecnología no probada
- Transmisión por comunicaciones no protegidas

Análisis de Vulnerabilidades





DISEÑO CONCEPTUAL

Amenazas

Una amenaza es un evento o incidente provocado por una entidad hostil a la organización (humana, natural o artificial) que aprovecha una o varias vulnerabilidades de un activo con el fin de agredir la confidencialidad, integridad o disponibilidad de ese mismo activo o de otros activos de la organización (se dice que la amenaza “explota” la vulnerabilidad del activo).

Las amenazas pueden ser externas o internas a la organización y pueden ser deliberadas o accidentales (por ejemplo, en el caso de desastres naturales o negligencia sin intención de daño por parte de personal de la organización).

Ejemplos de Amenazas:

- *Errores*
- *Daño intencional / ataque*
- *Fraude*
- *Robo*
- *Falla de equipo / software*
- *Desastres naturales*





DISEÑO CONCEPTUAL

Impacto

Impacto hace referencia a la magnitud de las consecuencias que tiene para el negocio el hecho de que uno o varios activos hayan visto comprometida su confidencialidad, integridad o disponibilidad debido a que una o varias amenazas hayan explotado las vulnerabilidades de estos u otros activos. Al estimar un determinado nivel de impacto es necesario considerar la criticidad de los activos afectados.



**Ejemplos de Impacto en una organización:
Pérdida (directa o indirecta):**

- Pérdida directa de dinero
- Sanción por violación de la legislación
- Pérdida de imagen / reputación
- Poner en peligro al personal o a los clientes
- Violación de confianza
- Pérdida de oportunidad de negocio
- Reducción de la eficiencia /desempeño operativo
- Interrupción de la actividad de negocio



DISEÑO CONCEPTUAL

Riesgo

Riesgo se define como la probabilidad de que la organización se vea sometida a un determinado nivel de impacto (determinado a su vez por las consecuencias de la agresión).

Análisis de Riesgos



Certificación ICREA

- Certificación
 - Observaciones Rojas
 - Observaciones Azules
 - Observaciones negras
- Seguimiento
- Vigencia
- Re-Certificación
- Certificación o listado de Productos
- Alcance Internacional



Riesgo

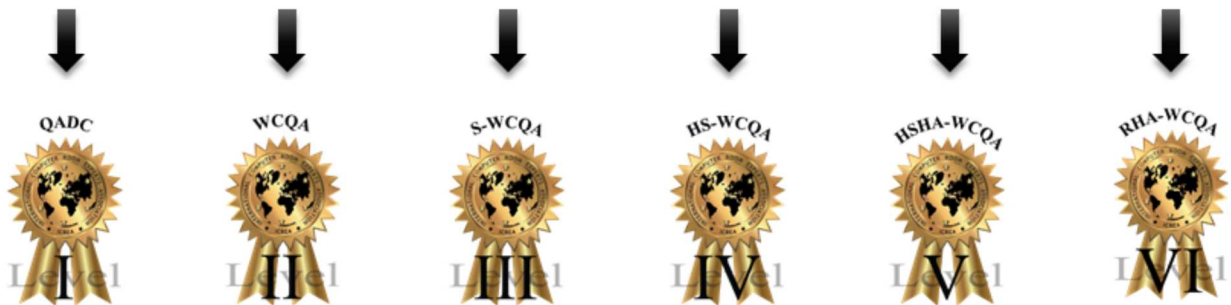
Riesgo se define como la probabilidad de que la organización se vea sometida a un determinado nivel de impacto (determinado a su vez por las consecuencias de la agresión).

Análisis de Riesgos



DISEÑO CONCEPTUAL

Niveles de confiabilidad ICREA

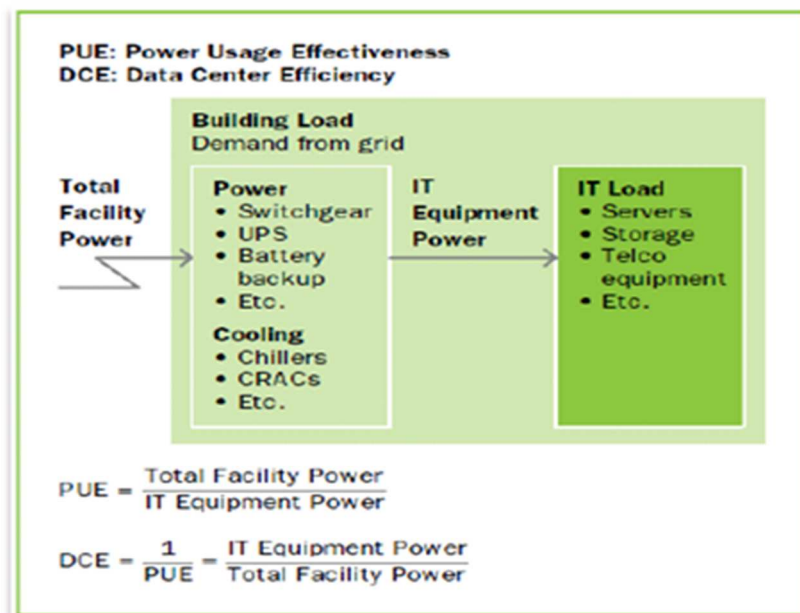




DISEÑO CONCEPTUAL

Confiabilidad

- MTBF
- Análisis de Riesgos
- Documentación
 - Planos As-Built
 - Memorias
 - Manuales de procedimientos
 - Pruebas
- Mantenimiento
- PUE (Power Usage Effectiveness)
- Gobernabilidad
- Sustentabilidad



International
Computer
Room
Experts
Association



CERTIFICACIÓN - CCRD

Certified Computer Room Designer

CAPÍTULO II T E M A **Ámbito**





ÁMBITO

Esta sección describe las características generales que deben tener los centros de cómputo, su construcción, el ambiente que los rodea, su entorno geográfico, los acabados en el interior del Data Center, las características del piso elevado, el tipo iluminación, el mobiliario, las pinturas utilizadas y la limpieza del aire que como tal se debe cuidar.

Al terminar esta sección, el alumno deberá estar capacitado para evaluar el ambiente de un Data Center en su forma genérica “ÁMBITO” y poder indicar si el ambiente es propicio para un Data Center y en su caso hacer las recomendaciones necesarias ya sea para mejorar las condiciones operativas del Data Center o en su defecto sugerir el cambio de ubicación como única solución posible a una que cumpla con los requerimientos de la instalación.

1. Criterios de localización:

Ver 410.4.8 Consideraciones al proyecto de obra civil en ICREA Std-131-2021

1.1 Geográficos:

- Zonas Sísmicas: Daños o interrupción de los servicios por daños al Centro de Cómputo o Telecomunicaciones.
- Zonas Costeras: Posible daño por tormentas, inundaciones, corrosión salina, etc.
- Condiciones Climáticas: Hielo, nieve, niebla, pueden afectar el suministro eléctrico, las comunicaciones y la capacidad de acceder al Centro.

1.2 Medio Ambientales:

Ver 410.4.13 Consideraciones de ubicación dentro del inmueble en ICREA Std-131-2021

Evitar Edificios o Construir en áreas con:

- Ambientes industriales y comerciales
- Contaminación Química
- Contaminación Excesiva por Polvo
- Interferencia por Operación de Radar
- Fuentes de alto poder para Transmisión de Radio
- Campos Eléctricos de Alta Frecuencia
- Campos Magnéticos
- Áreas con Gases Corrosivos
- Materiales Explosivos o explosiones
- Materiales Radioactivos
- Aeropuertos, Helipuertos y Rutas de Vuelo
- Vías de Ferrocarril



ÁMBITO

- Vibración
- Carreteras con Alto Tráfico
- Gas combustible
- Gasolineras, no menos de 50 mts.

1.3 Suministro Energía Eléctrica:

- Posibilidad de contar con más de una acometida eléctrica comercial
- Deseable contar con más de una subestación transformadora
- Acometida Comercial de dos plantas generadoras distintas
- Evitar hasta donde sea posible Acometidas Comerciales aéreas, de preferencia utilizar subterráneas
- Verificar las estadísticas de problemas de suministro en la zona (Cortes del Suministro, Fluctuaciones).
- Verificar otros usuarios mayores de la zona que pudieran causar fluctuaciones que pudieran estar en la misma línea que el Centro de Cómputo o Telecomunicaciones.

1.4 Comunicaciones:

- Verificar que la capacidad y la totalidad de los servicios requeridos sea proporcionado y soportados en el área de localización por los Carriers de comunicaciones.
- Verificar con usuarios locales y los Carriers de comunicaciones los niveles de servicio y calidad del suministro de servicios y soporte.
- Verificar con los Carriers de comunicaciones que más de uno puede suministrar los servicios requeridos.
- Disponibilidad de múltiples rutas de comunicación y conexión
- Evitar hasta donde sea posible Acometidas aéreas, de preferencia utilizar subterráneas

1.5 Suministro de Agua Potable

- Verificar la posibilidad de contar con más de una fuente principal de suministro, si más de una fuente está disponible, esas fuentes deben de tener rutas distintas.
- Verificar las estadísticas de problemas de suministro en la zona.
- Disponibilidad de agua suficiente para las necesidades del site y de los sistemas contra fuego.
- Verificar la calidad del agua suministrada para evitar equipo especial adicional para protección de los equipos de aire acondicionado y sistemas de agua helada.

1.6 Servicios de Policía y Bomberos

- El centro de Cómputo o Telecomunicaciones debe estar localizado a una distancia razonable de los servicios locales de bomberos y policía.
- Verificar la capacidad de reacción de los servicios locales de bomberos y policía.
- Verificar capacidad de agua para extinguir incendios en los servicios locales de bomberos.
- Adecuada presencia policíaca disponible en caso de cualquier situación de intrusión, o daño a las



ÁMBITO

instalaciones.

- Verificar medios de comunicación eficientes con los servicios locales de bomberos y policía.

1.7 Servicios de Transporte:

- Contar con el mayor número posible de accesos; autopistas carreteras federales, etc.
- Contar con el mayor número de vuelos comerciales de compañías de aviación.
- Contar con el mayor número de corridas de servicios de transportación terrestre.
- Accesibilidad directa de una autopista, si es posible.

1.8 Oferta Laboral Especializada y Educación

- Existencia de centros de educación que impartan carreras afines al procesamiento de datos y las telecomunicaciones.
- Existencia de empresas relacionadas con el procesamiento de datos y telecomunicaciones ubicadas en la zona.
- Sistema educativo en la zona para atraer y retener al personal.
- Existencia de centros educativos de ingeniería electromecánica y preferiblemente técnicos calificados para mantenimiento apropiado del Data Center.
- Existencia de centros de servicio local para soporte de los equipos de infraestructura.

1.9 Probabilidad de Desordenes civiles:

- Evitar zonas geográficas con conflictos políticos y o sociales.
- En ciudades capitales evitar las Avenidas principales, debido a que en ellas se realizan las manifestaciones de los grupos políticos y sociales descontentos.
- Evitar zonas definidas como de Alta Criminalidad.

2. Selección del sitio específico dentro del área geográfica definida:

2.1 Requerimientos del sitio específico

- Ubicación en una zona alta como protección contra inundaciones principalmente importante si el site se ubicará en los sótanos (No debiera).
- Proximidad a una vía rápida (autopista), pero con un área “buffer” para separar el site.
- Próximo a los servicios de transportación comercial por conveniencia a los empleados y visitantes.
- Facilidades de estacionamiento adecuadas.
- Análisis de restricciones de uso de suelo permitido por las autoridades locales.



ÁMBITO

3. Selección del Inmueble o Construcción del site dentro del sitio elegido:

3.1 Requerimientos del inmueble o de construcción

- Espacio suficiente para el equipo y staff de personal con capacidad de crecimiento de al menos cinco años.
- Altura entre techo y piso real 4m min. Y entre pisos real y falso de al menos 60cm adecuados materiales en la construcción y suficiente capacidad en pisos para soportar equipo pesado.
- Espacio dedicado y suficiente para cuartos de máquinas de aire acondicionado y equipo de soporte eléctrico.
- Puerta con dimensiones suficientes para permitir entrada y salida de equipos.
- Pasillo suficientemente ancho para movimiento de equipos
- Posibilidad de ubicar el Centro de Cómputo o Telecomunicaciones separado de áreas con materiales inflamables o rutas de tuberías de agua.

3.2 Pregunta para reflexión:

- ¿Por qué después de lo que hemos comentado en esta sesión, los centros principales de cómputo y telecomunicaciones se ubican en las grandes ciudades y los de Respaldo o Contingencia se ubican fuera de la ciudad?

Podemos construir el mejor centro de Cómputo o Telecomunicaciones, excediendo normas de construcción y equipamiento, pero las calamidades asociadas pueden dejarlo fuera de operación.

3.3 Qué son las calamidades asociadas:

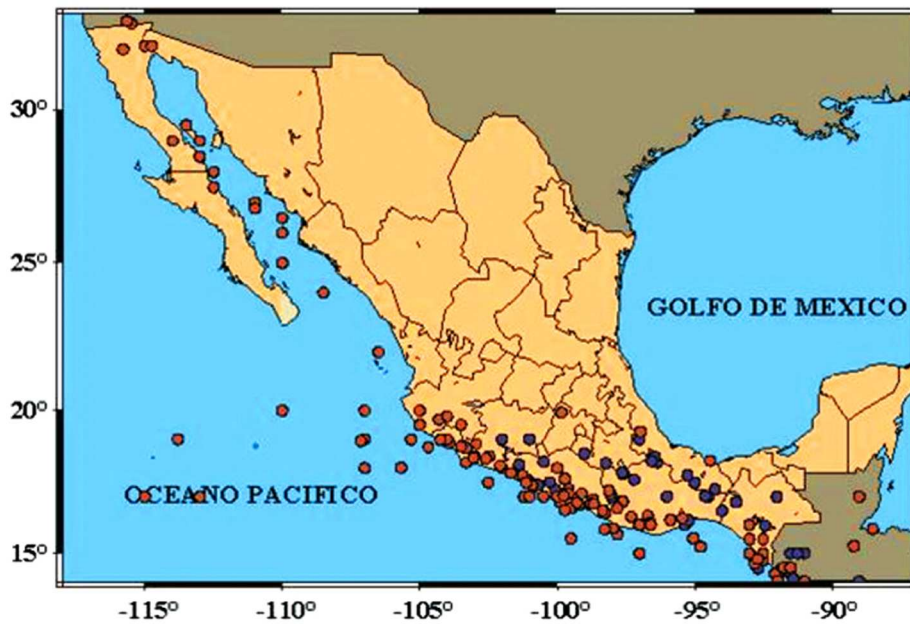
- Servicios de energía eléctrica suspendidos.
- Redes de comunicaciones dañadas.
- Servicios Públicos suspendidos.
- Inaccesibilidad al centro.
- Falta de personal para operar el Centro.
- Mayor posibilidad de manifestaciones o desordenes civiles.

Selección del lugar geográfico para la construcción del Data Center:



ÁMBITO

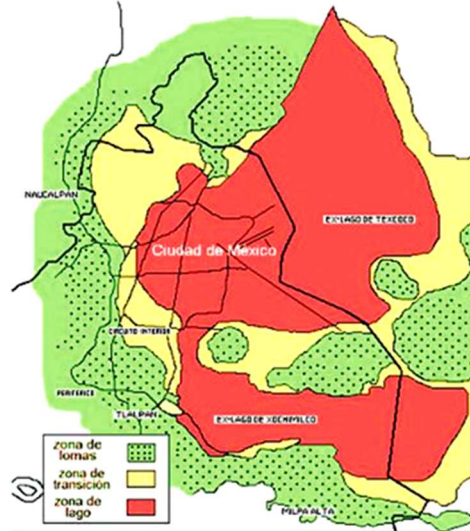
4. Aspectos telúricos:





ÁMBITO

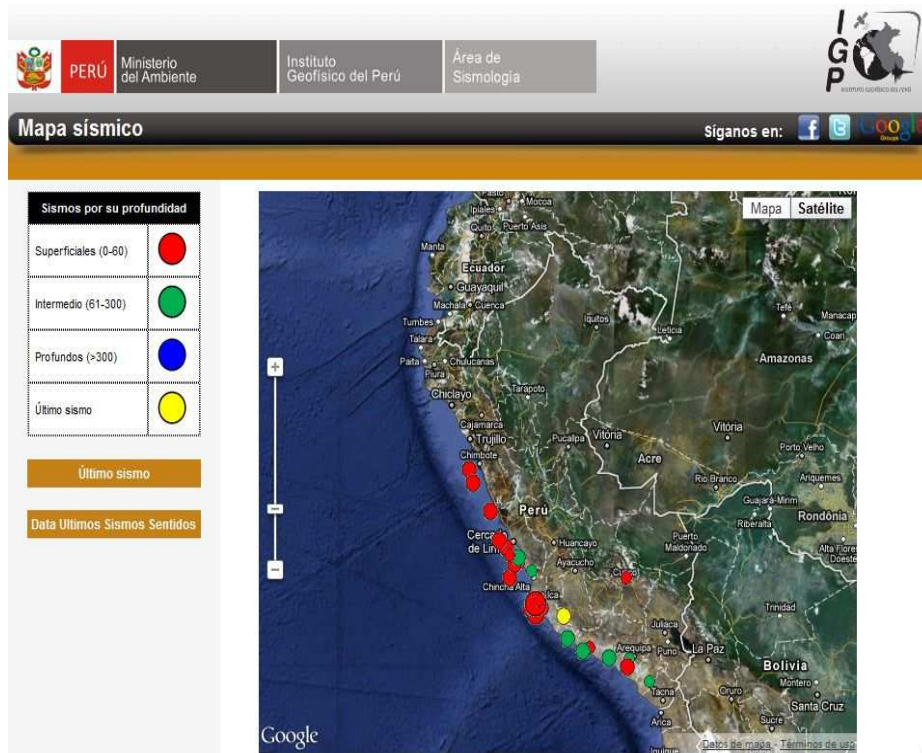
Regionalización Sísmica en la Ciudad de México



En la zonificación de la Ciudad de México se distinguen tres zonas de acuerdo al tipo de suelo:

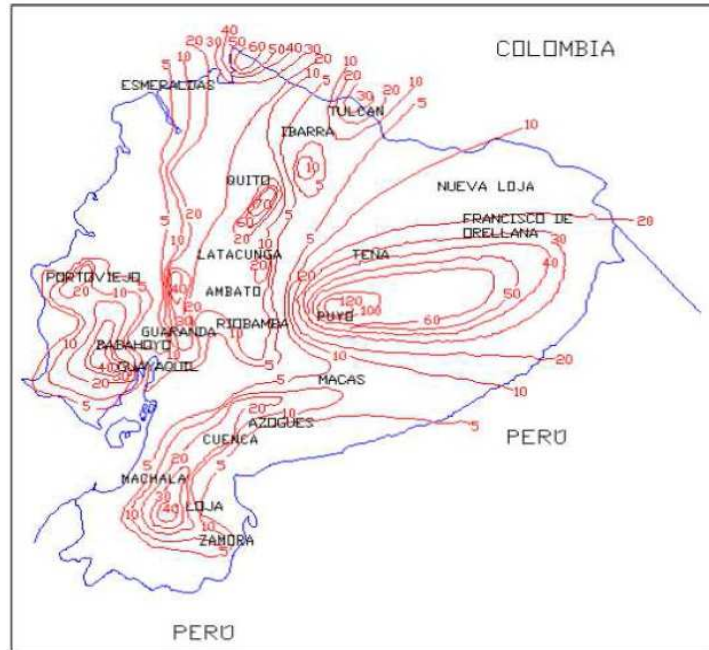
- **Zona I, firme o de lomas:** localizada en las partes más altas de la cuenca del valle, está formada por suelos de alta resistencia y poco compresibles.
- **Zona II o de transición:** presenta características intermedias entre la Zonas I y III.
- **Zona III o de Lago:** localizada en las regiones donde antiguamente se encontraban lagos (lago de Texcoco, Lago de Xochimilco). El tipo de suelo consiste en depósitos lacustres muy blandos y compresibles con altos contenidos de agua, lo que favorece la amplificación de las ondas sísmicas

Zonas Sísmicas de Perú

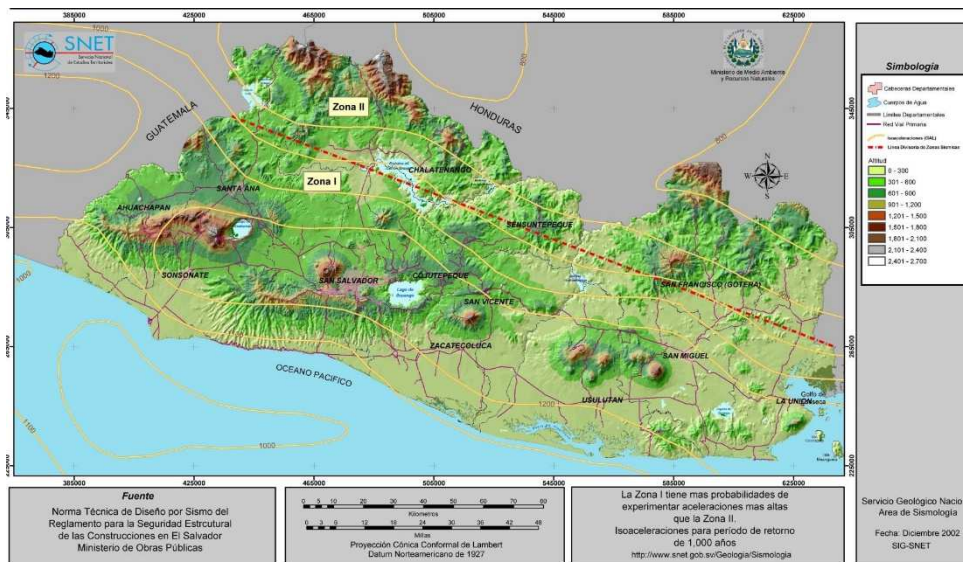




ÁMBITO



Zonas Sísmicas de El Salvador

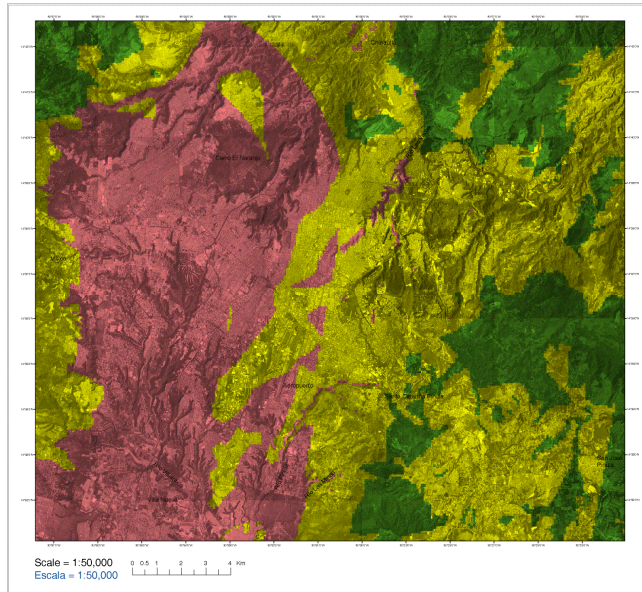


Fuente: http://www.zonu.com/mapas_el_salvador/Mapa_Zonificacion_Sismica_El_Salvador.htm



ÁMBITO

Zonas Sísmicas de Guatemala



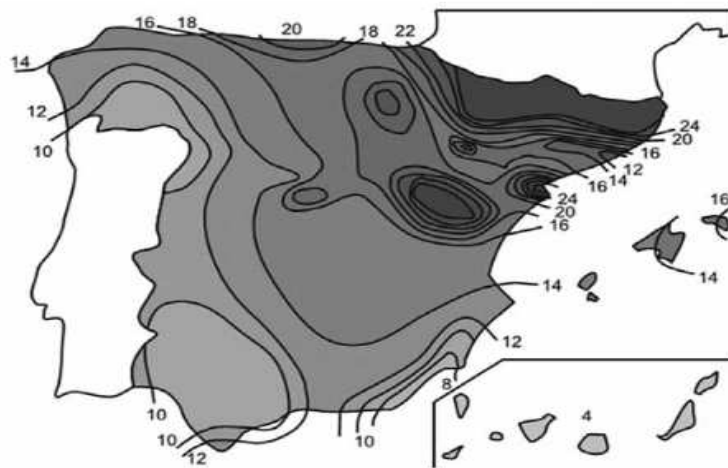
Zonas Sísmicas de Bolivia





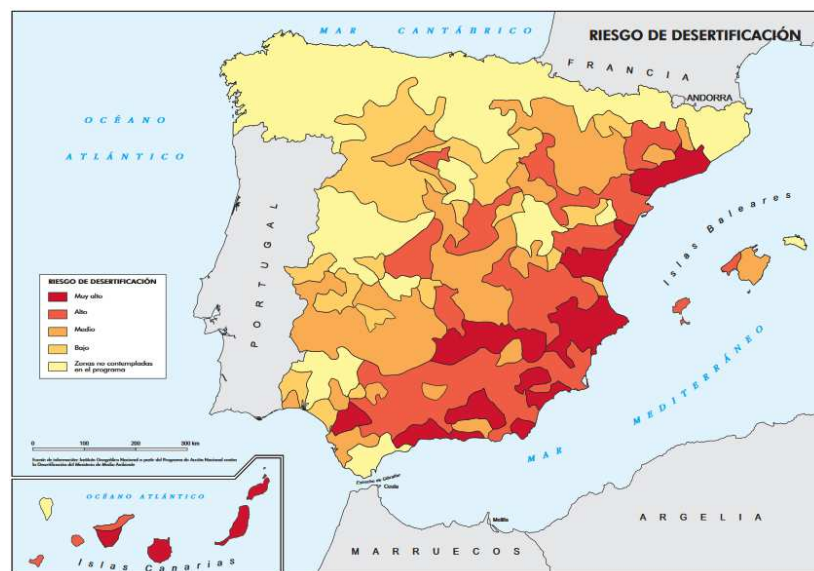
ÁMBITO

Mapa Isoceráunico de España



Mapa isoceráunico de España

Zonas Sísmicas de España

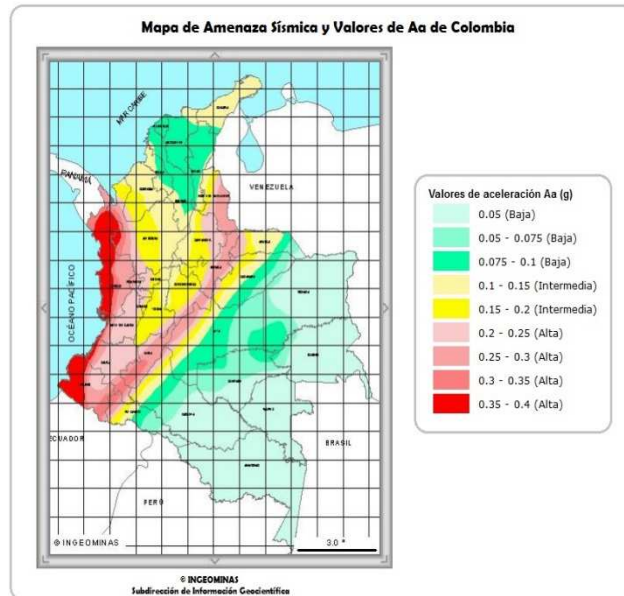


Fuente: http://www.02.ign.es/espmap/mapas_riesgos_bach/Riesg_Map_a_08.htm



ÁMBITO

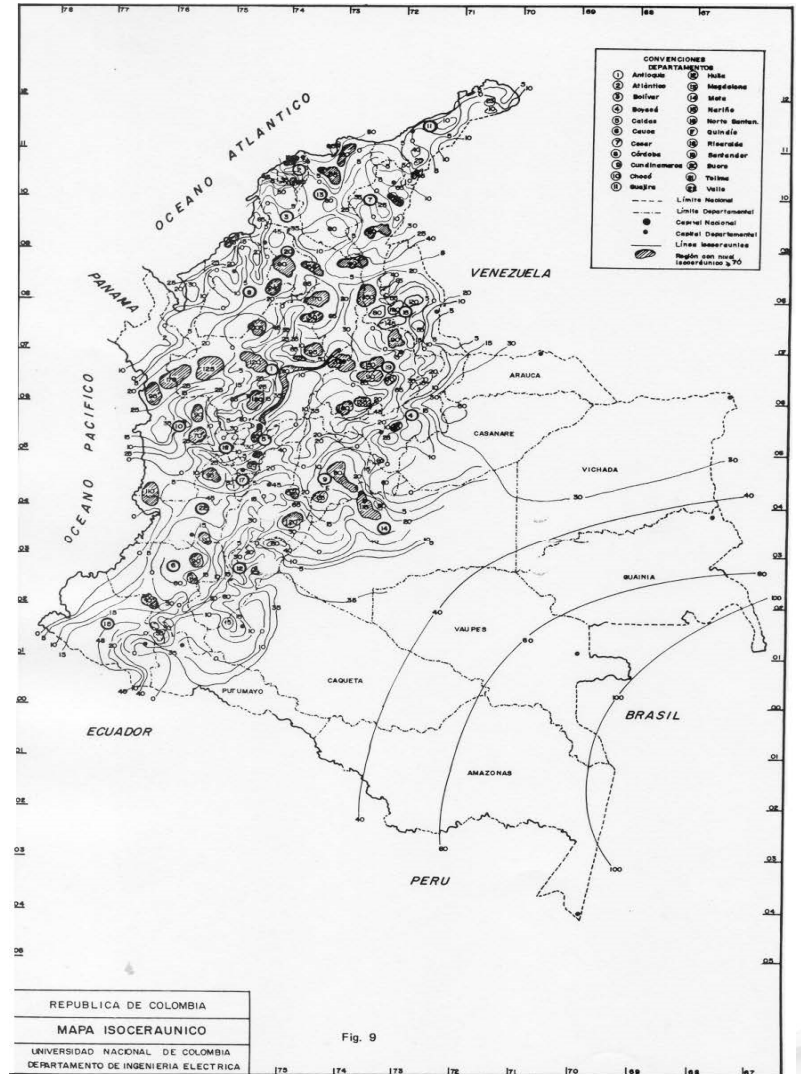
Zona Sísmica de Colombia





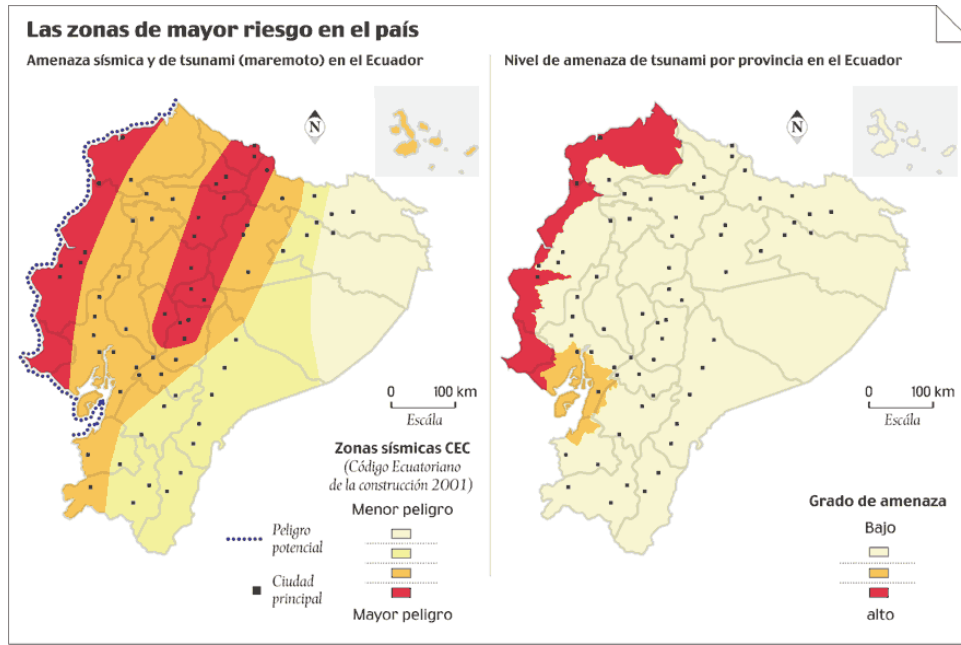
ÁMBITO

Mapa Isoceráunico de Colombia





ÁMBITO



Fuente: Coperazione Intenazionale, Institut de Recherche pour le développement. Oxfam EL COMERCIO

Mapa de Riesgo sísmico en Chile





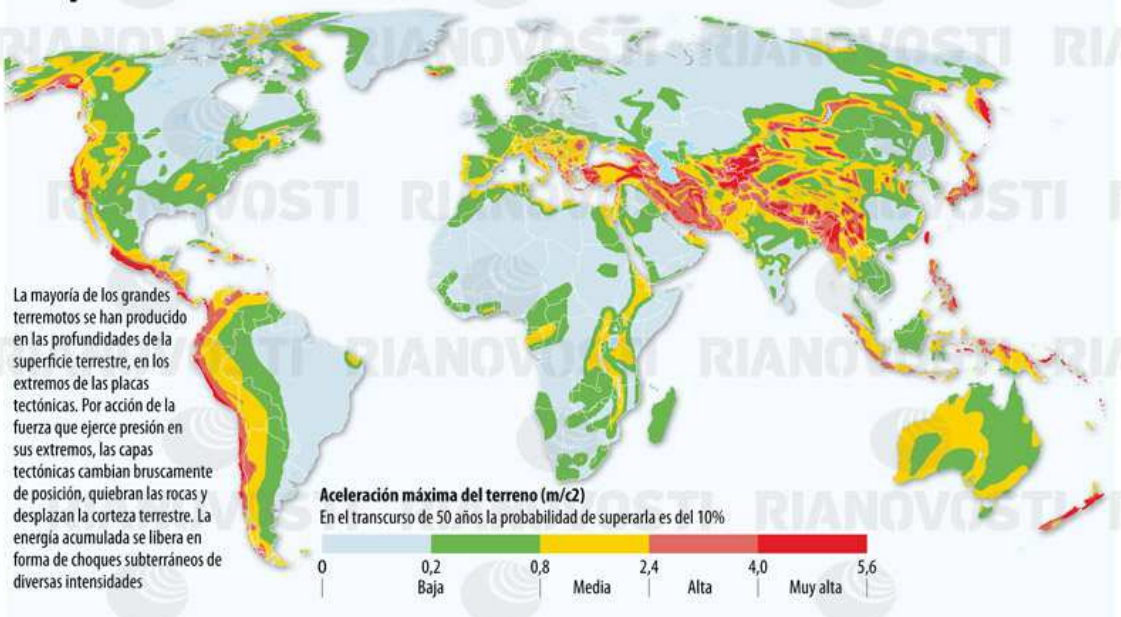
ÁMBITO

Fuente: Revista Geointeracciones
Fuente: USGS



Mapa de zonas sísmicas

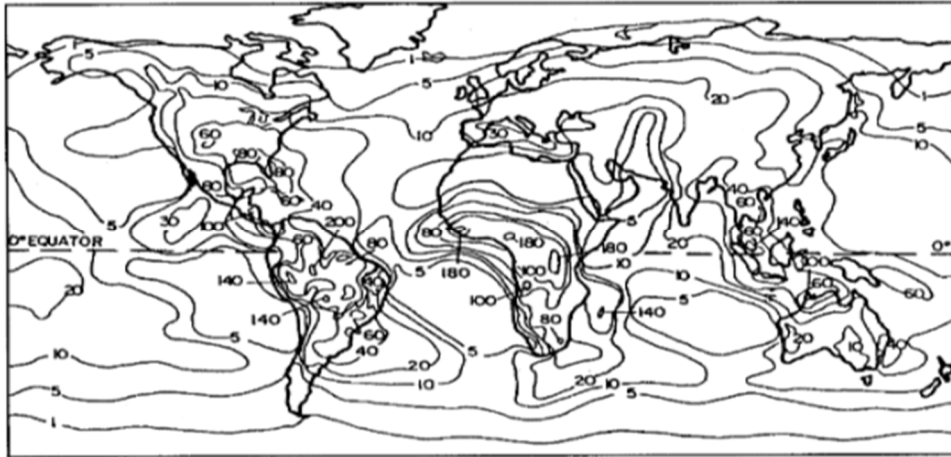
Fuente: Global Seismic Hazard Program



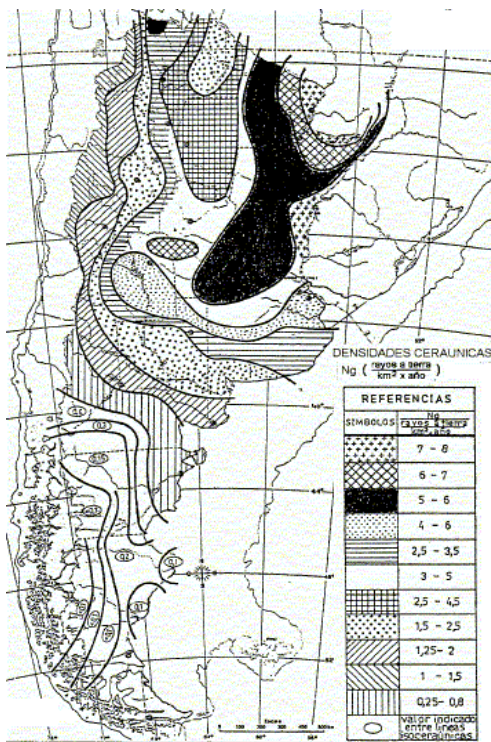


ÁMBITO

Mapa Isoceráunico del Ecuador – Fuente INAMHI



Mapa Mundial de nivel cerámico. Fuente: World Meteorological Organization.



Fuente: <http://www.ing.unlp.edu>



Fuente: Charles Ernest Pelham Brooks
(Handbook of Statistical Methods in Meteorology)



ÁMBITO



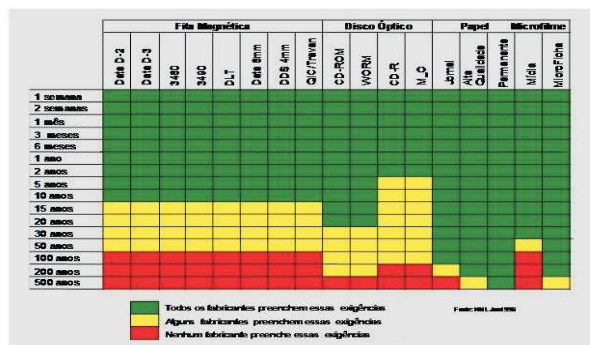
5. Aspectos constructivos

5.1 Muros

Ver 460.1.1 Muros en ICREA Std-131-2021



Vida útil de los medios portadores de datos en ambientes con 10°C e 25% Humedad Rel.



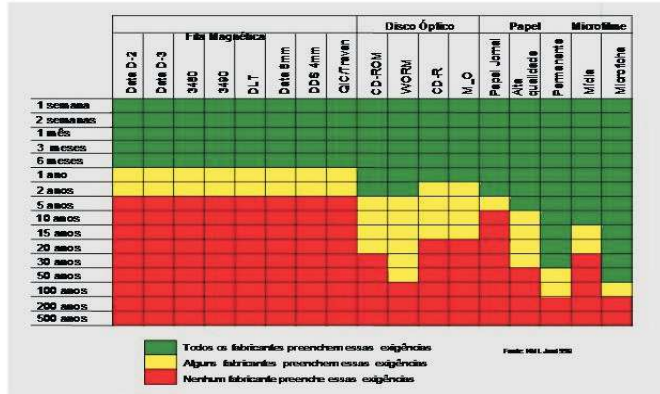
Para lo anterior basta con analizar la siguiente gráfica para entender lo importante que es mantener la temperatura y la humedad en grados aceptables para los medios de hacer lo contrario el tiempo de recuperación puede resultar excesivo para la empresa.



ÁMBITO



Variación en la vida útil si el ambiente ofrece 25°C e 50% h.rel. ¿Cómo es hoy su ambiente de back up?



5.2 Techos

Consultar en ICREA Std-131-2021

460.1.2 Techo o cielo

460.1.2.1 Aspectos constructivos

460.1.2.2 Cielo falso o falso plafón

5.3 Piso

Ver 460.1.3 Piso o suelo verdadero en ICREA Std-131-2021

5.4 Puertas:

Consultar en ICREA Std-131-2021

460.1.4 Puertas

460.1.4.1 Puertas de acceso al personal

460.1.4.2 Puertas de emergencia

460.1.4.3 Puerta de acceso a equipos dentro del CPD



ÁMBITO

460.1.4.4 Puertas corredizas

5.5 Sellos:

Ver 440.6.5 Sellos en ICREA Std-131-2021

5.6 Ventanas:

Ver 460.1.5 Ventanas en ICREA Std-131-2021

5.7 Iluminación

Ver 460.10 Sistema de Iluminación en ICREA Std-131-2021

Forma de medición:

El equipo de medición a utilizar se llama “luxómetro” y se deberá colocar el sensor a la altura de la mesa de trabajo (70 cm).

El resultado obtenido es directamente en luxes.

5.8 Interferencia Electromagnética EMI:

Ver 460.3.1 en ICREA Std-131-2021

- No se deben utilizar los teléfonos celulares ni radio localizadores dentro de una sala de cómputo, se deben colocar letreros prohibiendo su uso.
- Campo electromagnético.
- Se deberá mantener por debajo de valor 4 mT medidos a una distancia de 10 cm del equipo de cómputo.
- El equipo de medición a utilizar ese El Gaussómetro.

Definiciones:

- Voltaje modo común. - Aquel que aparece igual en amplitud y en fase respecto al potencial de tierra.
- Acoplamiento cruzado. - Inducción debido al acoplamiento o a una señal de otro circuito.
- Voltaje de modo diferencial. - Voltaje que aparece igual en amplitud, pero opuesto en fase con respecto a tierra en una señal.
- Intensidad de campo eléctrico. - Magnitud del vector campo eléctrico, se expresa en (V/m).
- Emisión electromagnética. - Fenómeno de emanación de energía, puede ser radiada o conducida.
- Intensidad de campo magnético. - Magnitud del vector campo magnético, se expresa en
- (A/m)



ÁMBITO

Fuentes de emisión electromagnética: Externas:

- Transmisores de radio.
- Líneas de energía.
- Arranque de motores.
- Descargas atmosféricas.
- Radar.
- Celulares.
- Balastras electrónicas.
- Motores eléctricos.

Internas:

- Fuentes de alimentación.
- Osciladores.
- Cables de energía.
- Rectificadores.
- Reloj digital.

Medición de EMI:

- EMC (compatibilidad electromagnética se refiere a que las emisiones electromagnéticas son compatibles o no afectan al equipo de cómputo).
- La intensidad de campo de la energía electromagnética radiada se mide en Volts por metro (V/m) dentro del espectro desde 10 kHz a 1,000 MHz. Otra unidad de campo eléctrico de banda estrecha es decibel/microvoltio. (dB/ μ V).
- Niveles que afectan las comunicaciones:
- Radiadas 30-300 mV/m
- Conducidas 250 mV a 3 mV
- ESD 10 a 15 kV
- Campo RF 1-10 V/m
- Transitorios de 4 KV.
- Descargas atmosféricas 200 KV

Afectación externa:

- Contacto no deseado.
- Inducción.

Recomendaciones:

- El cuarto de equipos de soporte es capaz de generar EMI por lo que se deberá mantener una distancia.
- (Motores, elevadores, cierra puertas, transformadores).



ÁMBITO

- Separación de ductos con cable de señal.
- 1,2 m. de transformadores y/o motores.
- 30 cm de cables de fuerza.
- 12 cm de iluminación fluorescente.
- Separación de cables de fuerza con cable de señal 60 cm.

5.9 Piso técnico:

Ver 460.2 en ICREA Std-131-2021

6. Resistencia eléctrica:

Ver 460.2.10 Impedancia a Tierra en ICREA Std-131-2021

- De 1.5×10^5 a 2×10^{10} Ohm

En la norma NFPA 99 se establece el método preciso para la medición del piso elevado, asimismo se menciona la importancia de mantener limitadas las descargas estáticas para evitar que la chispa de una descarga pueda producir fuego o una explosión si estuviera en ambientes con gases explosivos. Uno de los objetivos fundamentales del piso técnico es evitar la acumulación de cargas estáticas dentro del ambiente de cómputo.

Método de medición:

- El piso deberá estar perfectamente limpio.
- No deberán existir gases explosivos o inflamables en el ambiente.
- Se utilizará un electrodo circular de 2,30 pulgadas de diámetro tenga una superficie plana y seca y cuyo peso sea de 2,268 Kg. (5 Lb).
- El electrodo se deberá de cubrir con un foil de aluminio de .01 mm de espesor en la zona que haga contacto con el piso elevado.
- El foil de aluminio deberá tener una dureza de entre 40 y 60 de acuerdo con lo establecido en
- ASTM D2240-91.
- La medición deberá ser realizada con un medidor debidamente calibrado cuyo voltaje en circuito abierto no sea menor de 500 V y su resistencia interna no sea mayor de 105 Ohm y corriente corto circuito entre 2,5 mA y 5 mA a cualquier valor de resistencia Rx.
- En tal condición el voltaje será: $V = 500[Rx/(Rx+Rinterna)]$.
- Las mediciones deberán ser realizadas en al menos cinco puntos diferentes y sus resultados deberán ser promediados. ICREA recomienda mínimo 6 puntos.
- Ninguna medición deberá exceder de 2×10^{10} Ohm.
- La impedancia del piso deberá estar entre $2,5 \times 10^5$ Ohm y 2×10^{10} ohm



ÁMBITO

6.1 Resistencia mecánica

Ver 460.2.8 Resistencia Mecánica en ICREA Std-131-2021

Los travesaños de unión entre pedestales del piso técnico deberán soportar una carga concentrada al centro del claro de 75 kg (735N) con una deflexión máxima de 0,02 cm.

- Rampa: (460.2.2)
- Pendiente 12°
- Puesta a tierra (460.2.9):

Se deberán conectar a tierra al menos cada dos pedestales en ambas direcciones de tal manera que se forme una cuadrícula con un cable forrado calibre 6 AWG como mínimo y deberán estar conectados firmemente a los pedestales. Esta cuadrícula deberá conectarse desde dos de sus extremos diagonalmente opuestos a la barra de tierras BPT.

- Altura (460.2.1):

La altura libre entre piso real y piso elevado, debe ser de 30 cm como mínimo. En construcciones nuevas se deben contemplar 60 cm libres como mínimo.

- Contaminantes:

La máxima concentración de contaminantes permitida será: Por peso:
 $2,78 \times 10^{-3} \text{ Kg/m}^2$

Por diámetro de partículas:

300 partículas por m^2 de 4 μm de diámetro

7. Limpieza del aire dentro del Data center:

Consultar en ICREA Std-131-2021

430.4.1	<i>Filtros de aire en el CPD</i>
460.2.11	<i>Contaminantes</i>
460.4.2	<i>Calidad del aire</i>
460.4.2.1	<i>Medición de contaminantes del aire</i>
460.4.2.2	<i>Eliminación de contaminantes del aire</i>
460.4.2.3	<i>Contaminantes en exceso</i>
460.4.2.4	<i>Renovación del aire</i>



ÁMBITO

Contaminantes:

- NH₃
- Cl
- H₂S
- Hidrocarburos
- NO₂
- O₃
- SO₂ Filtraciones, (líquidos)
- Polvos:
- Metálicos
- Hollín humo (430.3.3)

ASHRAE Std 62 mgr/m³

NH ₃	500
Cl	100
H ₂ S	50
NO ₂	100
O ₃	235
SO ₃	80
HIDROCARBUROS	4000

7.1 Vibración

Clase	Descripción	Valor RMS de la Aceleración (M/S ²) r/rms	Aceleración Pico (M/Se) g pico	Desplazamiento (milímetros) mils	Golpe (Aceleración = > 3g durante 3mseg) Shock
V _{1L}	Equipo de oficina ligero menor que 5900 N ()	0,1	0,3	3,4	3g a 3ms
V _{1H}	Equipo de oficina pesado mayor que 5900 N ()	0,05	0,15	1,7	3g a 3ms
V ₂	Equipo sobre mesa	0,10	0,3	3,4	3g a 3ms
V ₃	Ambiente Industrial	0,27	0,8	9,4	-----

g= Aceleración de la gravedad 9,81 m/s².

Ver 460.6 Vibración en ICREA Std-131-2021



ÁMBITO

8. Salas modulares TI:

Descripción

Una sala Cofre es un ambiente de alta seguridad que cumple con los requerimientos de estanqueidad descritos en los incisos anteriores, es decir:

- a) Cuenta con blindaje contra interferencias electromagnéticas ya que por características propias es una jaula de Faraday.
- b) Es hermética y por lo tanto no permite el paso de polvos, gases, vapores corrosivos, humos ni humedad.
- c) Sus características constructivas impiden el paso del calor hacia el interior del Data Center en caso de fuego o incendio durante las dos horas requeridas de protección.
- d) Es un ambiente de alta seguridad certificado conforme a normas UL, NBR, EN.
- e) Cuenta con sistemas complementarios como un sistema de detección temprana y el sistema de desbloqueo automático de la puerta en caso de alarma.
- f) Su construcción es a base de paneles metálicos en cuyo interior existe un material de características especiales que garantizan el aislamiento térmico y la estanqueidad.
- g) Es modular lo que permite que se pueda aumentar de tamaño acorde a las necesidades del usuario y también permite desarmarse y llevarse a una nueva localidad.
- h) Es la única forma de garantizar una rápida recuperación y por tanto la continuidad del negocio en caso de desastre.



ÁMBITO

Sala modular versus Bunker de concreto:

- El concreto almacena el calor convirtiendo en el interior de la sala en un horno que mantiene el calor en el interior aun cuando el fuego haya terminado.
- El concreto suelta humedad al estar sometido a calor ocasionando que el interior del Data Center se convierta en un sauna en caso de un siniestro elevando en forma importante la humedad relativa del interior de la sala.
- Los bunkers de concreto no son herméticos y consecuentemente en caso de siniestro permitirán el paso de humos y vapores corrosivos e irremediabilmente dañarán tanto a los medios como el equipo de cómputo.
- Los bunkers no son modulares y por lo tanto se perderán en su totalidad cuando se quieran modificar o cambiar de localidad.
- Los bunkers no proporcionan una protección contra interferencias electromagnética.
- Los bunkers no son ambientes certificados por todos sus lados como una unidad.

SALA-COFRE IT

- Estructura auto-portante constituida de painéis modulares de 600 mm de largura para paredes, piso e teto.
- Totalmente modular: desmontável, realocável e expansível, com um mínimo de interferência no ambiente de trabalho.
- Carga reduzida na lage.
- Obra limpa.



PAINÉIS MODULARES DE PAREDES E TETO

PAINEL DE CONTROLE

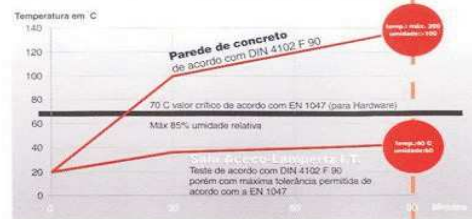


BLINDAGEM DE CABOS

PISO ELEVADO

ACECO
DIVISÃO DE SEGURANÇA FÍSICA PARA INFORMÁTICA

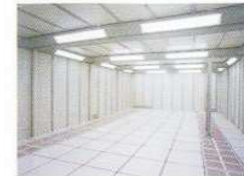
Sala de segurança tradicional x Sala-Cofre IT Aceco/Lampertz:



Vista externa



Vista interna





ÁMBITO

9. Preguntas de autoevaluación:

- Diga 3 zonas geográficas en las que usted recomendaría que se instale un Data Center.
- Expliqué cada una de las ventajas por las que usted seleccionó esas tres zonas geográficas.
- Un croquis de un Data Center de 100 m² en los que usted indique la orientación y la ubicación de los equipos de soporte. Ahí mismo indique los materiales de acabados techos, muros y pisos incluyendo puertas y ventanas.
- Indique cómo sería el control de acceso para un Data Center, considerando que es un Data Center de nivel 3 “Safety World Class Quality Assurance Data Center” (S-WCQA).
- Para este nivel 3 cuáles serían las características eléctricas mínimas necesarias para que éste Data Center cumpla con esas exigencias.
- En esencia cuáles serían las diferencias de los cinco niveles propuestos por el ICREA.
- Para el Data Center propuesto indique cómo sería su sistema de puesta a tierra.
- El centro de cómputo se pretende instalar en un edificio que está dentro de un conjunto que contiene un centro comercial y existe una escuela preparatoria a 200 m. La pregunta es para un nivel tres ¿resulta adecuado o no?
- El mismo caso anterior, pero en vez de la escuela se tiene una oficina de gobierno.
- El mismo caso anterior, pero en vez de la escuela consideremos el ejemplo de la SHCP está en la zona de la Candelaria-Tepito.
- Qué ventajas tiene una sala Cofre contra un bunker.
- Expliqué que problema ocasiona cada uno de los siguientes contaminantes: humos, polvos, humedad.
- Porque no se debe utilizar PVC en los materiales del interior del Data Center.
- Qué características debe tener el piso elevado para un Data Center de nivel 3.
- Como podemos medir la vibración a la que está sometido un equipo de cómputo.
- Dos equipos de aire producen vibraciones similares el primero de una frecuencia del 70 Hz y el segundo de 90 Hz. En ambos casos el desplazamiento vertical que producen es de 0,1 mm la pregunta es ¿cuál es el rango aceptable?

International
Computer
Room
Experts
Association



CERTIFICACIÓN - CCRD

Certified Computer Room Designer

CAPÍTULO III

TEMA

Instalaciones Eléctricas I





INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Objetivo:

Esta sección describe en forma genérica las características de la energía eléctrica, sus problemas y riesgos y cómo evitarlos. Asimismo, se describen recomendaciones para realizar una instalación confiable y de alta disponibilidad para un ambiente de misión crítica basado en las especificaciones establecidas en la norma internacional ICREA Std-131-2021.

Al terminar esta sección el alumno deberá ser capaz de revisar una instalación eléctrica con fines de auditoría para certificación de un Data Center y deberá entender para qué sirve cada uno de los elementos que conforman la infraestructura eléctrica de un Data Center. También deberá ser capaz de validar la existencia de la documentación necesaria para que el Data Center cuente con los elementos necesarios de certificación. Finalmente el alumno deberá entender de qué se trata la Información que el auditado le presente.

Antecedentes:

- Evolución de los equipos de cómputo:
- La rápida evolución de la electrónica ha traído como consecuencia que los técnicos supuestamente calificados para realizar las instalaciones de los Data Centers hayan quedado fuera de todo contexto y totalmente descalificados.
- Recordemos que la humanidad ha evolucionado más en los últimos 50 años que en toda su historia y más en los últimos 10 años que en los últimos 50 años.
- Esto significa que hoy un ingeniero tiene que estudiar al menos 8 horas a la semana para medio mantenerse actualizado.
- Es por esto que los cursos, seminarios, congresos y exposiciones son prácticamente la única forma de mantener un nivel aceptable de conocimientos.

Por otra parte:

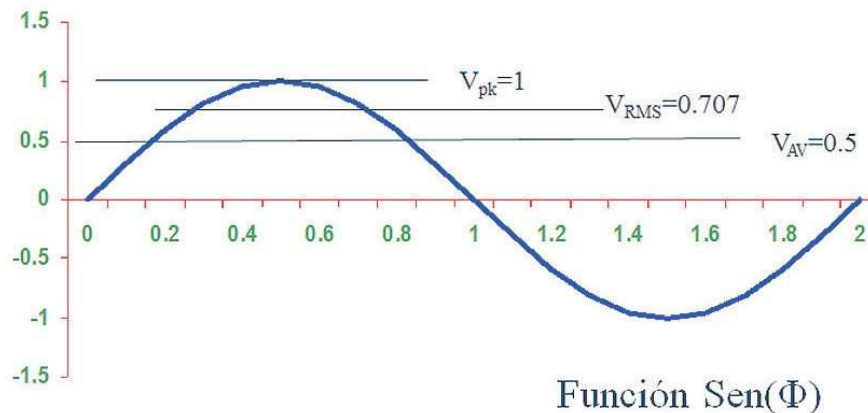
- Los nuevos requerimientos eléctricos:
- La necesidad de Energía confiable a equipos



INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Parámetros eléctricos:

Como una introducción inicial mencionaremos algunos parámetros eléctricos que a veces generan confusión.



- Forma de Onda
- Voltaje
- Frecuencia
- Regulación de Voltaje
- Balanceo de Cargas
- THD
- SHD

¿Qué son los valores RMS o eficaz?

La corriente alterna y la corriente directa no se comportan igual y existe un método que permite equipararlas y esto se logra aplicando un voltaje a una determinada carga alimentada con corriente alterna para que se comporte igual como si estuviera alimentada con corriente directa.

La Electricidad se rige por la Ley de Ohm:

$$V=RI$$

Para lograr lo anterior el voltaje de la onda de corriente alterna se mide en valores RMS que es un valor mayor al promedio y menor al valor de cresta de la forma de un en realidad el valor RMS es 0.707 el valor de cresta.

$$V_{\text{RMS}} = 0.707V_{\text{pk}}$$



INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

En realidad a este valor se le conoce como “valor eficaz” o valor RMS.

Y para el caso de una onda de voltaje con contenido armónico su valor el RMS estará dado por la fórmula:

$$V_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V(t)^2 dt}$$

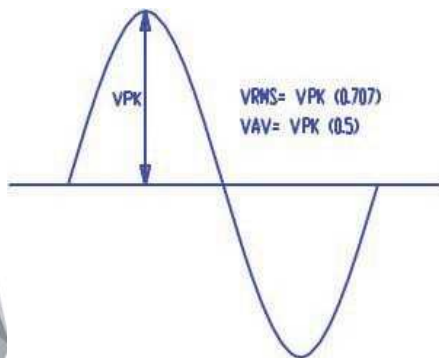
$$V_{RMS} = \sqrt{a_0^2 + \frac{1}{2}(a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + \dots) + \frac{1}{2}(b_1^2 + b_2^2 + b_3^2 + \dots)}$$

Esto es que el valor RMS es igual a la raíz cuadrada de la suma del cuadrado de la fundamental más un medio de la suma del cuadrado de los valores eficaces de cada una de las armónicas considerada en forma individual.

$$V_{av} = \frac{1}{T} \int_0^{T/2} V(t) dt$$

¿Qué es el valor medio o promedio?

Es el valor que la mayoría de los medidores comerciales miden y se refiere al valor promedio del semiciclo ya que el valor promedio de una onda senoidal o de una onda periódica es cero. De acuerdo con lo anterior el valor medio de una onda senoidal será:



$$\text{Factor de cresta} = V_{PK} / V_{RMS}$$

$$\text{Factor de forma} = V_{RMS} / V_{AV}$$



INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Transitorios:

DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN Std. IEEE-1100

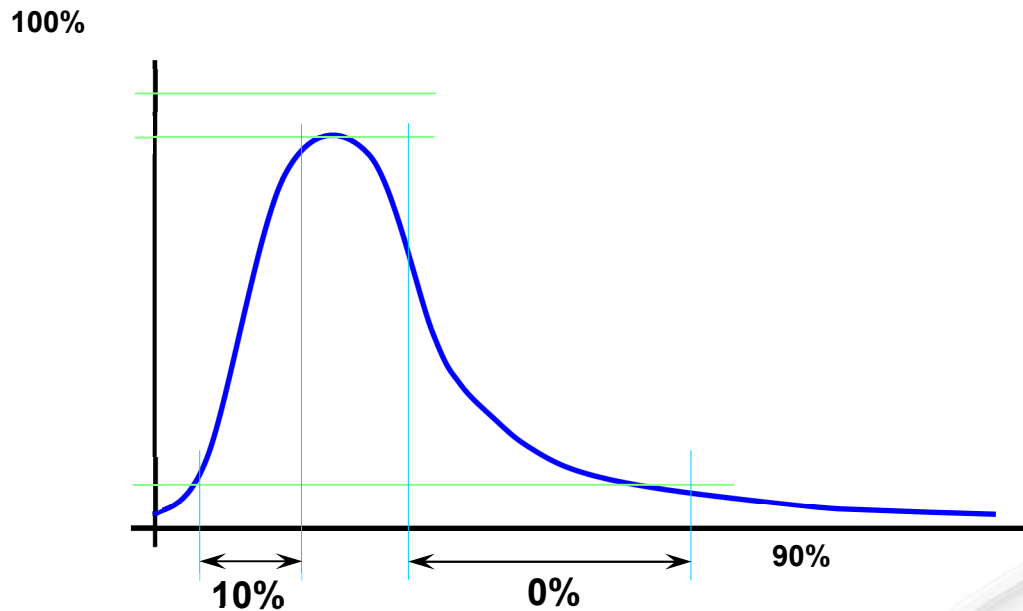
¿Qué es un transitorio?

De acuerdo con IEEE es cualquier alteración de la onda de voltaje cuya duración sea menor a un ciclo.

De acuerdo con lo anterior cualquier pequeña variación de voltaje de duración corta (menos de un ciclo) podrá ser considerada como un transitorio.

Para fines de Data Center's ICREA considera como transitorio aquel que tiene una duración menor a $\frac{1}{2}$ ciclo.

Para fines de pruebas UL utiliza un estándar de $8 \times 20 \mu\text{s}$ que significa $8 \mu\text{s}$ de tiempo de subida (T_r) por $20 \mu\text{s}$ de tiempo de bajada (T_d).



Ruido en modo Común:

Ruido que aparece en fase y en misma intensidad entre cada conductor y tierra.

Slew Rate: $\frac{\Delta f}{\Delta t}$

Ruido en modo Transverso:

Ruido medible que aparece entre los conductores que alimentan un equipo. (no entre ellos y tierra)



INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Sin Definición:

Blackout, brownout, clean power, clean Ground, computer grade ground. Dedicated ground, dirty ground.

Swell:

Incremento en VRMS AC a frecuencia nominal para $t > 0.5$ ciclos hasta varios segundos.

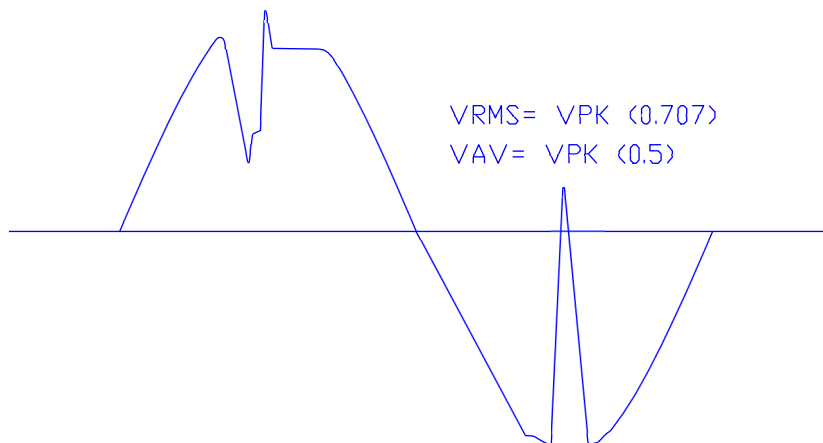
Dropout Voltaje: Voltaje al cual el equipo para la posición de apagado (cuando el equipo deja de operar).

Flicker:

Variación en voltaje de entrada en suficiente duración que permite su observación en la intensidad de una fuente de iluminación.

Notch:

Disturbio (transitorios) que inicialmente va en sentido contrario a la forma de onda con duración menor a $\frac{1}{2}$ ciclo.



Outage:

Interrupción total de energía eléctrica

Sag:

Disminución en VRMS AC a frecuencia nominal para $t: 2$ 0.5 ciclos hasta varios segundos.

Under Voltage:

Disminución de VRMS a FNOM. Para $t >$ varios segundos.

Over Voltage:

Aumento de VRMS a FNOM para $t >$ varios segundos

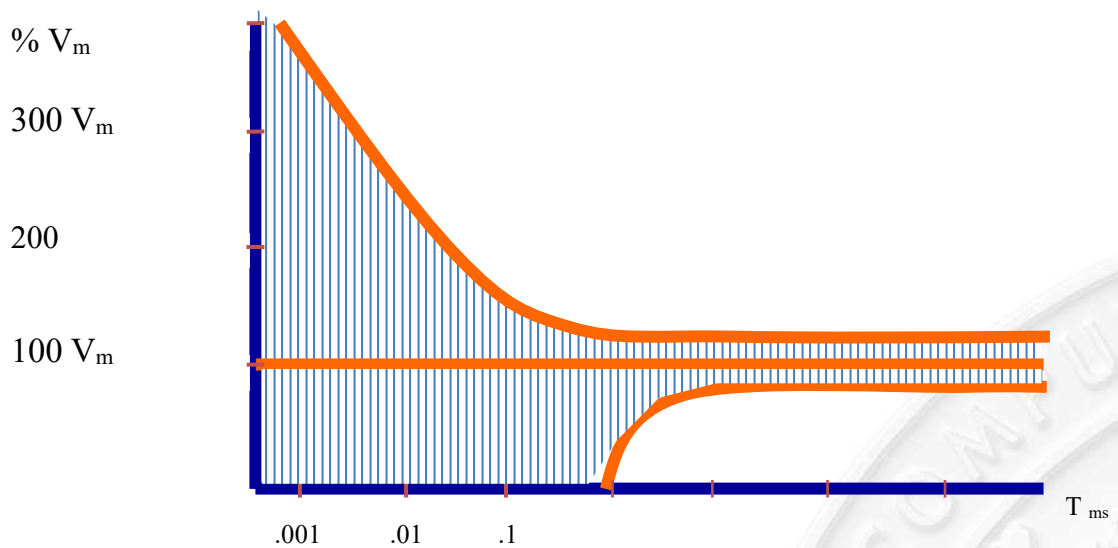


INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Símbolo	Significado
V_{PK}	Valor de Pico o Cresta
V_{RMS}	Valor medio cuadrático o RMS
V_{AV}	Valor Promedio
F_{NOM}	Frecuencia Nominal
t	Tiempo
AC	Corriente alterna
$\frac{\Delta f}{\Delta t}$	Gradiente de frecuencia (razón de la variación de la frecuencia con el tiempo)

Tolerancia Envolvente de Voltaje en Computadoras

La gráfica ITIC “Information Technology Industry Council” (antes CBEMA) es una gráfica que nos indica la tolerancia de los dispositivos electrónicos a variaciones de voltaje de tal forma que variaciones de voltaje de corta duración serán más tolerables que las variaciones de voltaje de larga duración. Esto es claro debido a que una variación de corta duración produce menos energía térmica que una variación de voltaje de larga duración y consecuentemente la gráfica para variaciones de larga duración prácticamente permanece constante y en cambio para variaciones menores a un ciclo la tolerancia crece en forma exponencial.





INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

SUSCEPTIBILIDAD DE DISTURBIOS DE VOLTAJE EN COMPUTADORAS (MODO TRANSVERSO), SE PUEDE ILUSTRAR GRAFICAMENTE EN LA FORMA DE ENVOLVENTE DE TOLERANCIA DE VOLTAJE.

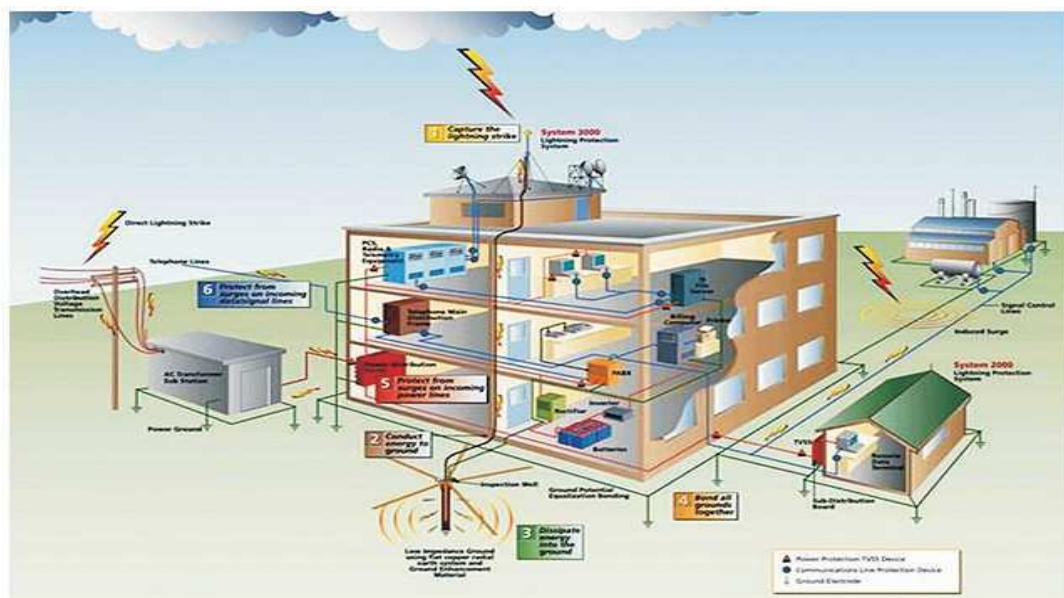
Causas Externas de los Transitorios

- Descargas atmosféricas
- Estática
- Cambios de la red de alimentación
- Corrección del factor de potencia
- Arranque de motores grandes
- Conexión de bancos de capacitores
- Soldadura de arco
- Equipos de oficina como:
Impresoras láser, fotocopiadoras, cafeteras, hornos de microondas

Eliminación de Transitorios

- Instalación de supresores
- Varistores (mov)
- Supresores de selenio
- Supresores de gas

Protección contra Descargas Atmosféricas





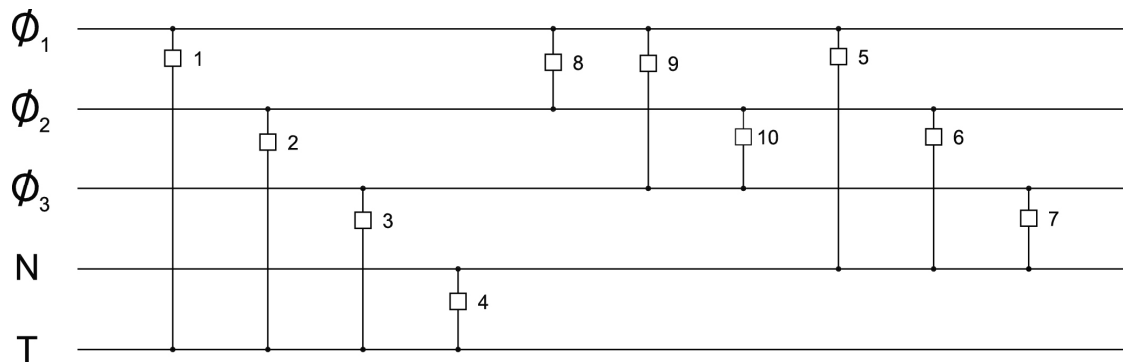
INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Supresores de Transitorios



TVSS SPD

Protección contra descargas atmosféricas

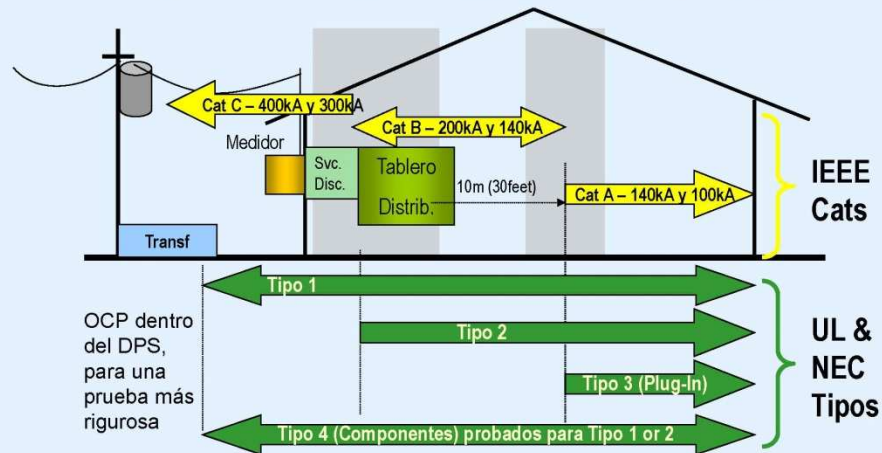




INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

DÓNDE SE INSTALAN LOS SPD? UL 1449-3 & 2008 NEC ART 285

DPS Tipos 1, 2, 3 & 4 Con base en la ubicación en el sistema de distribución eléctrica (También coincide con ANSI/IEEE C62.41.2-2002 Categories C, B & A)



Energía de calidad

¿Qué es energía de calidad?

Se entiende por suministro de energía de calidad, desde el punto de vista de Tecnologías de la Información, a aquella energía “limpia” que cumpla con los requerimientos de los equipos de cómputo, comunicaciones y electrónicos de acuerdo como lo exigen los fabricantes de los mismos.

La energía limpia es aquella que satisface lo establecido en el artículo 410. 7.4 de la norma ICREA Std-131-2021 en la que se establecen los siguientes parámetros:

La distorsión al por armónicas (THD) en la onda de voltaje deberá ser menor o igual al 5%.

La regulación de voltaje no deberá exceder del 2%

El desbalanceo en voltaje entre fases, no deberá exceder del 3%.

El desbalanceo o en corriente entre fases, no deberá exceder el 5%.

No se permitirán transitorios que salgan de la curva de tolerancia CEBEMA.

La frecuencia se deberá de mantener dentro del $\pm 0,5$ Hz.

No se permitirá ruido eléctrico montado sobre la onda de voltaje.

El sistema de puesta tierra debe cumplir con lo establecido en el artículo 420. 2 de la norma ICREA Std-131-2021 y en ningún caso podrá ser mayor que 2 Ohms.



INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Voltaje	$\pm 2\%$
Balaceo de Voltaje entre fases	$\pm 3\%$
Balaceo de Cargas entre fases	$\pm 5\%$
Distorsión total por armónicas	$\pm 5\%$
Distorsión por armónica sencilla	$\pm 3\%$
Frecuencia	± 0.5 Hz

No se permitirá ruido eléctrico montado sobre la onda de voltaje

La puesta a tierra deberá cumplir con lo establecido en el artículo 420.2 de ICREA Std-131-2021

No se permitirán transitorios que salgan de la curva ITIC (antes CEBEMA)

Errores Típicos:

Puesta a tierra
Polarización
Secuencia de fases

Armónicas:

¿Qué son las armónicas?

¿Cómo se producen?

Las armónicas son ondas de voltaje y múltiplos de la fundamental esto es; son ondas de voltaje con frecuencia que puede ser 2, 3 o más veces la frecuencia de la onda de voltaje veamos un ejemplo:

Si la frecuencia fundamental de la onda de voltaje es de 60 Hz La primera armónica sería la misma fundamental o sean 60 Hz, la segunda armónica serían 120 Hz, la tercera armónica serían 180 Hz, la cuarta armónica serían 240 Hz, la quinta armónica serían 300 Hz.

Las armónicas se dividen en armónicas nones y armónicas partes de esta manera la tercera y la quinta armónica son armónicas nones y las armónicas segunda y cuarta serán armónicas pares. Estas armónicas al sumarse vectorial mente entre ellas (incluyendo la fundamental) forman una nueva onda diferente a la fundamental que se le llama “onda distorsionada” y el nivel de distorsión porcentualmente hablando contra la fundamental se le llama “distorsión por armónicas”.



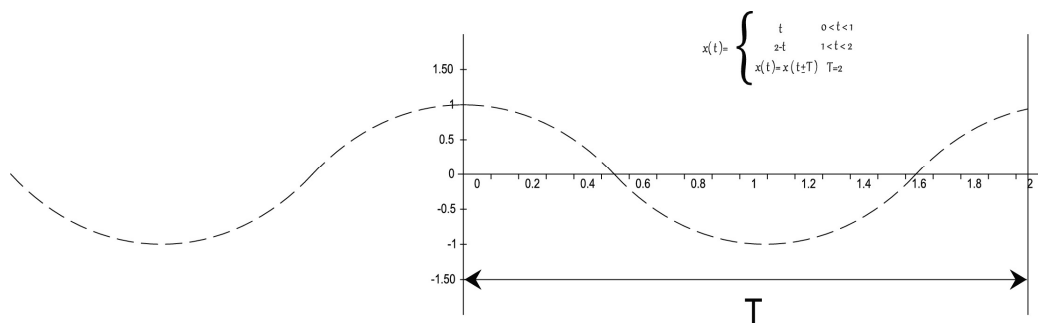
INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Solución de las Armónicas

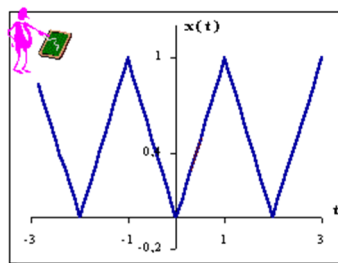
Positiva (+)	Negativa (-)	Cero
1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	15
16	17	18
19	20	21

Simetría Par

La simetría par de la onda, elimina todas las armónicas pares.



$$x(t) = \begin{cases} t & 0 < t < 1 \\ 2-t & 1 < t < 2 \\ x(t) = x(t \pm T) & T=2 \end{cases}$$





INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

TEOREMA DE FOURIER:

Para cualquier función $v(t)$ periódica, de periodo T , no necesariamente continua existe una serie del siguiente tipo:

$$v(t) = \sum_{h=0}^{h=\infty} A_h \text{Cos}(h\omega_1 t + \varphi_h)$$

En la que:

h = N° de armónica

t = Tiempo (segundos)

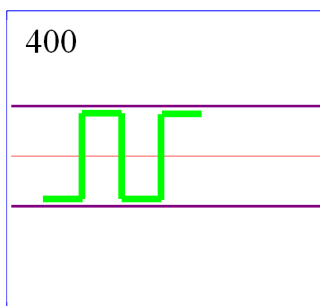
$\omega = 2\pi f$

f =frecuencia (Hertz)

φ =Ángulo de fase de la armónica

A_h =Amplitud de la armónica

Dicho de otra manera cualquier forma de onda se puede representar mediante un conjunto o suma de armónicas.



Función Rectangular

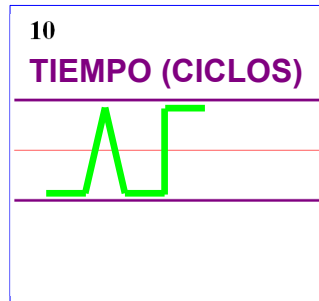
$$f(t) = \frac{4}{\pi} \left(\cos \omega_0 t - \frac{1}{3} \cos 3\omega_0 t - \frac{1}{5} \cos 5\omega_0 t - \frac{1}{7} \cos 7\omega_0 t - \dots \right)$$

$$f(t) = \frac{8k}{\pi^2} \left(\text{sen} \frac{\pi}{l} t - \frac{1}{3^2} \text{sen} 3 \frac{\pi}{l} t - \frac{1}{5^2} \text{sen} 5 \frac{\pi}{l} t - \frac{1}{7^2} \text{sen} 7 \frac{\pi}{l} t \dots \right)$$



INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Función Triangular



Distorsión de Armónicas

Dicho de otra manera cualquier forma de onda se puede representar mediante un conjunto o suma de armónicas.

La distorsión total por armónica simple es:

$$D(V_h) = \frac{V_h}{V_1} 100$$

La distorsión total por armónicas es:

$$THD(V) = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} V_h^2}}{V_1} 100$$

Componentes Simétricas de las armónicas:

Secuencia +: 1ª, 4ª, 7ª, 10ª

Secuencia -: 2ª, 5ª, 8ª, 11ª

Secuencia 0: 3ª, 6ª, 9ª, 12ª ...

Las componentes de secuencia cero circulan por el neutro.

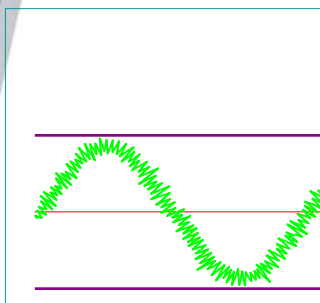


INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Ruido:

¿Qué es el ruido?

Ruido es una onda (no necesariamente senoidal) de mucho menor intensidad y de mucho mayor frecuencia (generalmente) que la fundamental y que se monta sobre una onda pura.



$$N_r = 10 \log_{10} \left[\frac{(V_0)_{RMS}}{\sqrt{V_0^2 + \frac{1}{2}(a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + \dots)}} \right]$$

Problemas Causados por el Ruido

- Error en datos
- Bloqueo de procesadores
- Comandos erróneos
- Daño a componentes

Causas del Ruido

- EMI de motores y conmutación de fuertes cargas inductivas.
- RFI de estaciones de radio
- Bancos de capacitores
- Atmosféricos
- Astronómicos

Como eliminar el ruido:

- Con un transformador de aislamiento con doble blindaje y un filtro.
- Con un transformador ferorresonante.
- Con un blindaje electrostático.
- Con una jaula de Faraday.
- Con una buena técnica de instalación.



INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Problemas

- Ruido
- Transitorios
- Variaciones de voltaje
- Apagones

Ruido en modo Común:

Ruido que aparece en fase y en misma intensidad entre cada conductor y tierra.

Ruido en modo Transverso:

Ruido medible que aparece entre los conductores que alimentan un equipo. (no entre ellos y tierra).

Condiciones de la Calidad de la Energía.

Referencia: IEEE The Emerald Book

CONDICIONES DE LA CALIDAD DE LA ENERGIA			TECNOLOGIA DE ACONDICION DE ENERGIA									
			SUPRESORES DE TRANSITORIOS	FILTROS EMI/RFI	TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO	REGULADOR DE VOLTAJE (ELECTRONICO)	REGULADOR DE VOLTAJE (FERROSEONAN E)	GRUPO MOTOR GENERADOR	SISTEMA DE ENERGIA STANDBY	SISTEMA DE ENERGIA INTERRUMPIBL	PLANTA DE ENERGIA DE APOYO	
	TRANSITORIO DE VOLTAJE	COMMON MODE										
		NORMAL MODE										
	RUIDO	COMMON MODE										
		NORMAL MODE										
	HUECOS											
	DISTORCION DE VOLTAJE											
	DISMINUCIONES CORTAS DIV.											
	SOBRE VOLTAJES CORTOS											
	BAJO VOLTAJES LARGOS											
	ALTOS VOLTAJES LARGOS											
	INTERRUMPCIONES MOMENTANEOS											
	INTERRUMPCIONES LARGAS											
	VARIACION DE FRECUENCIA											

IT IS REASONABLE TO EXPECT THAT THE INDICATED CONDITION WILL BE CORRECTED BY THE INDICATED POWER CONDITIONING TECHNOLOGY
 THERE IS A SIGNIFICANT VARIATION IN POWER CONDITIONING PRODUCT PERFORMANCE. THE INDICATED CONDITION MAY OR MAY NOT BE FULLY CORRECTABLE BY THE INDICATED TECHNOLOGY



INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Problemas en las instalaciones por el cableado y la puesta a tierra.

Seguridad del personal:

Indudablemente que una instalación mal realizada con una mano de obra inadecuada con aislamientos mal considerados y una puesta tierra mal hecha traerá consigo una serie de riesgos tanto para la instalación como para las personas, operadores, personal de mantenimiento y desde luego el equipo de cómputo estará totalmente en riesgo de ser destruido en su totalidad.

Referencia:

Al no contar con una instalación apropiada puede no existir una referencia consistente y como consecuencia los equipos entre sí no se comunicarán y no tan sólo eso sino que además la lógica electrónica que mantiene umbrales lógicos en los que 3.5 V representan 1 y cualquier valor por debajo de eso debería representar un CERO sin embargo el encendido del silicio es de 0.7 V lo que hace que cualquier variación que exceda el umbral de encendido del silicio puede ser considerado como un UNO lo que claramente afectada la operación, el performance y los resultados del equipo de procesamiento de datos.

Del anterior resulta indispensable contar con una referencia precisa, estable y limpia para los requerimientos del Data Center.

Trayectoria:

Una trayectoria apropiada de las instalaciones puede marcar una gran diferencia entre el éxito y el fracaso de una instalación. Se deberá cuidar que las trayectorias utilizadas se mantengan alejadas de este estos nocivos que pudieran afectar la calidad de energía.

Una trayectoria que esté involucrada en zonas con alta densidad de cargas, grandes interferencias electromagnéticas, expuestas a descargas atmosféricas y/o daños mecánicos, insectos o roedores, vapores corrosivos, temperaturas y humedad excesiva son indudablemente aspectos que deberá uno evitar.

Daños al equipo:

Como mencionamos anteriormente cualquier defecto en la instalación puede repercutir inevitablemente en daño al equipo de cómputo ya sea porque se excedan los parámetros de voltaje tolerados por el equipo o porque el equipo quede expuesto a daño físico como consecuencia de un mal criterio en la instalación eléctrica.

Fallas de operación:

Desde luego que como mencionamos anteriormente una mala referencia producirá un funcionamiento errático del equipo de cómputo y por otro lado una instalación esté expuesta a ser alterada por agentes externos indudablemente que afectará la operación de los equipos de cómputo.



INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Incorrecta operación de los equipos de acondicionamiento:

En ocasiones hay técnicos que consideran que con un regulador de voltaje o con un acondicionador de línea se puede subsanar las deficiencias de una instalación, esto es totalmente falso de hecho, una instalación maltrecha aceptada también la correcta operación de regulador de voltaje o del acondicionador de línea.

Falla en la operación de las protecciones

Las protecciones termo magnéticas operan eficazmente cuando cuentan con una trayectoria de Puesta a Tierra para las corrientes de falla.

Un mal sistema de Puesta a tierra produce una respuesta errática de los Interruptores y en el peor de los casos pueden no actuar.

Causas de un Cableado Inadecuado.

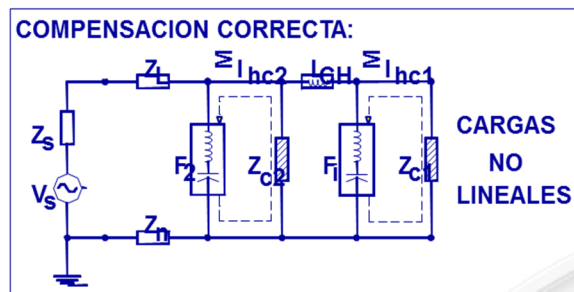
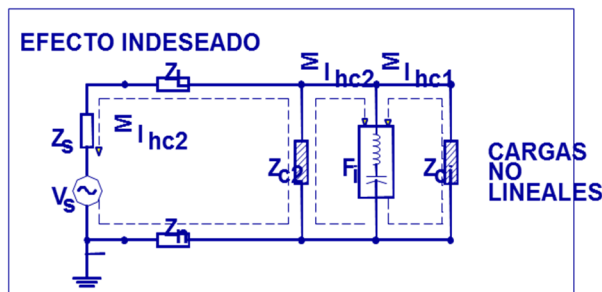
Desconocimiento de normas eléctricas

Desconocimiento de recomendaciones de institutos como IEEE

Malos entendidos de procedimientos de aterrizaje.

Causas de Armónicas.

Saturación magnética de materiales.



Comportamiento No Lineal de Cargas

Solución al problema de las Armónicas

Sobredimensionar el hilo del neutro:

Instalar interruptores para corriente “true-rms”

Instalar transformadores “delta y” de aislamiento factor k

Usar filtros

Usar transformadores en zig-zag.



INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Factor K

Es un indicador de la capacidad del transformador para soportar contenido armónico mientras se mantiene operando dentro de los límites de temperatura de su sistema de aislamiento.

Transformadores de Factor K

Sobredimensionamiento de los conductores primarios para soportar las corrientes de circulación reflejadas de los armónicos “triplens”.

Las secciones del neutro y sus conexiones se dimensionan para una corriente el doble de la de línea.

El núcleo está diseñado para una menor densidad de flujo. Se emplea menor cantidad de material, pero de mejor calidad, por ejemplo acero magnético M6.

Las pérdidas por corrientes de Foucault en los conductores de los transformadores se pueden reducir empleando:

Conductores paralelos aislados entre sí. A veces se utilizan

Conductores de tipo fleje y otras técnicas de interpolación y transposición de conductores.

Tienen una capacidad térmica especial.

$$K = \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{I_{h_n}}{I_{Total\ RMS}} \right)^2 n^2$$

$$I_{Total\ RMS} = \sqrt{(I_{h_1})^2 + (I_{h_2})^2 + (I_{h_3})^2 + \dots + (I_{h_n})^2}$$



INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Factores K4 y K13:

Iluminación por descarga eléctrica.	K-4
UPS con filtrado de entrada opcional.	K-4
Máquinas de soldar.	K-4
Equipo de calefacción por inducción.	K-4
PLCs y controles de estado sólido (diferentes a variadores de velocidad).	K-4
Equipo de Telecomunicaciones (por ejemplo PBX).	K-13
UPS sin filtrado de entrada opcional.	K-13
Circuitos con receptáculo de varios cables en áreas de cuidado general de unidades de salud, salones de clase de escuelas, etc.	K-13
Circuitos con receptáculo de varios cables alimentando equipo de inspección o pruebas en una línea de ensamble o producción.	K-13

Factores K20:

Cargas de computadoras Mainframe.	K-20
Variadores de velocidad de estado sólido	K-20
Circuitos con receptáculo de varios cables en áreas críticas de cuidado y en cuartos de operación/recuperación en hospitales.	K-20

Problemas Causados por Variaciones de Voltaje.

Altos voltajes: Causan daños al equipo

Altos voltajes momentáneos (SWELL): Causan error en datos y daño en componentes.

Bajos voltajes: Causan pérdida de datos

Bajos voltajes momentáneos (SAG): Causan apagones en el sistema y parpadeo del monitor.

Causas de las Variaciones de Voltaje:

Arranque de motores muy grandes.

Conexión de resistencias grandes.

Equipos de soldadura de arco.

Rectificadores.



INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Problemas causados por Apagones:

Perdida completa de la Información
Perdida de programas y archivos
Perdida de producción
En equipo médico puede ser fatal

Causas externas de los Apagones:

Descargas atmosféricas.
Sobre carga en líneas de transmisión.
Interrupciones en la distribución.

Causas internas de los Apagones:

Acción de interruptores.
Caídas de voltaje.

Solución a los Apagones:

Utilizar un UPS.
Complementar el UPS con una planta generadora de energía de apoyo.

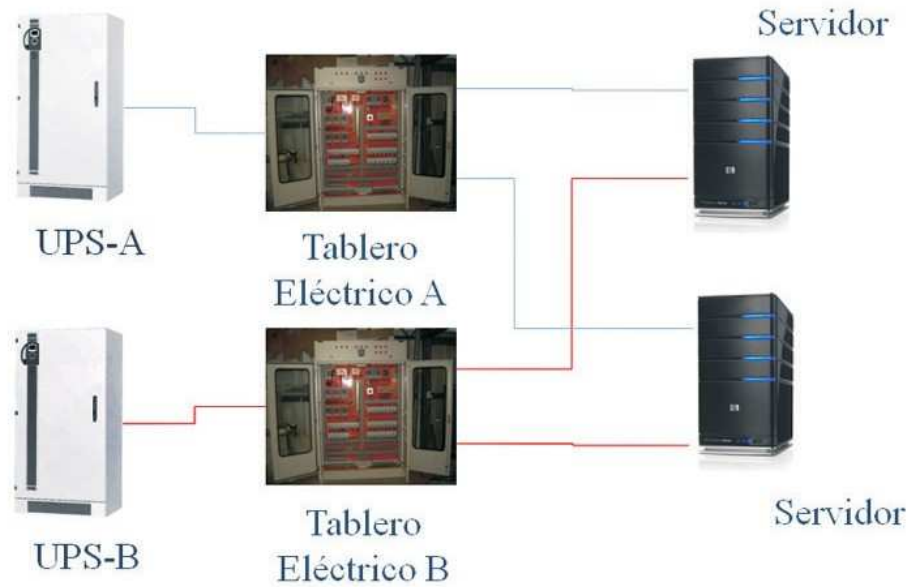
Definiciones Alimentación Sencilla:



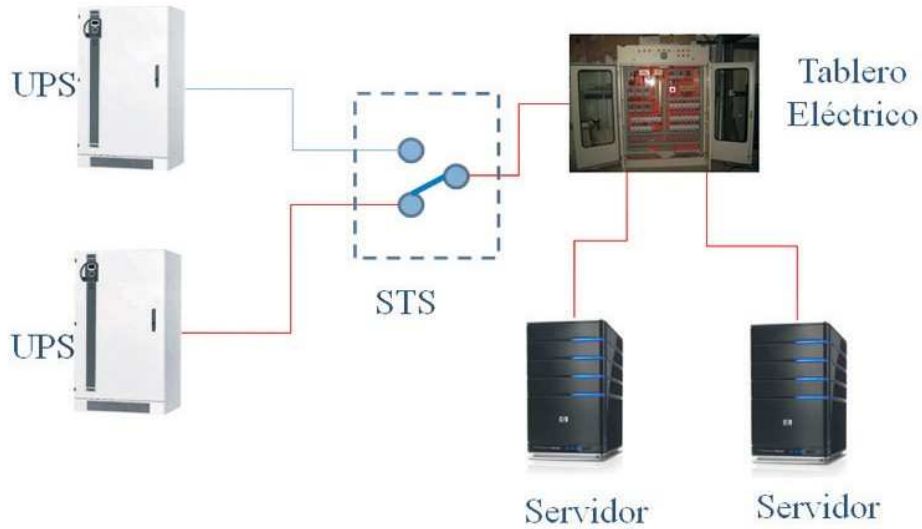


INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Definiciones Alimentación Dual:



Definiciones Alimentación STS:





INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Grupo Motor Generador Definiciones “Prime”

En Plantas generadoras de energía para respaldo, el término “PRIME” a la potencia máxima que es capaz de proporcionar un grupo Motor-Generador con una carga variable en forma permanente. Una Planta tipo “PRIME” deberá contar con doble marcha con baterías de arranque independientes. Los grupos Motor-Generador No deberán trabajar en condiciones de carga superior al 70%.

Definiciones “Potencia Continua”

En Plantas generadoras de energía para respaldo, el término “Potencia Continua” se refiere a la potencia máxima que es capaz de proporcionar ante una carga constante y en forma permanentemente.

Definiciones “Potencia en Emergencia”

En Plantas generadoras de energía para respaldo, el término “Potencia en emergencia” se refiere a la potencia máxima que es capaz de proporcionar ante una carga constante durante 2 horas.

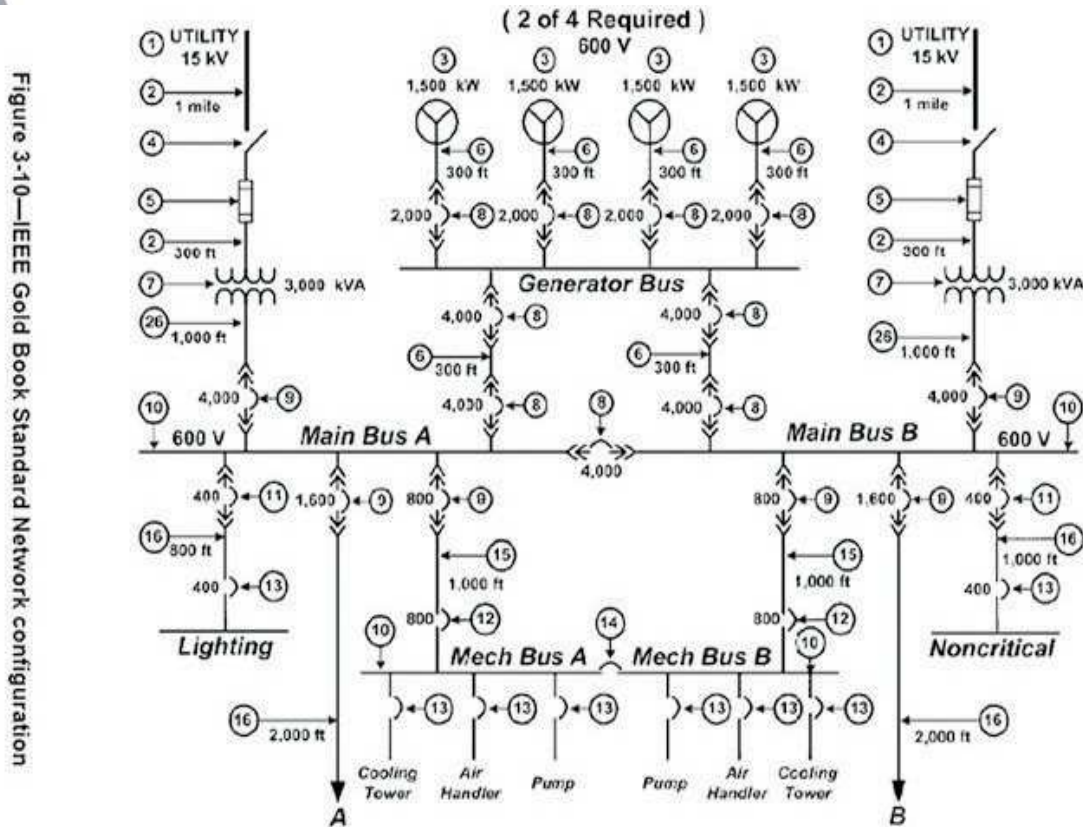
Respaldo de Combustible

Level I	No requerido
Level II	12 Horas
Level III	24 Horas
Level IV	48 Horas
Level V	72 Horas



INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

Plantas Generadoras Generadores en Paralelo.



UPS's Modulares

Ver 420.12.1.1 *UPS Modulares en ICREA Std-131-2021*

Baterías

Ver 420.14.3 *Estado de salud de las baterías en ICREA Std-131-2021*

International
Computer
Room
Experts
Association



CERTIFICACIÓN - CCRD

Certified Computer Room Designer

CAPÍTULO IV

TEMA

Instalaciones Eléctricas II - Puesta a Tierra

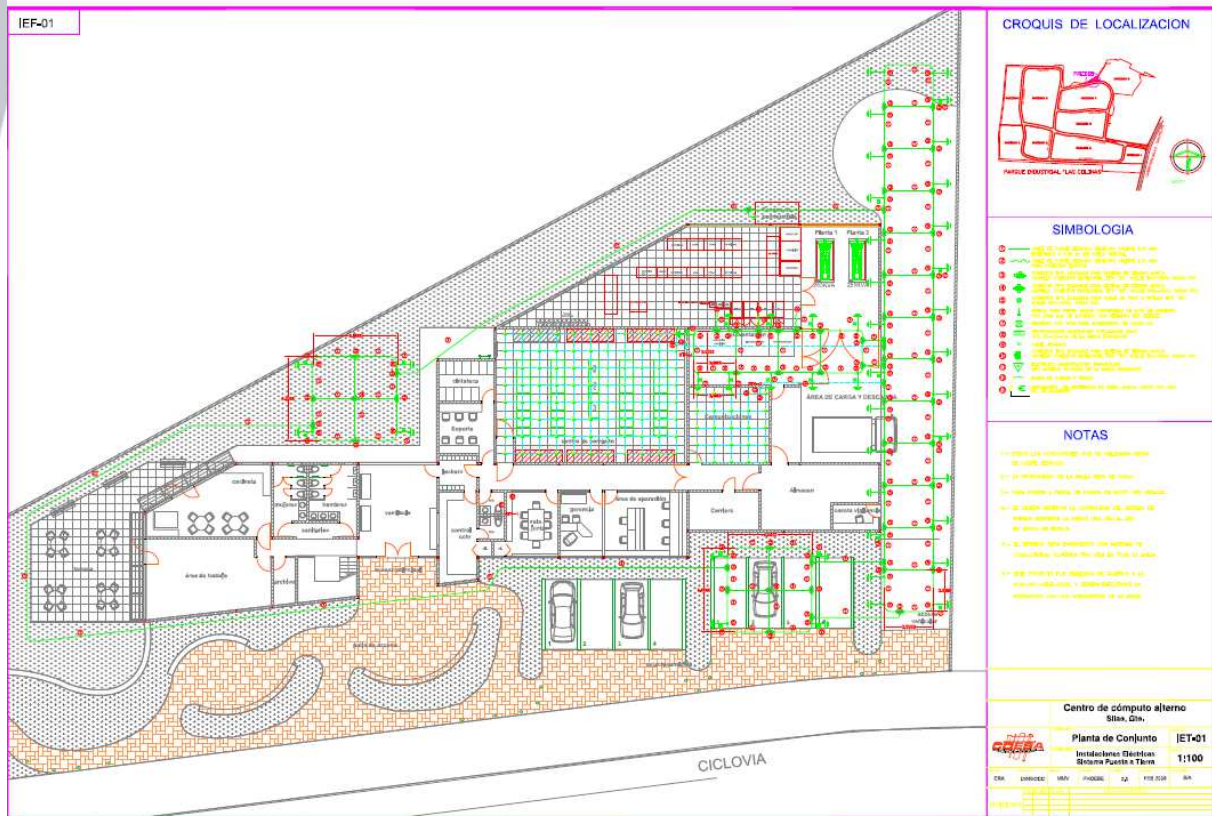




PUESTA A TIERRA

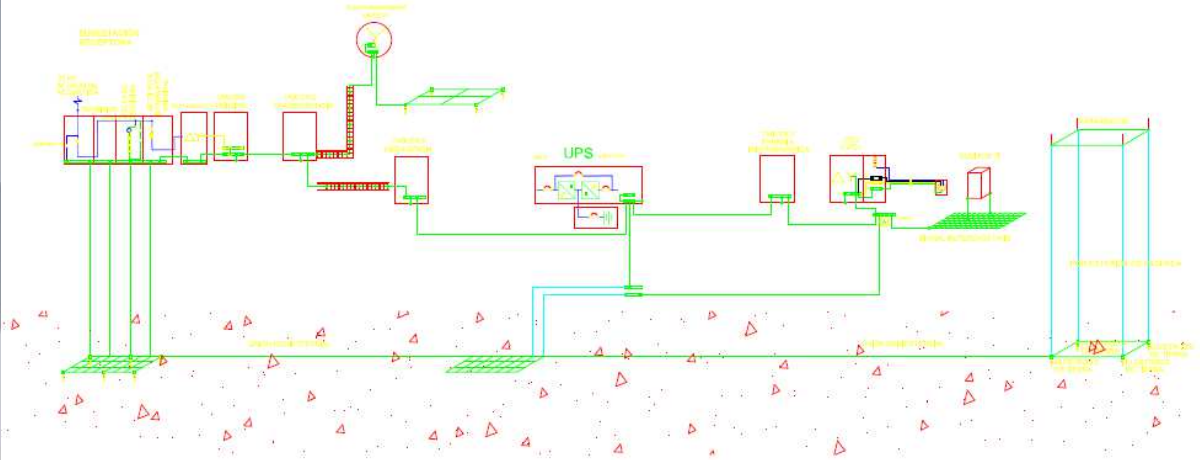
Objetivo:

El alumno conocerá los fundamentos y principales aplicaciones del sistema de Puesta a Tierra, definiciones de acuerdo a la normatividad, efectos de la energía eléctrica en el cuerpo humano, tipos de electrodos, naturales y artificiales, así como el diseño de sus principales configuraciones básicas, subsistemas de puesta a tierra, así como la puesta a tierra de equipo electrónico sensible la cual es utilizada en los centros de cómputo.





PUESTA A TIERRA



Objetivos de la puesta a tierra:

- 1) Estabilizar el voltaje de alimentación con respecto a tierra.
- 2) Proveer una trayectoria de baja impedancia, para que circule la corriente de falla a tierra.
- 3) Tener un potencial uniforme en todas las partes de la estructura y de los equipos.
- 4) Limitar los sobrevoltajes transitorios. Debidos a las descargas atmosféricas o maniobras con interruptores.
- 5) Limitar el potencial entre las partes metálicas no conductoras de electricidad.

Términos comúnmente usados:

- “Tierra física”
- “Tierra”
- “El desnudo”

DEFINICIONES

A tierra: Conexión conductora, intencionada o accidental entre un equipo eléctrico y el terreno natural, o algún cuerpo conductor que sirva como tal.

Conductor desnudo: Conductor que no tiene ningún tipo de cubierta o aislamiento eléctrico.



PUESTA A TIERRA

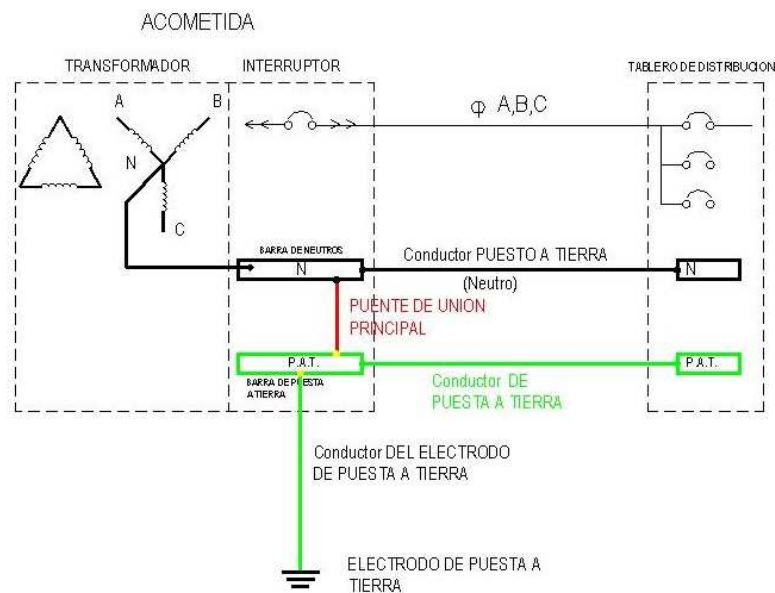
Conductor puesto a tierra (“grounded”): Conductor de un sistema o circuito intencionalmente puesto a tierra.

Conductor de puesta a tierra (“grounding”): Conductor utilizado para conectar un equipo o el circuito puesto a tierra de un sistema de alambrado al electrodo o electrodos de puesta a tierra. Ver Figura 1.1

Conductor de puesta a tierra de los equipos (“equipment grounding conductor”): Conductor utilizado para conectar las partes metálicas no conductoras de corriente eléctrica de los equipos, canalizaciones, y otras envolventes al conductor del sistema de puesto a tierra, 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 SEPARADO. Ver Figura 1.1

Conductor del electrodo de puesta a tierra (“grounding electrode conductor”): Conductor utilizado para conectar el electrodo de puesta a tierra al conductor de puesta a tierra del equipo, al conductor puesto a tierra o ambos, del circuito en el equipo de la acometida o en la fuente de un SISTEMA DERIVADO SEPARADO. Ver Figura 1.1

Puente de unión principal (“main bonding jumper”): Conexión en la acometida entre el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra del equipo. Ver Figura 1.1



Símbolo de puesta a Tierra: Ver figura 1.2 NEC-2011, 250.126



PUESTA A TIERRA



Símbolo de Puesta a Tierra IEC No. 5019

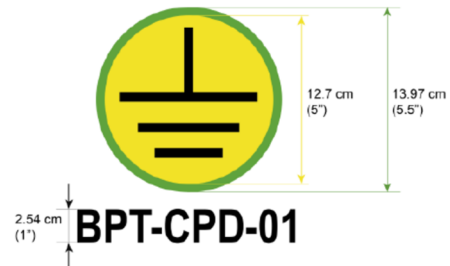


Figura 1.2

Consultar en ICREA Std-131-2021

420.2 Sistema de puesta a tierra

420.2.1 Objetivo de la puesta a tierra aislada

420.2.2 Objetivos de la puesta a tierra de los equipos (puesta a tierra de seguridad)

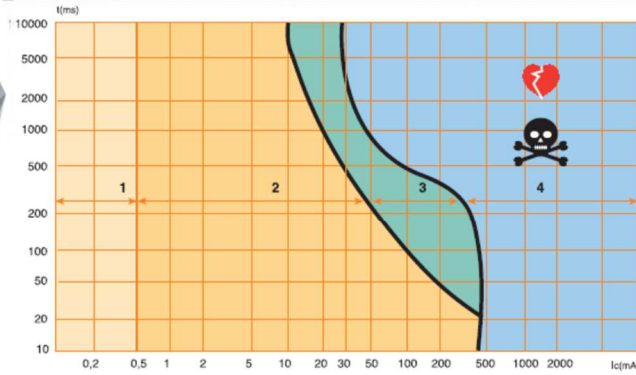
La percepción del cuerpo humano al paso de la corriente por él.

La inicialización de la percepción y los efectos biológicos dependen de la intensidad de la corriente, relacionada con el valor del voltaje aplicado al cuerpo, de resistencia y conductividad del mismo.



PUESTA A TIERRA

La percepción del cuerpo humano al paso de la corriente por él.



1. Generalmente ninguna reacción
2. Generalmente ningún efecto peligroso
3. Probabilidad de contracciones musculares y problemas respiratorios (paro respiratorio (reversibles)).

4. Fibrilación ventricular (irreversibles);

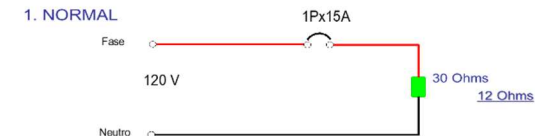
- 1.0 mA;** Moderado temblor o sacudimiento de los músculos;
- 2-4mA** Temblor de los nervios en los dedos hasta el antebrazo;
- 5-7mA** Ligera convulsión o contracción;
- 10-15mA** Sensación desagradable, pero todavía es posible soltarse;
- 19-22mA** Fuertes dolores en el brazo, ya no es posible soltarse voluntariamente;
- ± 30mA** Manos paralizadas, el dolor es insoportable;
- 50mA** Inicio del paro del aparato respiratorio;
- 100mA** Inicio de la fibrilación;
- > 100mA** ¡Peligro de muerte!

Condiciones De Operación De Un Circuito Eléctrico

Operación de un circuito:

Operación de un circuito:

1. NORMAL



$$I = 120/30$$

Cálculo de la corriente $I = 4 \text{ A}$

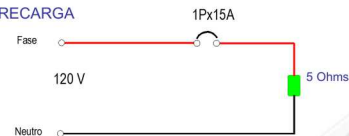
$$I = 120/12$$

$$I = 10 \text{ A}$$

Se necesita que este circuito este puesto a tierra para que funcione? **NO**

Operación de un circuito:

2. SOBRECARGA



$$I = 120/5$$

Cálculo de la corriente $I = 24 \text{ A}$

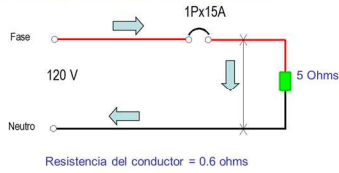
Se necesita que este circuito este puesto a tierra para que funcione? **NO**



PUESTA A TIERRA

Operación de un circuito:

3. CORTO CIRCUITO ENTRE FASE Y NEUTRO



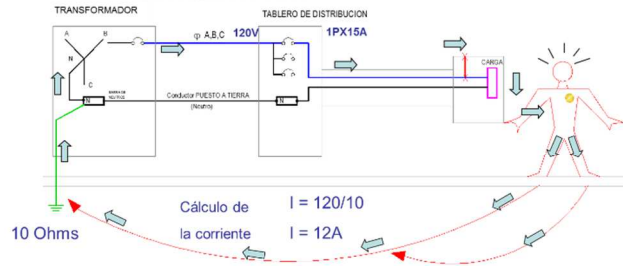
Cálculo de la corriente $I = 120/0.6$
 $I = 200 \text{ A}$

La corriente de falla circula por: **LOS CONDUCTORES**

Se necesita que este circuito este puesto a tierra para que funcione? **NO**

Operación de un circuito:

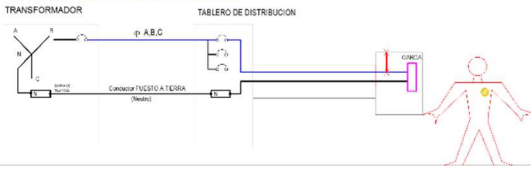
4. FALLA DE FASE A TIERRA



Si la persona hace contacto con la caja metálica y con el terreno natural, en el momento que la caja este energizada, la corriente eléctrica circulara a través de la persona, debido a que el transformador de alimentación se encuentra puesto a tierra.

Operación de un circuito:

4. FALLA DE FASE A TIERRA

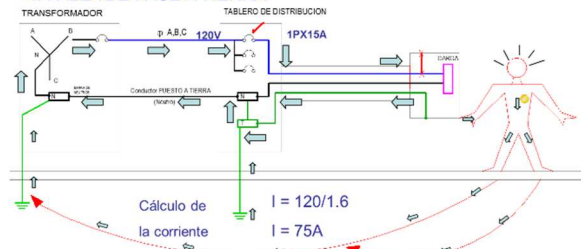


La persona hace contacto con la caja metálica y con el terreno natural, en el momento que la caja este energizada, la corriente eléctrica no circulara a través de la persona, debido a que el transformador de alimentación no tiene ninguna conexión con el terreno natural.

La corriente eléctrica de falla debe regresar a su lugar de origen, en este caso no existe una trayectoria para llegar a su origen.

Operación de un circuito:

4. FALLA DE FASE A TIERRA



Si la persona hace contacto con la caja metálica y con el terreno natural, la mayor parte de la corriente de falla a tierra circulara a través del conductor de puesta a tierra (con menos impedancia) y una menor parte por la persona (con mayor impedancia).

Ver 420.2.3 Unión del conductor de puesta a tierra con neutro en ICREA Std-131-2021

Puente de Unión Principal y Puente del Equipo

- NEC-2011; 250.28 Main Bonding Jumper and System Bonding Jumper
- NOM-001-SEDE-2012, Ver 250-28 Puente de Unión Principal y Puente del Equipo

Materiales:

- De cobre
- Otro material resistente a la corrosión



PUESTA A TIERRA

Tamaño nominal:

En el lado de suministro de la acometida, Tabla 250-66.

Cuando los conductores de alimentación son mayores de 557 mm² (1100 kcmil), de cobre o 887 mm² (1750 kcmil), de aluminio, el puente de unión debe tener un área no menor al 12.50 por ciento del área del mayor conductor de fase

Table 250.66 Grounding Electrode Conductor for Alternating-Current Systems

Size of Largest Ungrounded Service-Entrance Conductor or Equivalent Area for Parallel Conductors ^a (AWG/kcmil)		Size of Grounding Electrode Conductor (AWG/kcmil)	
Copper	Aluminum or Copper-Clad Aluminum	Copper	Aluminum or Copper-Clad Aluminum ^b
2 or smaller	1/0 or smaller	8	6
1 or 1/0	2/0 or 3/0	6	4
2/0 or 3/0	4/0 or 250	4	2
Over 3/0 through 350	Over 250 through 500	2	1/0
Over 350 through 600	Over 500 through 900	1/0	3/0
Over 600 through 1100	Over 900 through 1750	2/0	4/0
Over 1100	Over 1750	3/0	250

Notes:

1. Where multiple sets of service-entrance conductors are used as permitted in 230.40, Exception No. 2, the equivalent size of the largest service-entrance conductor shall be determined by the largest sum of the areas of the corresponding conductors of each set.
2. Where there are no service-entrance conductors, the grounding electrode conductor size shall be determined by the equivalent size of the largest service-entrance conductor required for the load to be served.

^aThis table also applies to the derived conductors of separately derived ac systems.

^bSee installation restrictions in 250.64(A).

Tabla 250-66.- Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna

Tamaño del mayor conductor de entrada a la acometida o área equivalente para conductores en paralelo ^a				Tamaño del conductor al electrodo de puesta a tierra			
Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio ^b	
mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
33.6 o menor	2 o menor	53.50 o menor	1/0 o menor	8.37	8	13.3	6
42.4 o 53.5	1 o 1/0	67.40 o 85.00	2/0 o 3/0	13.3	6	21.2	4
67.4 o 85.0	2/0 o 3/0	107 o 127	4/0 o 250	21.2	4	33.6	2
Más de 85.0 a 177	Más de 3/0 a 350	Más de 127 a 253	Más de 250 a 500	33.6	2	53.5	1/0
Más de 177 a 304.0	Más de 350 a 600	Más de 253 a 456	Más de 500 a 900	53.5	1/0	85.0	3/0
Más de 304 a 557.38	Más de 600 a 1100	Más de 456 a 887	Más de 900 a 1750	67.4	2/0	107	4/0
Más de 557.38	Más de 1100	Más de 887	Más de 1750	85.0	3/0	127	250

Cuando no hay conductores de acometida, el tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra se deberá determinar por el tamaño equivalente del conductor más grande de acometida requerido para la carga a alimentar.

^a Esta tabla también aplica para los conductores derivados de sistemas derivados separados de corriente alterna.

^b Ver 250.64(a) para restricciones de la instalación.



PUESTA A TIERRA

Puente de Unión Principal

Calculo de Puente de Unión Principal

In = 500 A

Tabla 310-16, llevando dos conductores por fase se tiene que el alimentador sera:

$$\frac{500}{2} = 250 \text{ A}$$

Alimentador: 2-250KCM x Fase; 3 Fases, 3 Hilos.

Conductores x Fase	Calibre	Sección Transversal (mm ²)	Sección Equivalente (mm ²)
2	250 KCM	127	254

De acuerdo a la Tabla 250-66 seleccionando un conductor de cobre

Para una seccion equivalente de

254 mm²

Corresponde un conductor de:

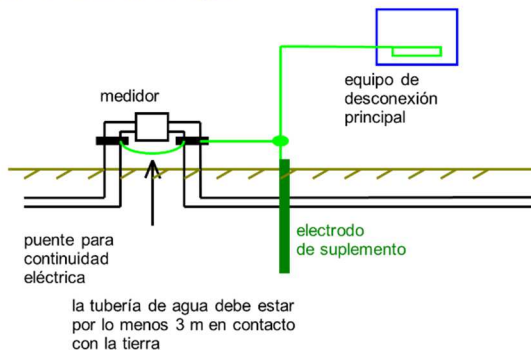
53.5 mm² Calibre 1/0 (Cobre)

Ver 420.2.4 *Electrodos de puesta a tierra en ICREA Std-131-2021*

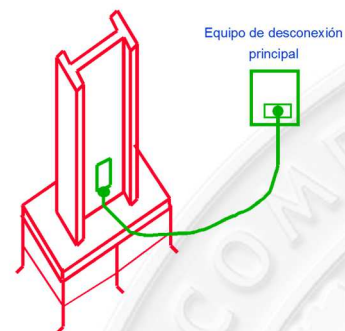
Sistema de Electrodo de puesta a tierra.

- **Electrodos artificiales, NEC 250-52:**

- Tubería metálica de agua



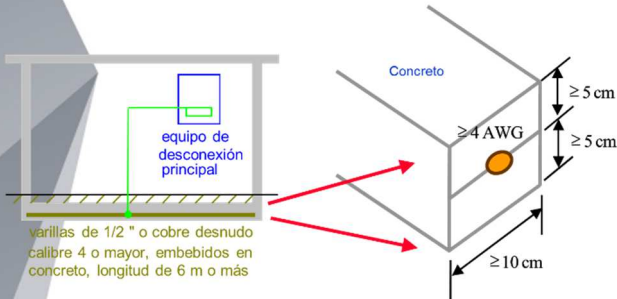
- Estructura metálica del edificio



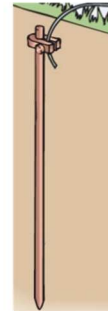


PUESTA A TIERRA

- Electrodo embebido en concreto

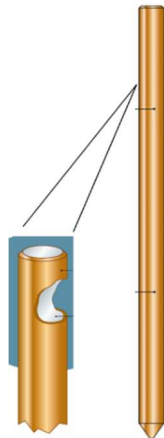


- Electrodo de varilla

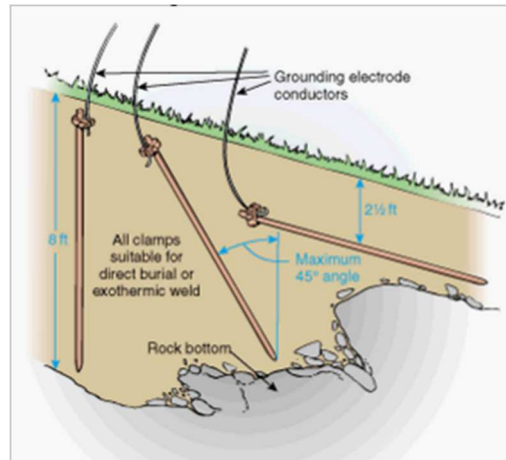


National Electrical Code Handbook 2011

El electrodo más usado es la varilla copperweld debido a su bajo costo y su fácil instalación. Su objeto es estar en contacto con estratos húmedos, de tal forma que debe clavarse en forma vertical una longitud mínima de 2.4 metros.



Varilla Copperweld

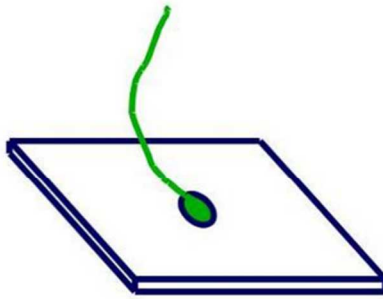


Instalación de un electrodo de puesta a tierra

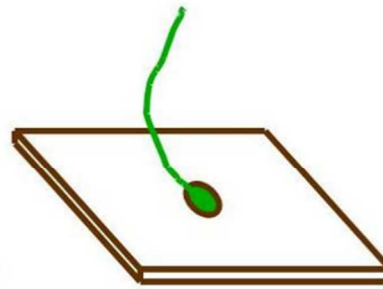


PUESTA A TIERRA

- Placas

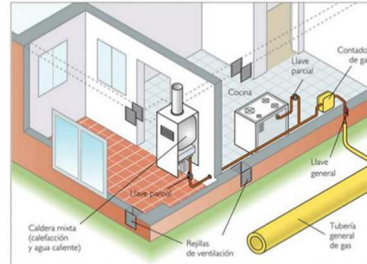


Al menos de 2 ft² y de 1/4" (6.35 mm) de espesor si es de acero



Al menos de 2 ft² y de 1/16" (1.52 mm) de espesor si es de material no ferroso (cobre)

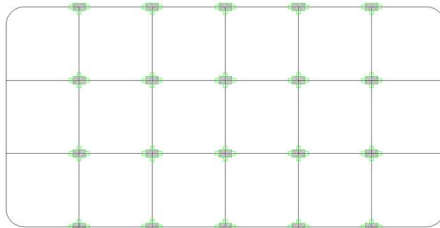
- Sistema de tubería metálica de gas



<http://reparacionescalefaccion.es/wp-content/uploads/2012/07/instalaciones-de-gas-residenciales.jpg>

No se debe usar como electrodo de puesta a tierra

-Malla



- Cable de cobre desnudo (4/0)
- Soldadura exotérmica



PUESTA A TIERRA

- Electrodo de Aluminio

No esta permitido usar electrodos de aluminio

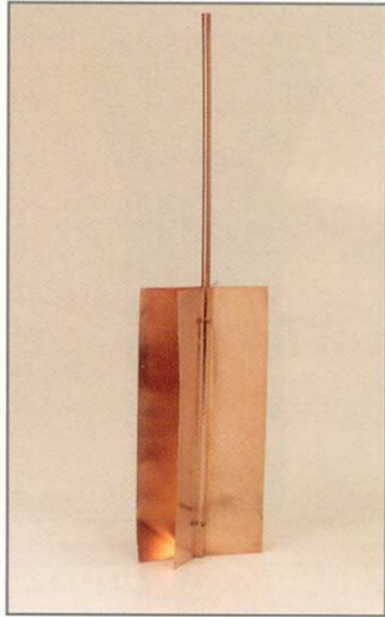


<http://electrotecnia.krillgeneradores.com/?p=129>



PUESTA A TIERRA

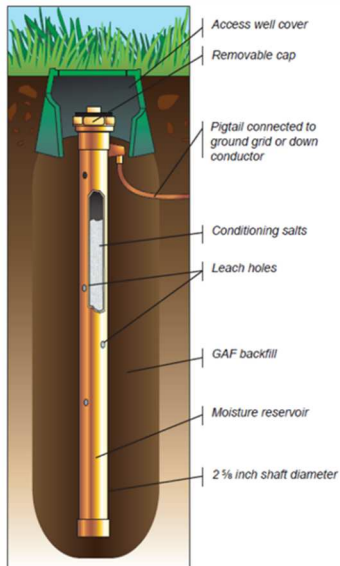
-Rehilete



- Electrodo de grafito



- Electrodo químico



Chem-Rod grounding electrode installed in service well





PUESTA A TIERRA

El suelo como conductor de la electricidad

Es la propiedad que tiene el suelo para conducir electricidad, la cual esta determinada por el tipo de suelo, contenido de humedad, composición química, etc.

Se mide en Ohms-metro, Ohms-centímetro, etc.

NATURALEZA DEL TERRENO	RESISTIVIDAD $\Omega.m$
Limo	20-100
Humus	10-150
Turba húmeda	5-100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100-200
Margas del jurásico	30-40
Arena arcillosa	50-500
Arena silícea	200-3000
Grava, arenisca, yeso, caliza	90-10000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300-500
Suelo pedregoso desnudo	1500-3000
Calizas blandas	100-300
Calizas compactas	1000-5000
Calizas agrietadas	500-1000
Pizarras	50-300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres	1500-10000
Granitos y gres muy alterados	100-600
Terrenos cultivados y fértiles	50
Terrenos cultivables poco fértiles	500
Terreno calcáreo	3000-30000
Roca cristalina	330-100000
Sol gema, anhídrita	3000-100000

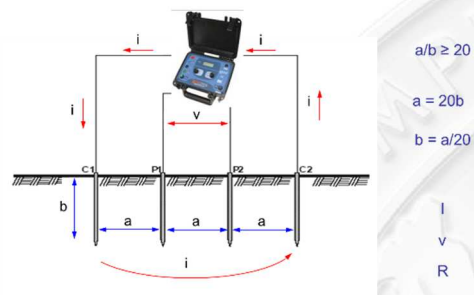
Proporcionada por AWD

Resistividad del suelo Principio de medición

Se recomienda el método de los cuatro electrodos (dos de corriente y dos de potencial) o método de Wenner, el cual ha demostrado ser simple y efectivo, ya que no necesita de electrodos auxiliares profundos.



Método de los cuatro electrodos o método de WENNER





PUESTA A TIERRA

De las lecturas resultan un valor de resistencia a Tierra R con dicho valor se aplica la siguiente formula:

$$a/b \geq 20 ; b = a/20$$

$$\rho = 2\pi aR$$

Si no se mantiene la relación $a/b \geq 20$, deberá utilizarse la siguiente formula:

$$\rho_a = \frac{4\pi aR}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}}$$

Ejemplo:

Colocando las cuatro varillas en línea recta a una profundidad de 50 cm, con una separación de 12 metros dando las lecturas siguientes:

Ejemplo:

$$R1 = 3.2$$

$$R2 = 3.8$$

$$R3 = 3.5$$

Calcular la resistividad promedio

Respuesta

$$b = 0.50\text{m}$$

$$a = 12\text{m}$$

Sabemos que $a/b \geq 20$

$$12/0.50 = 24, \text{ la relación se cumple.}$$

Usamos la formula $\rho = 2\pi aR$

$$\rho_1 = 2\pi(12)(3.2) = 241.27 \Omega.m$$

$$\rho_2 = 2\pi(12)(3.8) = 286.51 \Omega.m$$

$$\rho_3 = 2\pi(12)(3.5) = 263.89 \Omega.m$$






$$\rho_{\text{Promedio}} = (241.27 + 286.51 + 263.89) / 3$$

$$\rho_{\text{promedio}} = 263.89 \Omega.m$$



PUESTA A TIERRA

Formulas for the Calculation of Resistances to Ground

	Hemisphere, radius a	$R = \frac{\rho}{2 \pi a}$
•	One ground rod, length L, radius a	$R = \frac{\rho}{2 \pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$
• •	Two ground rods, s > L, spacing s	$R = \frac{\rho}{4 \pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) + \frac{\rho}{4 \pi s} \left(1 - \frac{L^2}{3s^2} + \frac{2L^4}{5s^2} \dots \right)$
• •	Two ground rods, s < L, spacing s	$R = \frac{\rho}{4 \pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} + \ln \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^2} \dots \right)$
—	Buried horizontal wire, length 2L, depth s/2	$R = \frac{\rho}{4 \pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} + \ln \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^2} \dots \right)$
L	Right angle turn of wire, length of arm L, depth s/2	$R = \frac{\rho}{4 \pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} - 0.2373 + 0.2146 \frac{s}{L} + 0.1035 \frac{s^2}{L^2} - 0.0424 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
	Three point star, length of arm K, depth s/2	$R = \frac{\rho}{6 \pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 1.071 - 0.209 \frac{s}{L} + 0.238 \frac{s^2}{L^2} - 0.054 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
+	Four point star, length of arm L, depth s/2	$R = \frac{\rho}{8 \pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 2.912 - 1.071 \frac{s}{L} + 0.645 \frac{s^2}{L^2} - 0.145 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
	Six point star, length of arm L, depth s/2	$R = \frac{\rho}{126 \pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 6.851 - 3.128 \frac{s}{L} + 1.758 \frac{s^2}{L^2} - 0.490 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
	Eight point star, length of arm L, depth s/2	$R = \frac{\rho}{16 \pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 10.98 - 5.51 \frac{s}{L} + 3.26 \frac{s^2}{L^2} - 1.17 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
○	Ring of wire, diameter of ring D, diameter of wire d, depth s/2	$R = \frac{\rho}{2 \pi^2 D} \left(\ln \frac{8D}{d} + \ln \frac{4D}{s} \right)$
—	Buried horizontal strip, length 2L, section a by b, depth s/2, B < a/8	$R = \frac{\rho}{4 \pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} + \frac{a^2 - \pi ab}{2(a+b)^2} + \ln \frac{4L}{s} - 1 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^2} \dots \right)$
	Buried horizontal round plate, radius a, depth s/2	$R = \frac{\rho}{8a} + \frac{\rho}{4 \pi s} \left(1 - \frac{7}{12} \frac{a^2}{s^2} + \frac{33}{40} \frac{a^4}{s^4} \dots \right)$
	Buried vertical round plate, radius a, depth s/2	$R = \frac{\rho}{8a} + \frac{\rho}{4 \pi s} \left(1 - \frac{7}{24} \frac{a^2}{s^2} + \frac{99}{320} \frac{a^4}{s^4} \dots \right)$

Fórmulas para el cálculo de Resistencia Tabla 4-5, IEEE-Std-142-2007



PUESTA A TIERRA

Una formula simplificada para el cálculo de la resistencia para los electrodos comúnmente usados, (un electrodo de 3.00 m de longitud y un diámetro de 5/8") en un suelo de resistividad uniforme se muestra a continuación:

$$Rg(\text{rod}) = \frac{\rho(\Omega \cdot \text{cm})}{298 \text{cm}}$$

Electrodos múltiples electrodos en paralelo rinden una rinden una resistencia a tierra menor, que un simple electrodo. Electrodos múltiples son comúnmente usados para proveer la baja resistencia a tierra requerida por instalaciones de alta capacidad. Sin embargo, adicionando un segundo electrodo no provee la mitad de la resistencia de un solo electrodo. Una regla muy usada es que los sistemas de puesta a tierra desde 2 y hasta 24 electrodos colocados a la distancia de la longitud de un electrodo, ya sea que tengan configuración en línea, triangulo, circulo o cuadrado, proveerán una resistencia a tierra dividida por el número de electrodos, y multiplicada por un factor F tomado de la tabla de abajo.

$$Rg = \frac{R}{n} F$$

Donde:

R=Resistencia de Puesta a Tierra, en (Ω)
n = Numero de electrodos (de 2 hasta 24)
F= Factor de multiplicación

Table 4-6—Multiplying factors for multiple rods

Number of rods	F
2	1.16
3	1.29
4	1.36
8	1.68
12	1.80
16	1.92
20	2.00
24	2.16

Fuente: IEEE Std-1100-2007
Tabla 4.3



PUESTA A TIERRA

En el caso de sistemas de puesta a tierra, con configuración en anillo, anillo con electrodos, malla sin y con electrodos, la formula a utilizar es la siguiente:

$$R = \rho \left[\frac{1}{Lt} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right]$$

J.G. Sverak

Donde:

R=Resistencia de Puesta a Tierra, en (Ω)

ρ = resistividad del terreno, en Ω .m

Lt= Longitud total del conductor enterrado así como el de las varillas, en m

A = Área que forma la malla rectangular

h= Profundidad de enterramiento del anillo

Ejemplo 1:

Se desea conocer la resistencia a tierra de un electrodo de 3 metros de longitud y de un diámetro de 5/8" en un terreno que tiene una resistividad de 100 ohms-m.

Solución:

De la tabla 4-5 del IEEE Std-142-2007, tenemos la siguiente formula:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$$

Sustituyendo

$$R = \frac{100}{(2)(\pi)(3)} \left(\ln \frac{(4)(3)}{0.0079} - 1 \right)$$

R = 33.56 ohms



PUESTA A TIERRA

Ejemplo 2:

Se desea conocer la resistencia a tierra de un sistema de puesta a tierra formado por 2 electrodos de 3 metros de longitud y de un diámetro de 5/8" en un terreno que tiene una resistividad de 100 ohms-m. La separación entre electrodos es de 10 metros

Solución:

De la tabla 4-5 del IEEE Std-142-2007, tenemos la siguiente formula:

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) + \frac{\rho}{4\pi s} \left(1 - \frac{L^2}{3s^2} + \frac{2L^4}{5s^4} \right)$$

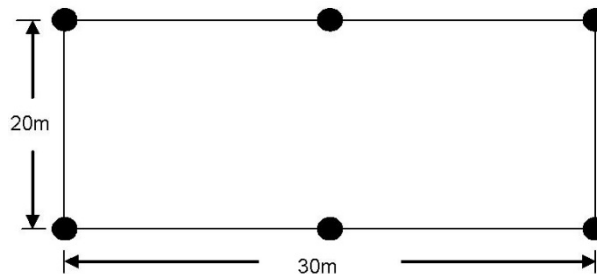
Sustituyendo:

$$R = \frac{100}{(4)(\pi)(3)} \left(\ln \frac{(4)(3)}{0.0079} - 1 \right) + \frac{100}{(4)(\pi)(10)} \left(1 - \frac{3^2}{3(10)^2} + \frac{(2)(3)^4}{5(3)^4} \right)$$

R = 17.86 ohms

Ejemplo 3:

Se desea conocer la resistencia a tierra de un sistema de puesta a tierra configuración en anillo cerrado de 20 x 30 m, con 6 electrodos de puesta a tierra de 3 metros de longitud ubicadas de acuerdo a la figura y de un diámetro de 5/8" en un terreno que tiene una resistividad de 100 Ω.m. El sistema está enterrado a una profundidad de 60 cm.





PUESTA A TIERRA

Solución:

Los valores para la formula son:

$$L = 30+30+20+20+(6*3)=118\text{m}$$

$$A = 20 \times 30 = 600\text{m}^2$$

$$h = 0.60\text{m}$$

$$\rho = 100 \Omega \cdot \text{m}$$

Con la fórmula:

$$R = \rho \left[\frac{1}{Lt} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right]$$

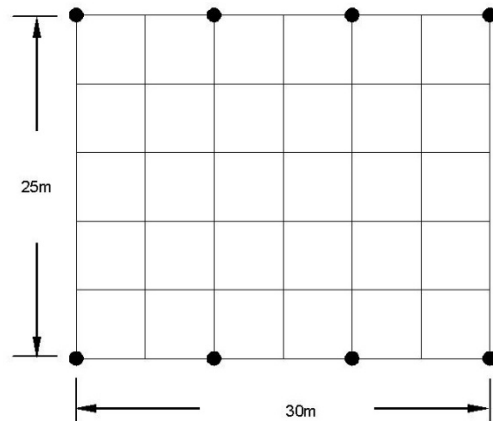
Sustituyendo:

$$R = 100 \left[\frac{1}{118} + \frac{1}{\sqrt{(20)(600)}} \left(1 + \frac{1}{1 + (0.60)\sqrt{\frac{20}{(600)}}} \right) \right]$$

$$\underline{\underline{R = 2.58 \Omega}}$$

Ejemplo 4:

Se desea conocer la resistencia a tierra de un sistema de puesta a tierra configuración en malla de 25 x 30 m, con 8 electrodos de puesta a tierra de 3 metros de longitud ubicadas de acuerdo a la figura y de un diámetro de 5/8" en un terreno que tiene una resistividad de 100 $\Omega \cdot \text{m}$. El sistema está enterrado a una profundidad de 60 cm.





PUESTA A TIERRA

Solución:

Los valores para la formula son:

$$L = (25 \times 7) + (6 \times 30) + (8 \times 3) = 379 \text{ m}$$

$$A = 25 \times 30 = 750 \text{ m}^2$$

$$h = 0.60 \text{ m}$$

$$\rho = 100 \ \Omega \cdot \text{m}$$

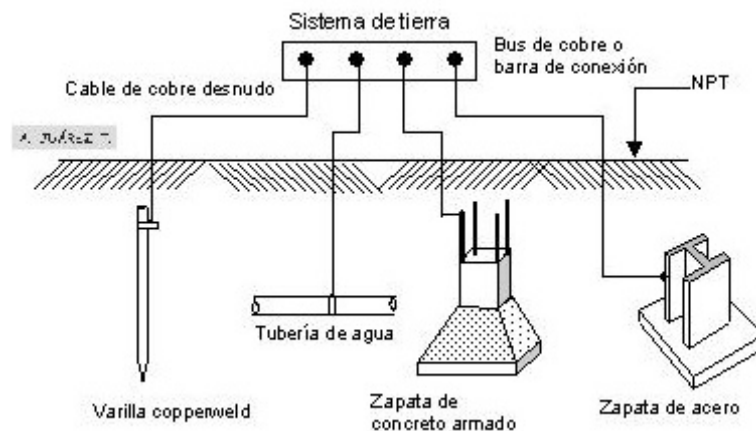
Sustituyendo

$$R = 100 \left[\frac{1}{379} + \frac{1}{\sqrt{(20)(750)}} \left(1 + \frac{1}{1 + (0.60) \sqrt{\frac{20}{(750)}}} \right) \right]$$

$$R = 1.82 \ \Omega$$

Elementos más comunes que contribuyen a reducir la resistencia del sistema de tierra

En cualquier edificación hay elementos naturales de construcción que sirven para reducir la resistencia de un sistema de tierra cuya existencia hay que tener presente para interconectarlos al sistema de tierra, pues es prácticamente imposible o muy costoso modificar o hacer crecer el sistema original. Los elementos más comunes son: tuberías de agua enterradas, varillas o placas de acero de columnas o zapatas, estructuras metálicas, rieles, etcétera. (Ver fig. 4.8)



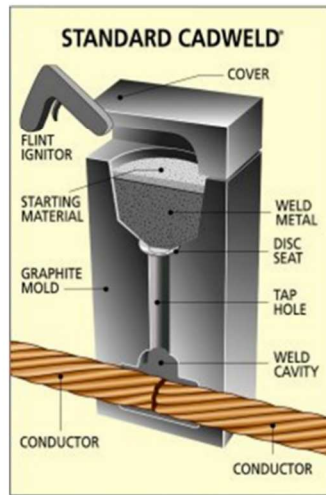
Fuente: Ing. Alfredo Juárez Torres

Figura 4.8 Elementos más comunes que contribuyen a reducir la resistencia del sistema de tierra



PUESTA A TIERRA

-Soldadura Exotérmica



SELECTOR CHART

NOTE: **Highlighted** weld types may be found in this catalog. Contact thermOweld® for more information about these and other weld types not listed.

CABLE TO CABLE CONNECTIONS

 CC-1 SPLICE / HORIZONTAL	 CC-12 SPLICE / HORIZONTAL 3/4" TO 1" CLEARANCE BEHIND CABLE	 CC-2 TEE / HORIZONTAL	 CC-3 TEE / VERTICAL TAP DOWN	 CC-4 CROSS (X) / HORIZONTAL TAP CABLE CUT	 CC-5 SPLICE / VERTICAL
 CC-6 PARALLEL TAP / HORIZONTAL (STACKED)	 CC-7 PARALLEL / HORIZONTAL RUN & TAP (STACKED)	 CC-8 HORIZONTAL / WYE (Y) LEFT HAND MOLD	 CC-9 HORIZONTAL / WYE (Y) RIGHT HAND MOLD	 CC-11 CROSS (X) / HORIZONTAL (UNCUT)	 CC-13 PARALLEL TAP / HORIZONTAL (SIDE-BY-SIDE)
 CC-14 PARALLEL / HORIZONTAL RUN & TAP (SIDE-BY-SIDE)	 CC-15 HORIZONTAL / WYE (Y) LEFT HAND MOLD 3/4" TO 1" CLEARANCE BEHIND CABLE	 CC-16 HORIZONTAL / WYE (Y) RIGHT HAND MOLD 3/4" TO 1" CLEARANCE BEHIND CABLE	 CC-17 VERTICAL / WYE (Y) TAP UP	 CC-18 VERTICAL / WYE (Y) TAP DOWN	 CC-19 HORIZONTAL / WYE (Y) TAP UP
 CC-20 HORIZONTAL / WYE (Y) TAP DOWN	 CC-21 CROSS (X) / HORIZONTAL TAP CABLE CUT	 CC-22 CROSS (X) / VERTICAL TAP CABLE CUT	 CC-23 CROSS (X) / VERTICAL (UNCUT)	 CC-24 TEE / HORIZONTAL TAP	 CC-25 TEE / VERTICAL TAP UP



PUESTA A TIERRA



Ver 420.2.5 Impedancia a tierra en ICREA Std-131-2021

MÉTODO DE MEDICIÓN PARA LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Principio de medición

El método consiste en hacer circular una corriente por el electrodo a ser medido y la influencia de esta corriente sobre el electrodo en términos de potencial, es medido entre el electrodo bajo prueba y un electrodo auxiliar de potencial. Se utiliza un electrodo auxiliar para permitir el paso de la corriente a través del electrodo bajo prueba. Véase figura 5.1.

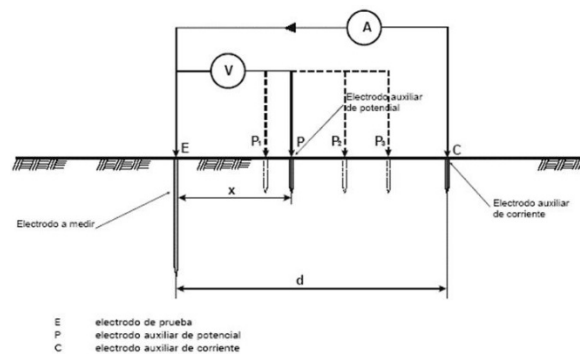
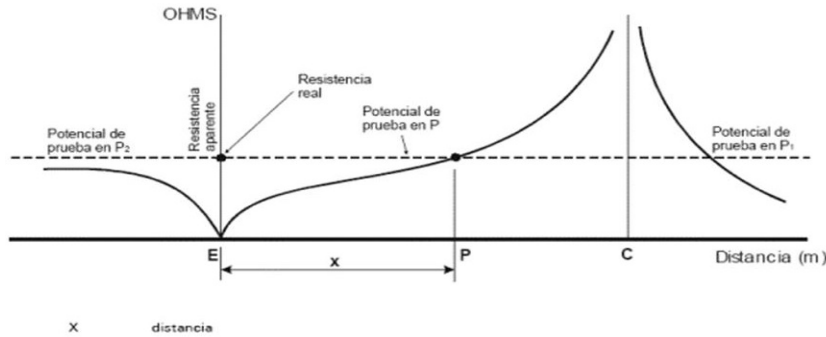


Figura 5.1 Método de caída de potencial Fuente: NM-J-549-ANCE-2005

La corriente de prueba I , que circula entre el electrodo bajo prueba E y el electrodo auxiliar de corriente C, da como resultado una variación de potencial en la superficie del suelo. El perfil de potencial a lo largo de la dirección C, P y E se muestra en la figura 5.2



PUESTA A TIERRA

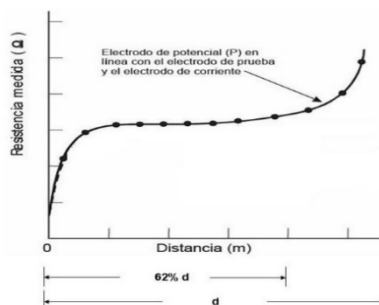


Fuente: NM-J-549-ANCE-2005

Figura 5.2 Resistencia aparente para varios espaciamientos de X

Los potenciales son medidos con respecto al electrodo bajo prueba E, los cuales, por conveniencia, son supuestos, de valor "cero".

El método de caída de potencial consiste en graficar la relación $V/I = R$, como una función de la variación de la distancia X . El electrodo auxiliar de potencial se mueve desde la posición del electrodo bajo prueba hasta la posición del electrodo auxiliar de corriente a incrementos del 10% de la distancia entre el electrodo E y el electrodo C. El valor de la resistencia se obtiene para cada incremento. La resistencia se grafica en función de la distancia de separación X , el valor estimado de la resistencia buscada puede observarse en la parte plana de la curva, tal como se muestra en la figura 7.3 Con el objeto de obtener la porción plana de la curva, es necesario que el electrodo de corriente sea colocado fuera del área de influencia del electrodo a medir. Graficar la curva de la resistencia a tierra e identificar la parte plana de la misma.



Fuente: NM-J-549-ANCE-2005

Figura 5.3 Curva típica de resistencia de puesta a tierra



PUESTA A TIERRA

Ejemplo:

Se midió un sistema de puesta a tierra de un centro de datos, y se desea saber cuál es su valor de resistencia a tierra, en el cual se obtuvieron los siguientes valores:

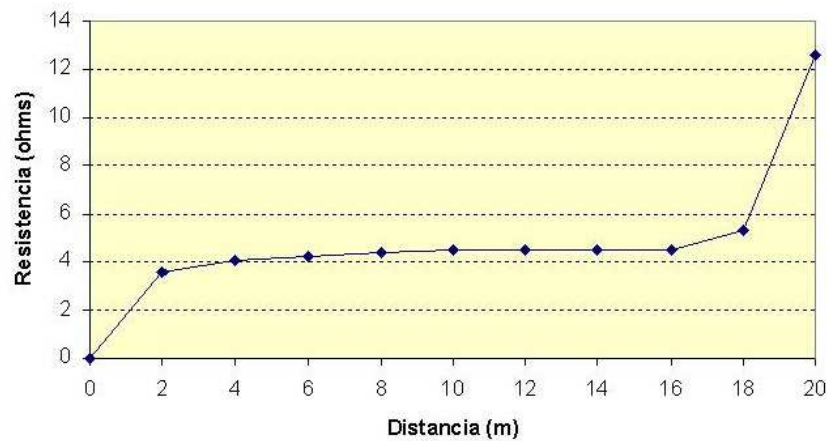
D(m)	R (ohms)
0	0
2	3.6
4	4.1
6	4.2
8	4.4
10	4.5
12	4.5
14	4.5
16	4.5
18	5.3
20	12.6

Solución:

Se procede a efectuar la gráfica:

Curva de Resistencia de puesta a Tierra

D(m)	R(ohms)
0	0
2	3.6
4	4.1
6	4.2
8	4.4
10	4.5
12	4.5
14	4.5
16	4.5
18	5.3
20	12.6



Continuamos la parte horizontal de la curva hasta cortar el eje de la resistencia obteniendo un valor de:

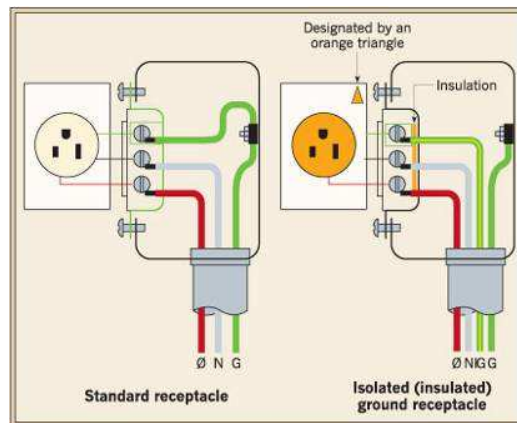
$$R = 4.5 \text{ ohms}$$



PUESTA A TIERRA

Ver 420.2.6 Sistema de puesta a tierra aislada en ICREA Std-131-2021

El sistema de puesta a tierra aislada consiste en un conductor forrado con aislamiento, el cual se instala junto con los conductores de fase, conductor Neutro y el conductor de puesta a tierra de los equipos en la misma canalización.



Para los circuitos derivados de energía ininterrumpida el conductor de puesta a tierra aislada inicia en la barra de puesta a tierra de la fuente del último sistema “derivado separadamente” como sería el caso de un PDU con transformador de aislamiento que energice la carga crítica en el punto de unión del neutro y el conductor de puesta a tierra de los equipos.



Nota: En caso de no tener sistemas derivados separadamente el punto de inicio será la barra principal de puesta a tierra de los equipos de acometida.

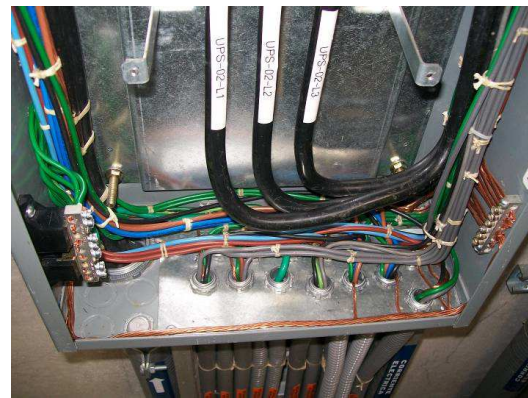
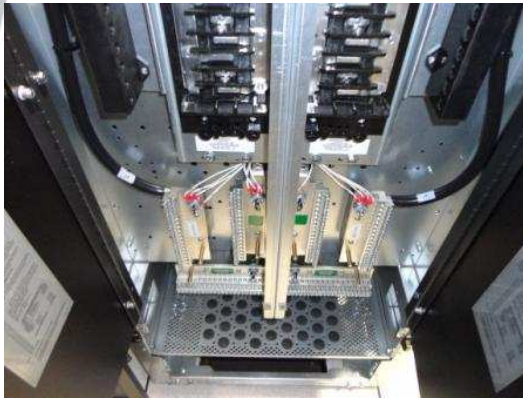
Para la distribución de los conductores de tierra aislada se deberá instalar una barra de puesta a tierra acorde al número de circuitos del tablero de distribución de energía ininterrumpida.



PUESTA A TIERRA

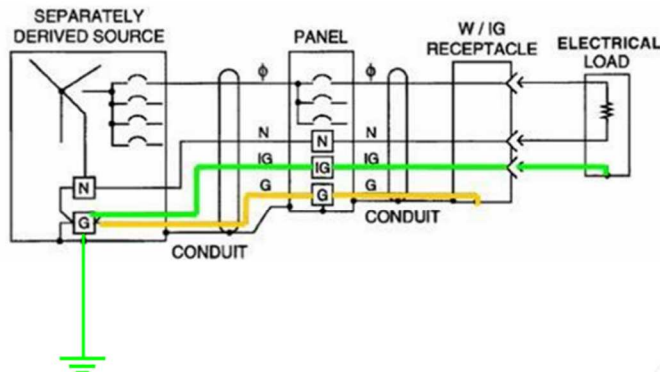
De este punto en forma radial, parte un conductor de puesta a tierra aislada para cada circuito derivado de energía ininterrumpida, el cual, a su vez, llegará al borne de tierra aislada en el (los) contacto(s) o receptáculo(s). De acuerdo con el Artículo 420.4.5

De utilizarse tableros secundarios de distribución de energía ininterrumpida, adicional a la barra de puesta a tierra estándar, deberá contar con barra de tierra aislada dentro del mismo tablero.



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 los equipos ni con el conductor neutro, así como tampoco con elementos metálicos como canalizaciones, gabinetes de tableros o elementos estructurales.

Puesta a tierra de equipo electrónico sensible



Conductor de puesta a Tierra aislado pasando a través de un tablero de distribución



PUESTA A TIERRA

PUESTA A TIERRA DE EQUIPO ELECTRÓNICO SENSIBLE

Equipo electrónico sensible: es aquel que es altamente sensible a las cargas generadas como la estática generada por el cuerpo humano, a los voltajes inducidos en la tierra (descargas atmosféricas) así como de corrientes no deseables en los conductores de puesta a tierra y en el sistema de tierra.

Computadoras, Servidores, Equipos de control de antenas parabólicas, Sistemas de telefonía, PLC, Procesos de planta, Sistemas de control

Puesta a tierra aislada: Tiene como finalidad no introducir ruido electromagnético, corrientes errantes y voltajes, a los equipos electrónicos sensibles.

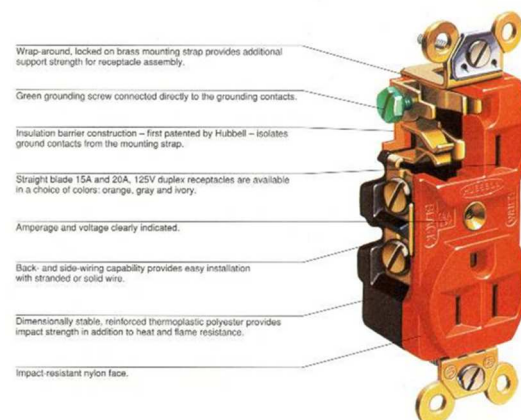
Nace en el mismo punto que la puesta a tierra de seguridad o convencional.

Después de ese punto de unión entre el conductor de puesta a tierra aislada y el conductor de puesta a tierra de seguridad o convencional, **NO SE DEBERA DE UNIR EN NINGUN PUNTO.**

Debe tener aislamiento en color verde

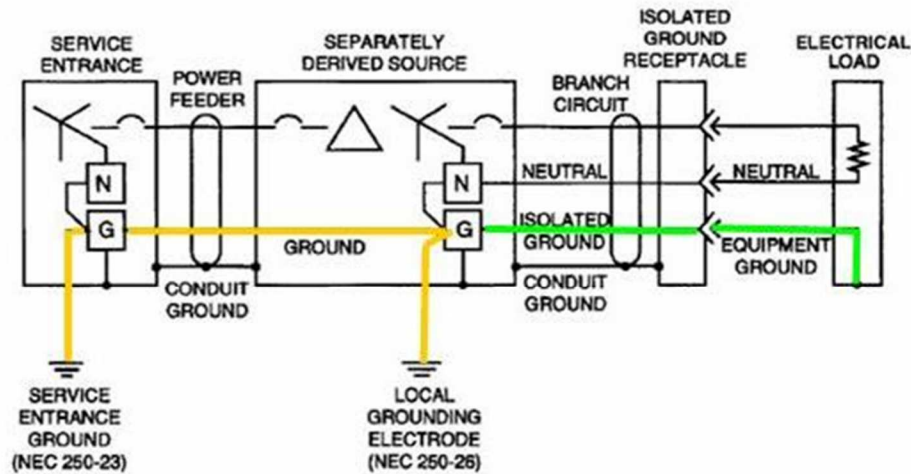
Receptáculo con terminal de tierra aislada

Safety Devices
Straight Blade Isolated Ground
Receptacle Features and Benefits





PUESTA A TIERRA



Conductor de puesta a Tierra aislado de una fuente derivada separada

SISTEMA DERIVADO SEPARADO

250-5 (d) Sistemas derivados separadamente (Definición):

Un sistema de alambrado de usuario cuya alimentación se deriva de los devanados de un generador, transformador o convertidor y no tenga conexión eléctrica directa, incluyendo un conductor del circuito sólidamente puesto a tierra, para alimentar conductores que se originan en otro sistema.....

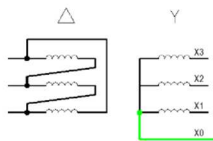
Ejemplos de Sistemas derivados separadamente



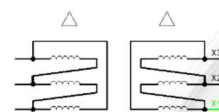
Monofásico de tres hilos



Monofásico



Delta-estrella



Delta-delta



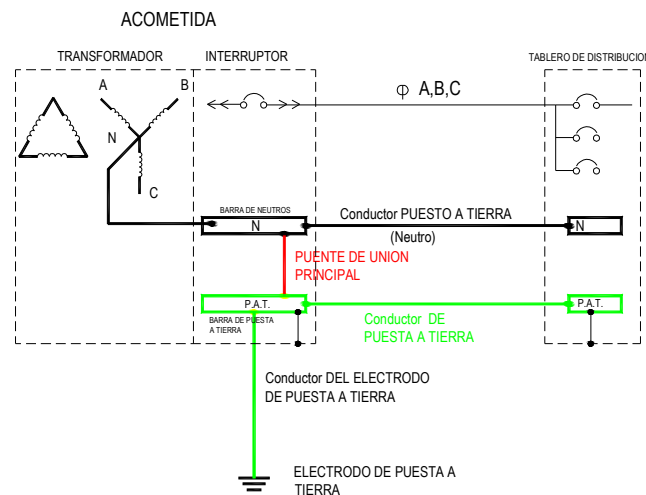
PUESTA A TIERRA

Puesta a Tierra de los sistemas de c.a derivados separadamente
Debe hacerse según se especifica a continuación:

-250.30 NEC-2005

-250.26 NOM-001-SEDE-2005

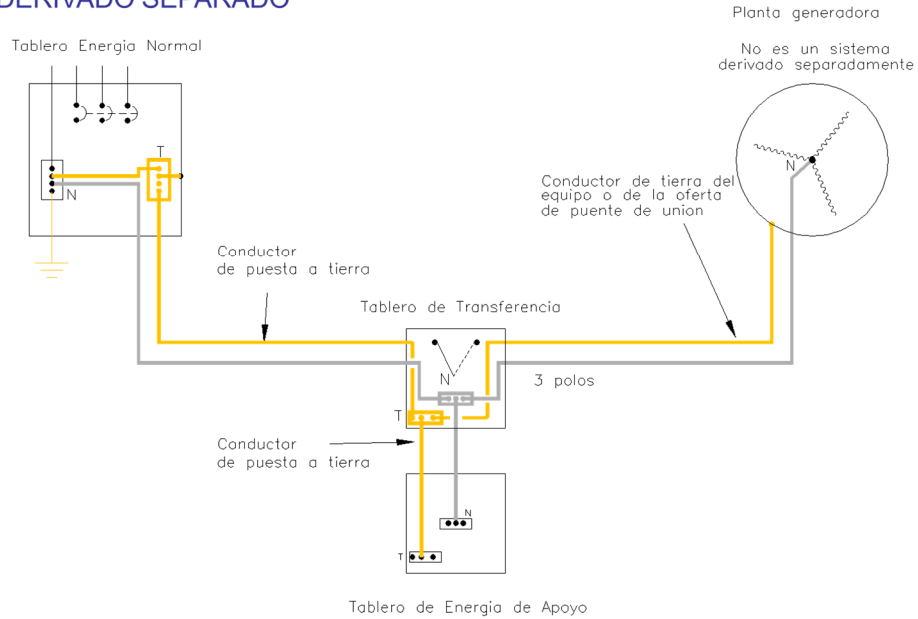
- Puente de unión. Se debe instalar un puente de unión, de tamaño nominal que cumpla lo establecido en 250-79 (d)
- Conductor al electrodo de puesta a tierra. Se debe emplear un conductor de tamaño nominal acorde con lo establecido en 250-94
- Electrodo de puesta a tierra.



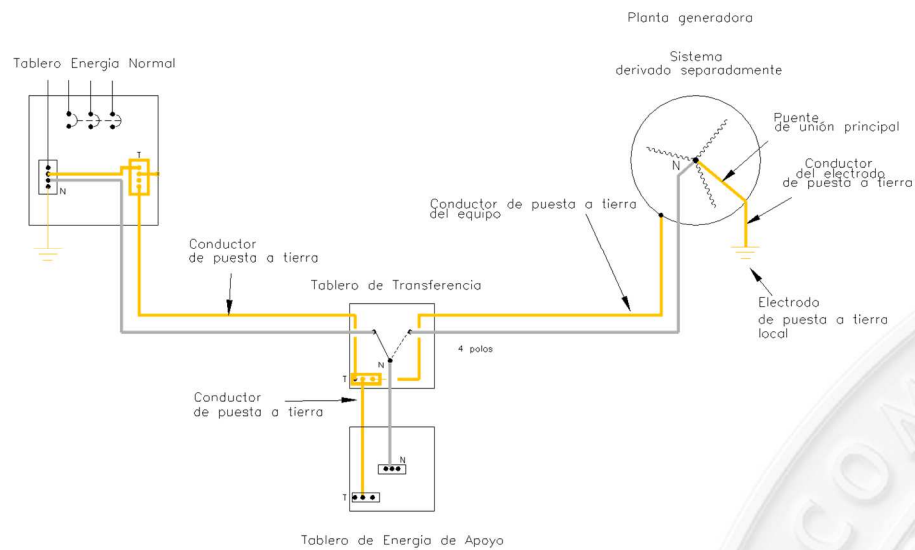


PUESTA A TIERRA

Un generador de emergencia, donde se use el neutro y este no se transfiera al igual que las fases, **NO ES UN SISTEMA DERIVADO SEPARADO**



Un generador como UN SISTEMA DERIVADO SEPARADO





PUESTA A TIERRA

SISTEMAS DERIVADOS SEPARADOS

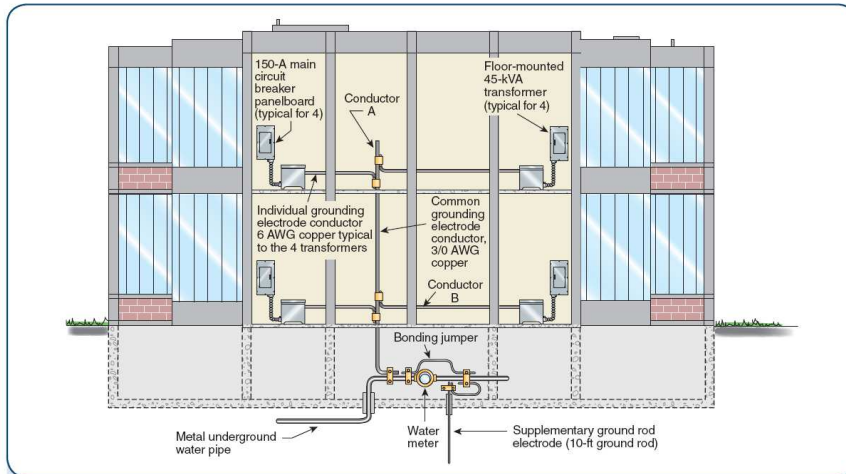
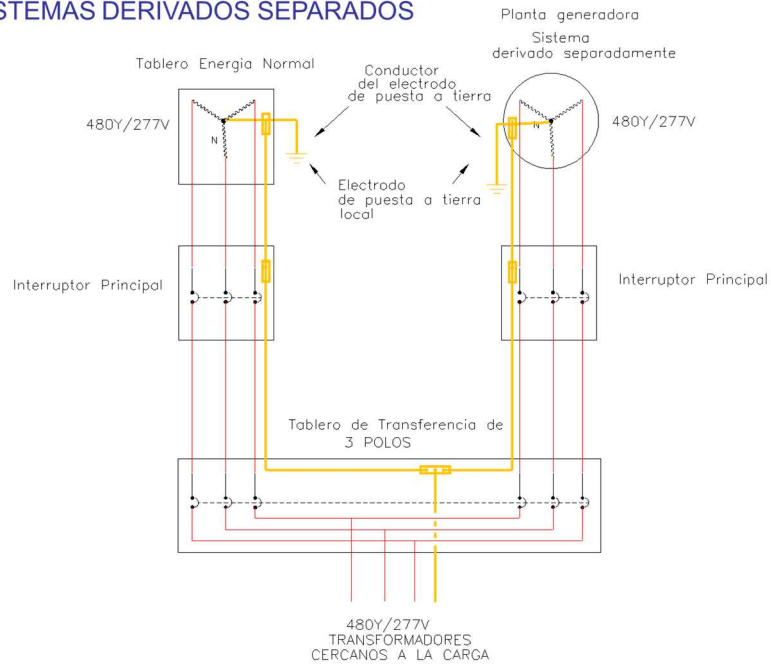
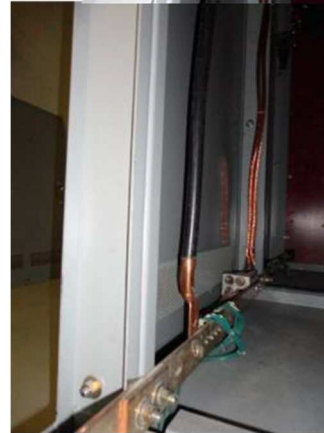


EXHIBIT 250.16 The grounding arrangement for multiple separately derived systems using taps from a common grounding electrode conductor, according to 250.30(A)(6)(a) and (A)(6)(b).



PUESTA A TIERRA



PUESTA A TIERRA DE UPS

El NEC prohíbe conectar el conductor puesto a tierra al conductor de puesta a tierra en más de un punto.

Si el neutro fuera conectado al conductor de puesta a tierra en más de un punto, algo de la corriente normal del neutro circulará a través del conductor de puesta a tierra entre los puntos de conexión.

Los UPS más comunes, tienen una conexión en estrella a la salida del inversor, y usualmente requiere que el bypass este alimentado de la acometida (que está en conexión estrella).

El inversor del UPS, es un sistema derivado separado, ya que la entrada del rectificador-cargador esta eléctricamente aislada de la salida del inversor.



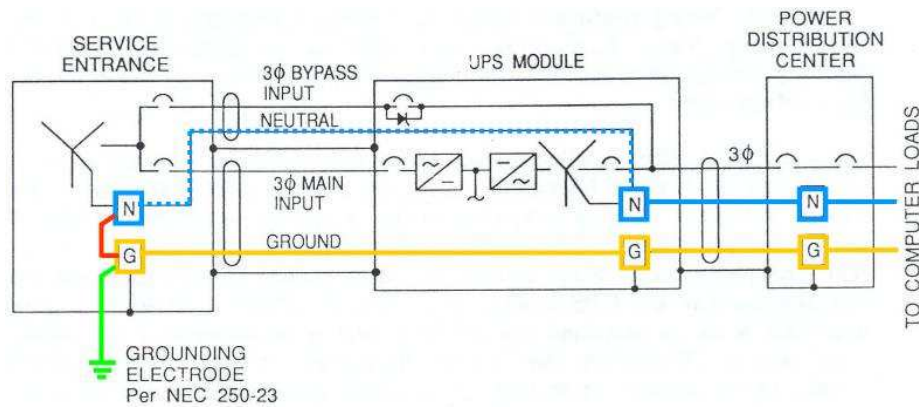
PUESTA A TIERRA

Sin embargo, debido a que el neutro del bypass está directamente conectado al neutro de la salida del inversor, el UPS puede o no puede ser considerado un sistema derivado separado, esto depende del arreglo en particular para el neutro de la entrada del bypass.

Configuración 1

Un módulo de UPS, con Bypass no aislado y acometida en estrella. (Ej. 220/127-208/120)

La acometida está en conexión en estrella, y es conectada al bypass y al módulo interno del UPS y el tablero de distribución no tiene un transformador de aislamiento.



Fuente: IEEE Std-1100-2005

Figura 7.4. Configuración 1

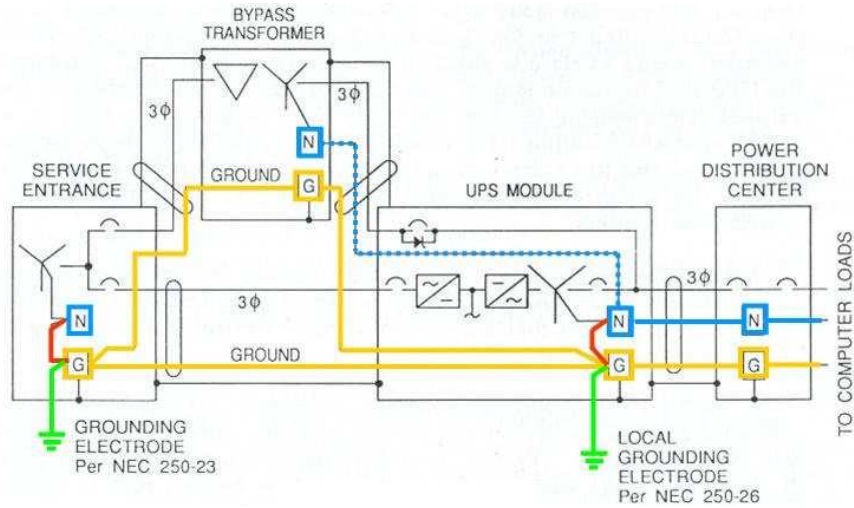
Configuración 2

Un módulo de UPS, con Bypass aislado y acometida en estrella. (Ej. 480-208/120V)

Se utiliza un transformador independiente usado como by-pass. El UPS se considera un sistema derivado separado y deberá unirse al conductor de puesta a tierra en la parte interna.



PUESTA A TIERRA



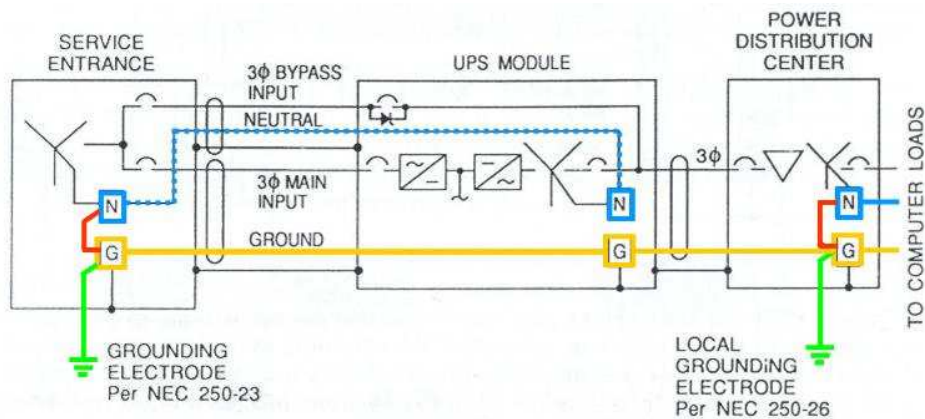
Fuente: IEEE Std-1100-2005

Figura 7.5 Configuración 2

Configuración 3

Un módulo de UPS, con Bypass no aislado y un centro de distribución aislado, acometida en estrella. (Ej. 480-480 en el módulo UPS, y 208V en la salida del Tablero de distribución)

El UPS no se considera un sistema derivado separado, debido a las conexiones entre neutro. El tablero de distribución cuenta con un transformador de aislamiento y se considera un sistema derivado separado.



Fuente: IEEE Std-1100-2005

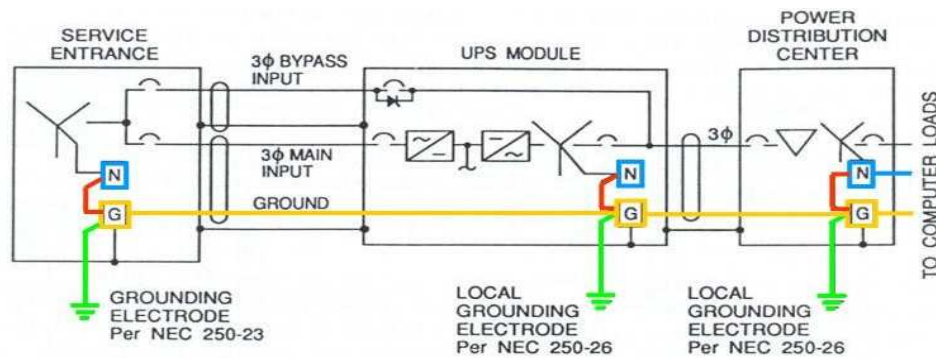
Figura 7.6 Configuración 3



PUESTA A TIERRA

Configuración 4

Un módulo de UPS, con Bypass no aislado y un centro de distribución aislado, acometida en estrella. (Ej. 480-480 en el módulo UPS, y 208V en la salida del Tablero de distribución). El UPS se considera un sistema derivado separado, ya que el neutro de la acometida no se utiliza en el UPS. El tablero de distribución cuenta con un transformador de aislamiento y se considera un sistema derivado separado.

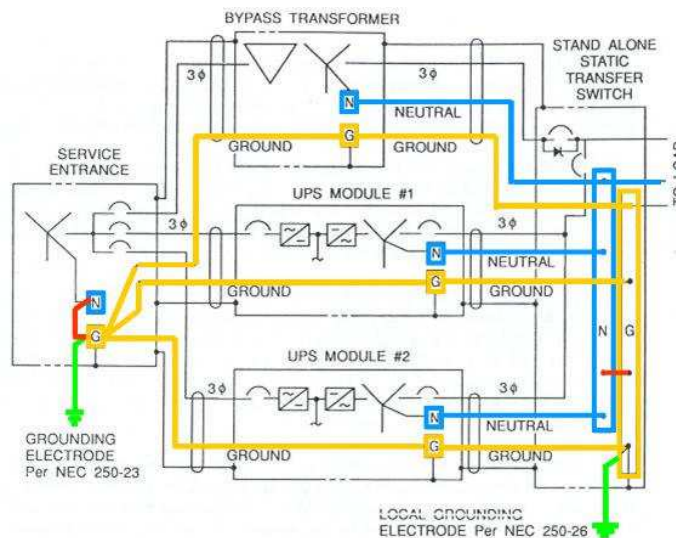


Fuente: IEEE Std-1100-2005

Figura 7.7 Configuración 4

Configuración 5

Dos UPS, con Bypass aislado conectados a través de un Static transfer switch, acometida en estrella. (Ej. 480-208/120V) Los UPS se consideran un sistema derivado separado, debido a que no hay una conexión eléctrica entre los cables de entrada con los de salida. La unión entre neutro y tierra se efectuará en el STS, con el fin de proveer un punto central.



Fuente: IEEE Std-1100-2005

Figura 7.8 Configuración 5



PUESTA A TIERRA

Consultar en ICREA Std-131-2021

- 420.2.7 *Conductores en la puesta a tierra*
- 420.2.7.1 *El conductor puesto a tierra o neutro*
- 420.2.7.2 *Puente de Unión Principal:*
- 420.2.7.3 *Conductor de Puesta a Tierra de los equipos*

**Table 250.122 Minimum Size Equipment Grounding Conductors for
Grounding Raceway and Equipment**

Rating or Setting of Automatic Overcurrent Device in Circuit Ahead of Equipment, Conduit, etc., Not Exceeding (Amperes)	Size (AWG or kcmil)	
	Copper	Aluminum or Copper- Clad Aluminum*
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250
1600	4/0	350
2000	250	400
2500	350	600
3000	400	600
4000	500	800
5000	700	1200
6000	800	1200

Note: Where necessary to comply with 250.4(A)(5) or (B)(4), the equipment grounding conductor shall be sized larger than given in this table.
*See installation restrictions in 250.120.



PUESTA A TIERRA

TABLA 250-95. Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos.

Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, tubos Conduit etc. (A)	Sección Transversal			
	Alambre de cobre		Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre *	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2,08	14	3,30	12
20	3,30	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,36	8
60	5,25	10	8,36	8
100	8,36	8	13,29	6
200	13,29	6	21,14	4
300	21,14	4	33,62	2
400	26,66	3	42,20	1
500	33,62	2	53,50	1/0
600	42,20	1	67,44	2/0
800	53,50	1/0	85,02	3/0
1 000	67,44	2/0	107,21	4/0
1 200	85,02	3/0	126,67	250 kcmil
1 600	107,21	4/0	177,34	350 kcmil
2 000	126,67	250 kcmil	202,68	400 kcmil
2 500	177,34	350 kcmil	304,02	600 kcmil
3 000	202,68	400 kcmil	304,02	600 kcmil
4 000	253,25	500 kcmil	405,36	800 kcmil
5 000	354,69	700 kcmil	608,04	1 200 kcmil
6 000	405,36	800 kcmil	608,04	1 200 kcmil

Cuando en una instalación eléctrica se instalen conductores en paralelo en varias canalizaciones, el conductor de puesta a tierra cuando exista deberá ser instalado en paralelo en cada canalización y deberá ser del mismo tamaño nominal seleccionado de acuerdo a la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que proteja al circuito eléctrico, como se indica en la tabla 250-122.



Figura 8.1 Conductores en paralelo en varias canalizaciones y cables



PUESTA A TIERRA

Cuando en una instalación eléctrica se ajuste el tamaño nominal de los conductores de fase por caída de tensión el conductor de puesta a tierra del equipo cuando se instale se deberá de ajustar proporcionalmente su sección transversal en mm^2

Cuando en una canalización o cable se instalen varios circuitos eléctricos se permite instalar un solo conductor de puesta a tierra y se deberá de seleccionar de acuerdo al mayor dispositivo contra sobrecorriente que proteja a los conductores de los circuitos eléctricos.

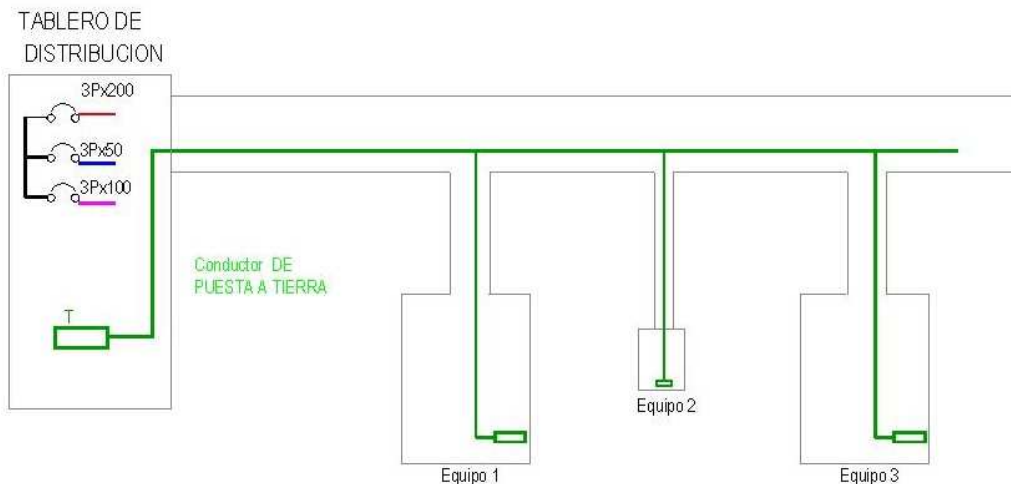
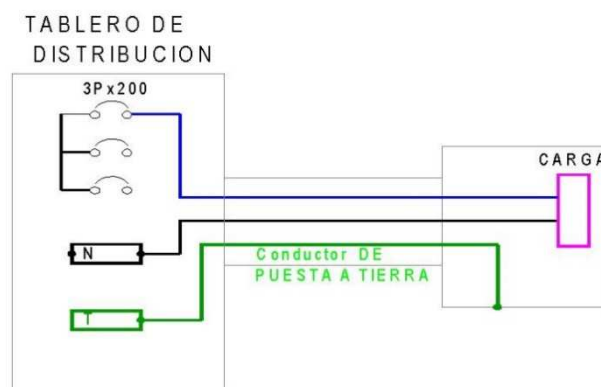


Figura 8.2 Un solo conductor de Puesta a Tierra de equipo con varios circuitos en el mismo tubo o cable.

Cálculo del conductor de Puesta a Tierra:

Ejemplo 1:

Calcular el conductor de Puesta a Tierra, para un equipo que tiene una protección de 3x200A (ver Figura), el alimentador de la carga es un cable calibre 3/0.





PUESTA A TIERRA

Solución:

La protección es 200 A, y de acuerdo con la tabla 250-122, NEC-2008 (250-95 NOM-001-SEDE-2005) el conductor de puesta a tierra en cobre será:

1 - 6 AWG.

Ejemplo 2:

Del cálculo anterior, la carga fue reubicada, y al realizar el cálculo por caída de tensión, el alimentador cambio de 3/0 a 350Kcm, determine el conductor de puesta a tierra.

Solución:

Debemos ajustar proporcionalmente, según el área de su sección transversal.

Conductor de puesta a tierra inicial 6 AWG , sección transversal: 13.30 mm²

Alimentador inicial: 3/0; sección transversal: 85.01 mm²

Nuevo alimentador: 350 KCM; sección transversal: 177.3 mm²

Factor = $177.3 / 85.01 = 2.08$

Compensación = $2.08 \times 13.30 \text{ mm}^2 = 27.664 \text{ mm}^2$

El conductor de Puesta a Tierra resulta: **Calibre 2 AWG**

Ver 420.2.7.4 Conductor del electrodo de puesta a tierra en ICREA Std-131-2021

Conductor del electrodo de Puesta a Tierra.

Se deberá instalar un conductor del electrodo de puesta a tierra para conectar al conductor puesto a tierra con el electrodo de puesta a tierra.

El tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra se deberá de calcular de acuerdo a la sección 250.66 del NEC-2011, en donde se indica que el tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra de una instalación de c.a. puesta o no puesta a tierra, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-66.

El conductor del electrodo de puesta a tierra deberá ser:

1. De cobre o aluminio
2. Resistente a la corrosión
3. Macizo o cableado, aislado, forrado o desnudo.
4. De un solo tramo continuo, sin empalmes ni uniones.



PUESTA A TIERRA

Se permite realizar empalmes en el conductor del electrodo de puesta a tierra, si estos se realizan por medios irreversibles o mediante soldadura exotérmica.

TABLE 250.66 Grounding Electrode Conductor for Alternating-Current Systems

Size of Largest Ungrounded Service-Entrance Conductor or Equivalent Area for Parallel Conductors ^a (AWG/kcmil)		Size of Grounding Electrode Conductor (AWG/kcmil)	
Copper	Aluminum or Copper-Clad Aluminum	Copper	Aluminum or Copper-Clad Aluminum ^b
2 or smaller	1/0 or smaller	8	6
1 or 1/0	2/0 or 3/0	6	4
2/0 or 3/0	4/0 or 250	4	2
Over 3/0 through 350	Over 250 through 500	2	1/0
Over 350 through 600	Over 500 through 900	1/0	3/0
Over 600 through 1100	Over 900 through 1750	2/0	4/0
Over 1100	Over 1750	3/0	250

Notes:

1. Where multiple sets of service-entrance conductors are used as permitted in 230.40, Exception No. 2, the equivalent size of the largest service-entrance conductor shall be determined by the largest sum of the areas of the corresponding conductors of each set.

2. Where there are no service-entrance conductors, the grounding electrode conductor size shall be determined by the equivalent size of the largest service-entrance conductor required for the load to be served.

^aThis table also applies to the derived conductors of separately derived ac systems.

^bSee installation restrictions in 250.64(A).

Fuente: National Electrical Code Handbook -2011

Tabla 250-66 Conductor del electrodo de tierra de instalaciones de c.a. NEC-2011



PUESTA A TIERRA

Calculo del conductor del electrodo de Puesta a Tierra

$I_n = 168 \text{ A}$

Tabla 310-16, llevando un conductor por fase se tiene que el alimentador sera:

Alimentador: 1-2/0 x Fase; 3 Fases, 3 Hilos.

Conductores x Fase	Calibre	Sección Transversal (mm ²)	Sección Equivalente (mm ²)
1	1/0	53.48	53.48

De acuerdo a la Tabla 250-94, seleccionando un conductor de cobre

Para una seccion equivalente de

53.48 mm²

Corresponde un conductor de:

8.367 mm² Calibre 8 (Cobre)

Consultar en ICREA Std-131-2021

420.2.8 Barras de Puesta a Tierra del CPD

420.2.8.1 Barra de Puesta a Tierra del CPD: BPT-CPD (DC-GB: Data Center Grounding Bus Bar)

420.2.8.2 Barra secundaria de puesta a tierra BSPT-CPD (Secondary Data Center Grounding Bus Bar SDC-GB)

420.2.8.3 Características de las Barras de Tierra del CPD

420.2.8.4 Identificación de las Barras de Puesta a Tierra del CPD



PUESTA A TIERRA

- Soportada con aislador eléctrico en cada extremo
- Solera de Fe galvanizado
- Deberá estar identificada:

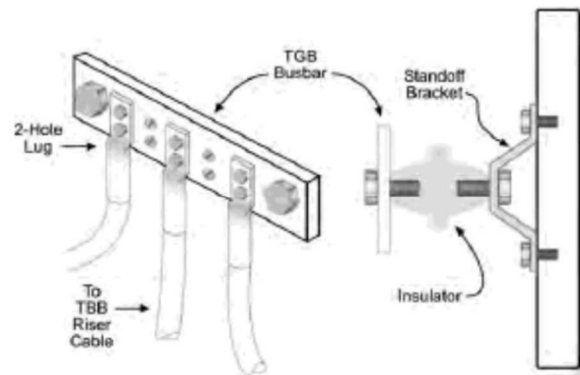
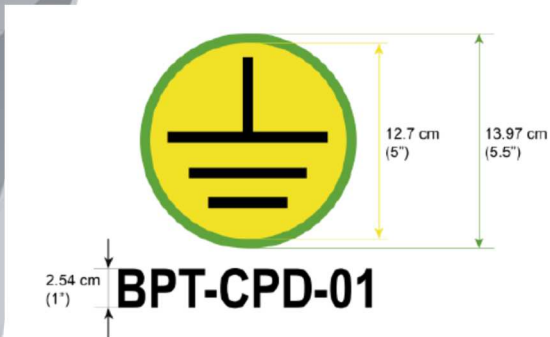
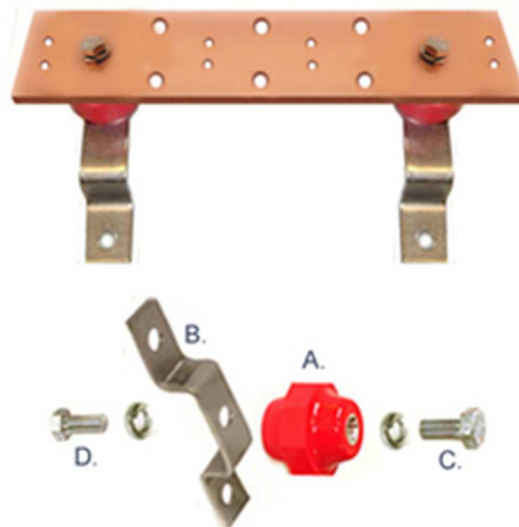
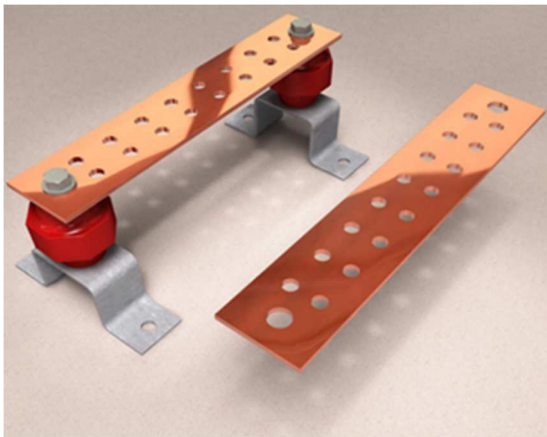


Figure 9-38—Concept of a TGB

Fuente: IEEE Std-1100 2005



<http://www.stormcopper.mx/barra-de-tierra-electrics.html>



PUESTA A TIERRA



Ver 420.2.13 Interconexión entre diferentes sistemas de puesta a tierra en ICREA Std-131-2021

El NEC, en la sección 250-81 indica en H. Sistema de electrodos de puesta a tierra.

250-81. Sistema de electrodos de puesta a tierra. La conexión entre los electrodos se hará independientemente del uso de cada uno.

NOTA: En el terreno o edificio pueden existir electrodos o sistemas de tierra para equipos de cómputo, pararrayos, telefonía, comunicaciones, subestaciones o acometida, apartarrayos, entre otros, y todos deben conectarse entre sí

Finalidad:

Eliminar las diferencias de potencial entre ellos y así evitar problemas en los sistemas eléctricos, centros de cómputo y en los equipos electrónicos sensibles.

Los sistemas de tierra deben tener el mismo potencial



PUESTA A TIERRA

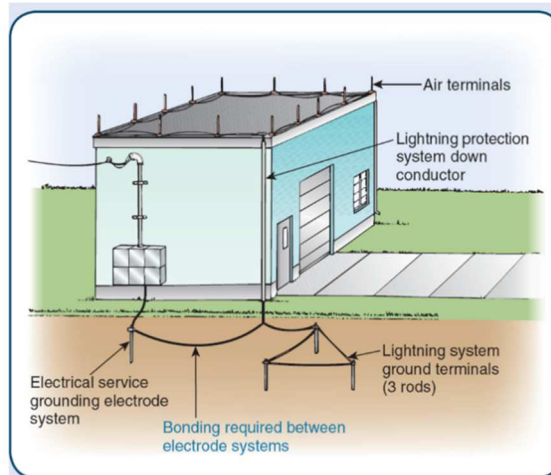
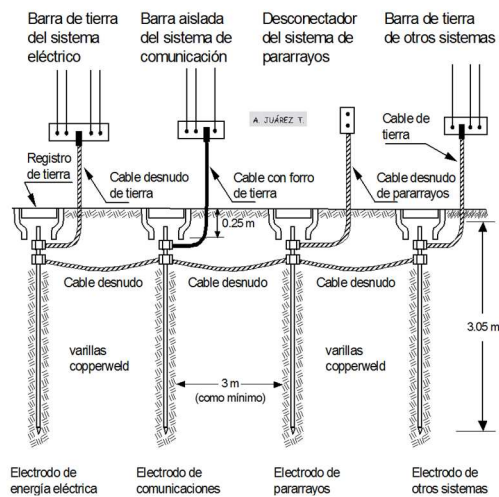


EXHIBIT 250.48 Bonding between the lightning system ground terminals and the electrical service grounding electrode system, in accordance with 250.106.

NEC-2011, 250.106. El sistema de puesta a tierra de la protección contra descargas atmosféricas deberá estar unido al sistema de puesta a tierra del edificio.

Sistemas De Puesta A Tierra Con Interconexión Para Igualación De Potencial



Sistema De Puesta A Tierra De Referencia De Señal

Es una red instalada externamente de conductores utilizados para interconectar las envolventes metálicas, gabinetes y equipos de alimentación para el equipo electrónico.



PUESTA A TIERRA

Finalidad:

- Mejorar la seguridad en la transferencia de señal por la reducción de ruido eléctrico sobre la banda de frecuencia entre la interconexión de los equipos.
- Proveer una trayectoria de baja impedancia para prevenir el daño de los circuitos de señal, una referencia a tierra para todos los equipos de telecomunicaciones, servidores, computadoras etc.
- Prevenir daño a los equipos electrónicos y a los circuitos de señal cuando pueda ocurrir una falla a tierra.
- Evitar la interferencia electromagnética de alta frecuencia o ruido eléctrico en las líneas de energía eléctrica

Consideraciones para su instalación:

- Cuando los equipos electrónicos tienen una terminal conectada a su envolvente metálica y se alimentan en c.a. o en c.d.
- Cuando el funcionamiento del equipo tiene problemas con el ruido eléctrico o una interferencia similar relacionada con el sistema de puesta a tierra
- Cuando en el piso elevado se instalen equipos como: tableros eléctricos, PDU'S, UPS, transformadores, etc.

Las trayectorias de puesta a tierra son:

El conductor de puesta a tierra requerido por la normatividad

Los puentes de unión o derivaciones conectadas entre unidades.

Los sistemas de puesta a tierra convencionales no están preparados para utilizarse con corrientes de alta frecuencia de 100 HZ hasta kHz.

Un sistema de puesta a tierra emplea conductores de puesta a tierra largos, con ello se tendrá altas impedancias y altas frecuencias, y esto no es lo deseable. La impedancia de los conductores de puesta generalmente no se controla, por lo que es necesaria la existencia de una malla de referencia de señal para tener un plano equipotencial.



PUESTA A TIERRA

El resultado que se tiene con la malla de puesta a tierra de referencia de señal, es un adecuado funcionamiento, que es compatible con las telecomunicaciones modernas, y otros circuitos que están basados en los circuitos de señal, así como también las computadoras. Los componentes de la onda de alta frecuencia requieren trayectorias de retorno de baja impedancia, de lo contrario con impedancias altas se pueden presentar potenciales altos que pueden afectar a los equipos.

Para ondas con amplitudes del orden de 100 volts pueden destruir los circuitos digitales; por lo tanto la malla de puesta a tierra de referencia de señal, deberá de tener trayectorias de baja impedancia para frecuencias mayores a 10 MHz. Los equipos comerciales se consideran que tienen un rango de 25MHz a 30 MHz.

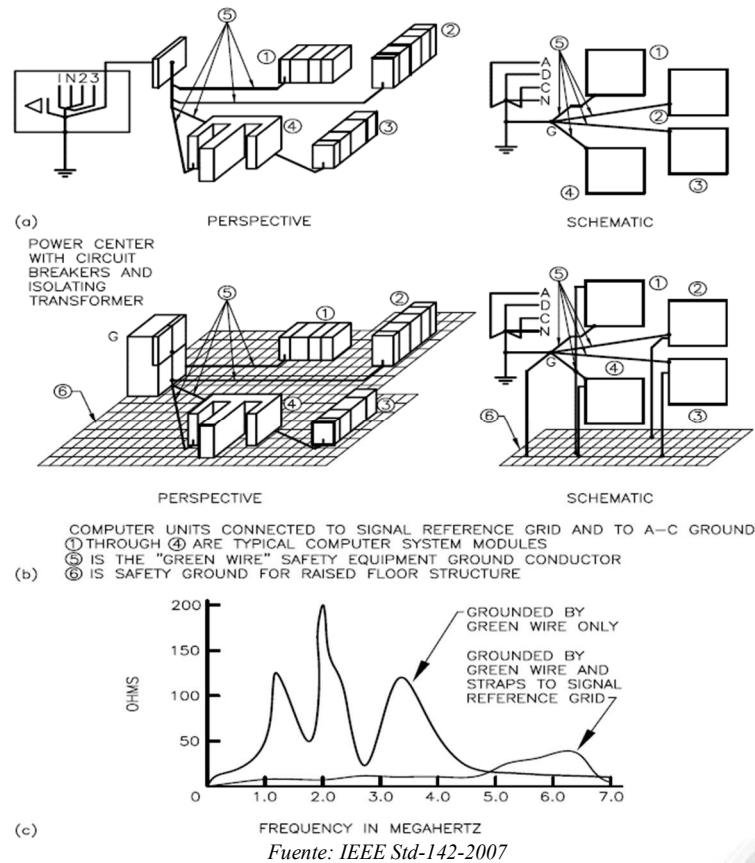


Figura 11.1 La malla de referencia de señal reduce resonancia: (a) Conductores de equipo de cómputo sujetos a resonancia por alta frecuencia con señales RF (b) Unidades de los equipos de cómputo conectadas a la malla de referencia de señal y al conductor de puesta a tierra de la fuente de CA de alimentación. (c) La resonancia en el conductor de puesta a tierra de la fuente de CA de alimentación en un centro de cómputo típico.



PUESTA A TIERRA

Un ejemplo, cuando se emplean conductores de puesta a tierra aislados solamente, y cuando se utilizan conductores de puesta a tierra aislada y la malla de puesta a tierra de referencia de señal, se ilustra en la figura 11.1, reduciendo significativamente la alta frecuencia. La malla de referencia de señal puede ser prefabricada o ensamblada en campo; generalmente no requiere mantenimiento y se instala directamente en el piso de concreto.

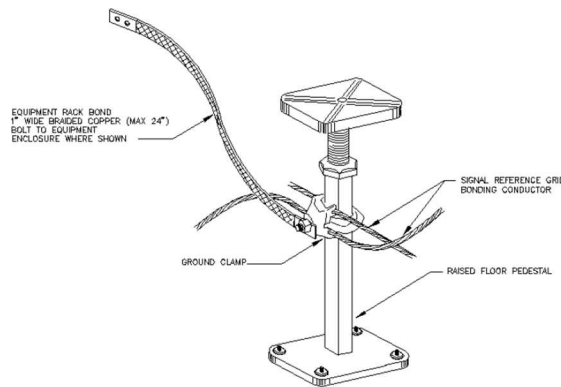
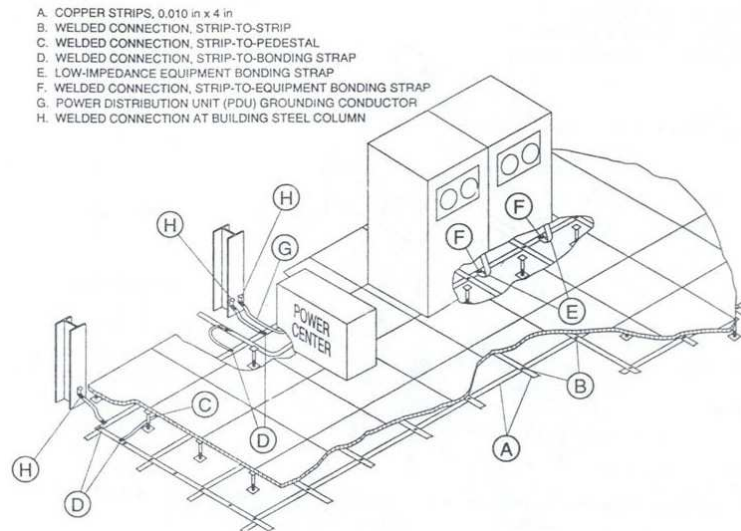


Figure 4-71—Typical cellular raised floor's pedestal post and with ground connections to/from it

Fuente: IEEE Std-1100-2005

Figura 11.2 Conexión para malla de referencia de señal, utilizando como medio de conexión el pedestal a través de un conector mecánico



Fuente: IEEE Std-1100-2005

Figura 11.3 Signal Reference Grid Fabricado con cintas de cobre



PUESTA A TIERRA

Conexión de los equipos al Signal Reference Grid.

Todos los equipos, especialmente aquellos con cargas electrónicas deberán ser conectados al signal reference grid con puentes de unión de baja inductancia. Cintas de lámina plana las cuales son relativamente más amplias en relación a su longitud, son la práctica recomendada. Las conexiones a las estructuras de los equipos o a las terminales de puesta a tierra suministradas por el fabricante son críticas. Pintura u otros materiales que afecten la superficie de contacto deberán ser removidas antes de la colocación de los puentes de unión en las estructuras de metal o de las superficies de los gabinetes. Subsecuentemente, las conexiones deberán ser propiamente tratadas a fin de inhibir el óxido, la corrosión, y la humedad.

Los puentes de unión deberán ser lo más cortos posibles para minimizar la reactancia inductiva en la trayectoria. El uso de al menos dos puentes ampliamente espaciados sobre el mismo equipo, es recomendado para reducir aún más la reactancia en la trayectoria a tierra. Los puentes de unión no deberán ser enrollados o doblados con curvas con un radio inferior a 20 cms para un mejor desempeño.

Bibliografía

- Early, Sheehan and Caloggero, 1996 National Electrical Code Handbook, National Fire Protection Association.
- Fred Hartwell, "Understanding NE Code Rules on Grounding and Bonding," Electrical Construction and Maintenance, Intertec Electrical Group, 1994, ISBN: 0-87288-543-7. [3]
- Joseph R. Knisley, "Understanding grounding electrode requirements of the NE Code," Electrical Construction and Maintenance, September 1991.
- Keneth M. Michaels, "Effective Grounding of Electrical Systems," Electrical Construction and Maintenance, Jan. 94.
- US Department of Commerce, National Bureau of Standards, "Guideline on Electrical Power for ADP Installations," Federal Information Processing Standards – Publication 94, September 21, 1983.
- Tierras eléctricas - A. Llamas, Jorge de los Reyes P. Maestría en Ingeniería Energética - ITESM Campus Monterrey
- Ing. Alfredo Juárez Torres.
- Libro de Oro de Puesta a Tierra Universal- Grounding and Bonding Javier Oropeza Angeles.
- Norma IEEE-80 2000
- Curso de sobretensiones y sistemas de tierra impartido por el Dr. Raúl Velásquez Sánchez
- Curso de sobretensiones y sistemas de tierra Víctor Manuel Cabrera Morelos
- Problemas de ingeniería de puesta a tierra del Ing. Miguel de la Vega Ortega.
- Ing. Ramón Rivero De La Torre Instituto Tecnológico de Cd. Madero, Cd. Madero Tamaulipas México
- NMX-J-549-ANCE-2005



PUESTA A TIERRA

- IEEE-Std 1100-2005- IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment (Emerald Book).
- IEEE-Std-142-2007, IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems (Green Book).
- National Electrical Code Handbook, Twelfth Edition, with the complete text of the 2011 edition of NFPA 70 National Electrical Code.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización)



PUESTA A TIERRA

ANEXO I TABLA 310-15(B)(16), NEC-2011

Tabla 310-15(b)(16).- Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18 ^m	—	—	14	—	—	—
1.31	16 ^m	—	—	18	—	—	—
2.08	14 ^m	15	20	25	—	—	—
3.31	12 ^m	20	25	30	—	—	—
5.26	10 ^m	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 30 °C.

** Véase 240-4(d) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.



PUESTA A TIERRA

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA – SUBESTACION ELÉCTRICA

Basado en la guía de la IEEE para la seguridad en una subestación de corriente alterna puesta a tierra IEEE Std 80-2000.

En la puesta a tierra de una subestación eléctrica tipo interior o abierta, se deberá de realizar primero un diseño de la malla de tierra, basado en la guía de la IEEE para la seguridad en una subestación de corriente alterna puesta a tierra IEEE Std 80-2000, debido a que cuando ocurre una falla a tierra en los devanados de media tensión o alta tensión, la corriente de falla a tierra al tomar su trayectoria de retorno a su lugar de origen por el terreno natural provocará una tensión de paso y tensión de contacto que puede ser peligrosa para el ser humano y los animales.

Se ilustra una malla de tierra compuesta por una cuadrícula formada por conductores de cobre, electrodos de puesta a tierra, derivaciones con conductor de cobre para la puesta a tierra de los gabinetes de media tensión en 2 puntos mínimo, puesta a tierra de la envolvente del transformador, puesta a tierra del conductor neutro.

Una subestación eléctrica es un conjunto de equipos eléctricos, cuya función principal es la transformación de voltajes, la conexión y desconexión de circuitos eléctricos.

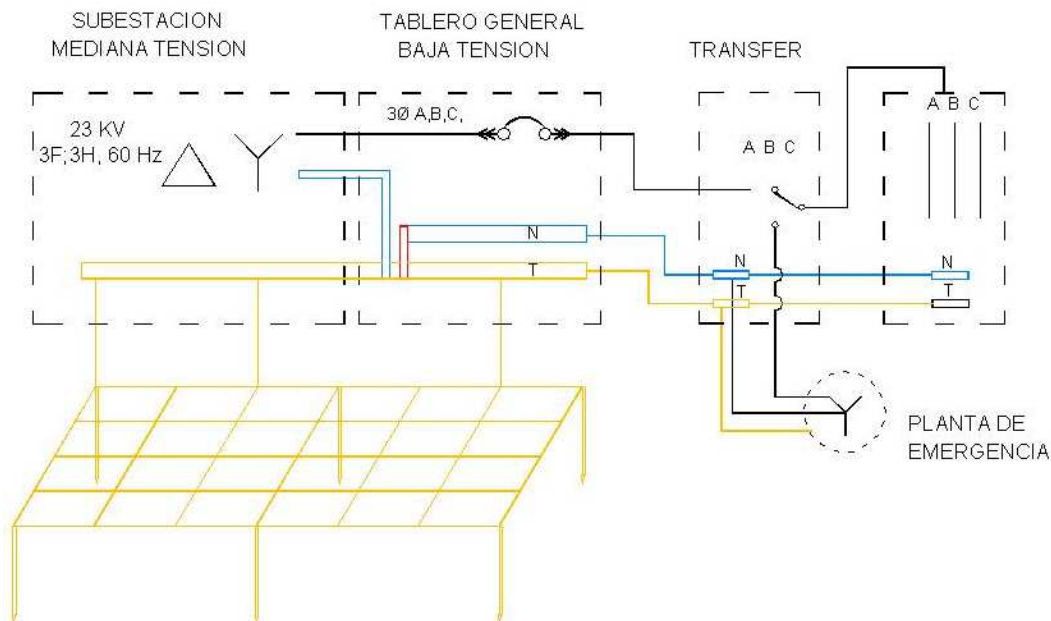


Figura 12.1



PUESTA A TIERRA

Los equipos eléctricos principales de una subestación eléctricas son:

1. Transformadores de potencia o distribución.
2. Interruptores de potencia.
3. Cuchillas desconectadoras o de paso.
4. Apartarrayos.
5. Transformadores de corriente.
6. Transformadores de potencial.
7. Equipo de medición por parte del suministrador.
8. Fusibles.
9. Resistencias o reactancias de puesta a tierra.

El sistema de puesta a tierra para subestaciones eléctricas tiene como finalidad:

- Proveer los medios adecuados para transportar las corrientes eléctricas dentro de la tierra (terreno natural), bajo condiciones normales y de falla, sin exceder los límites de operación del equipo sin afectar la continuidad del servicio.
- Asegurar que las personas en la vecindad de industrias puestas a tierra no estén expuestas a peligros de descarga eléctrica crítica.

La práctica de la puesta a tierra segura se esfuerza para controlar la interacción de dos sistemas de puesta a tierra:

- La tierra intencional consiste en los electrodos enterrados a la misma profundidad de la superficie de la tierra.
- Una tierra accidental, es cuando una persona está expuesta temporalmente a un gradiente de potencial en la vecindad de una industria puesta a tierra.

La mayoría de las personas asumen que cualquier objeto puesto a tierra puede tocarse sin sufrir daño alguno.



PUESTA A TIERRA

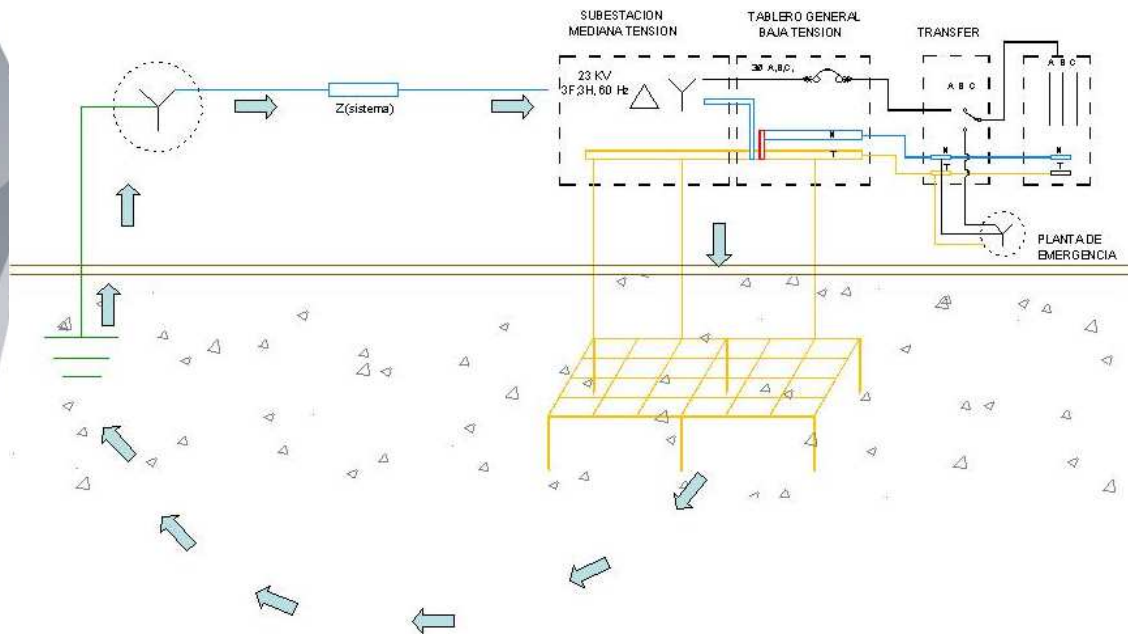


Figura 12.2

Si el sistema de puesta a tierra de una subestación eléctrica tiene una resistencia a tierra baja, no garantiza que sea segura. Cuando la corriente de falla de fase a tierra entra a la tierra, causará que se presente potencial de paso a tierra elevados.

Si el suministro se realiza con un conductor con cubierta protectora, y esta cubierta es utilizada como trayectoria de retorno de una parte de la corriente de falla a tierra directamente a la fuente de origen; proveerá una trayectoria de baja impedancia en paralelo a la trayectoria de retorno del circuito, por lo que el potencial a tierra será mucho menor.

La corriente de falla a tierra que entra a la tierra (terreno natural) deberá de analizarse.

Es muy significativo que los dispositivos de protección contra sobrecorriente liberen la falla a tierra lo más rápido que sea posible por las siguientes razones:

- La posibilidad que una persona esté expuesta a una descarga eléctrica se reduce significativamente, en contraste a cuando las corrientes de falla a tierra que persisten o duran horas, trayendo como consecuencia el posible inicio de un incendio.
- Se reduce la posibilidad de daño o muerte de una persona si se reduce la duración de la corriente, que fluirá por el cuerpo humano.



PUESTA A TIERRA

La magnitud y la duración de la corriente eléctrica que pase a través del cuerpo humano a 50 o 60 Hz deberán ser menores a la corriente que pudiera producir fibrilación ventricular del corazón.

Procedimiento de diseño

Con los potenciales de paso y de contacto tolerables por el cuerpo humano, se puede iniciar el diseño y la construcción del sistema de puesta a tierra para una sub estación eléctrica, utilizando el siguiente procedimiento paso a paso:

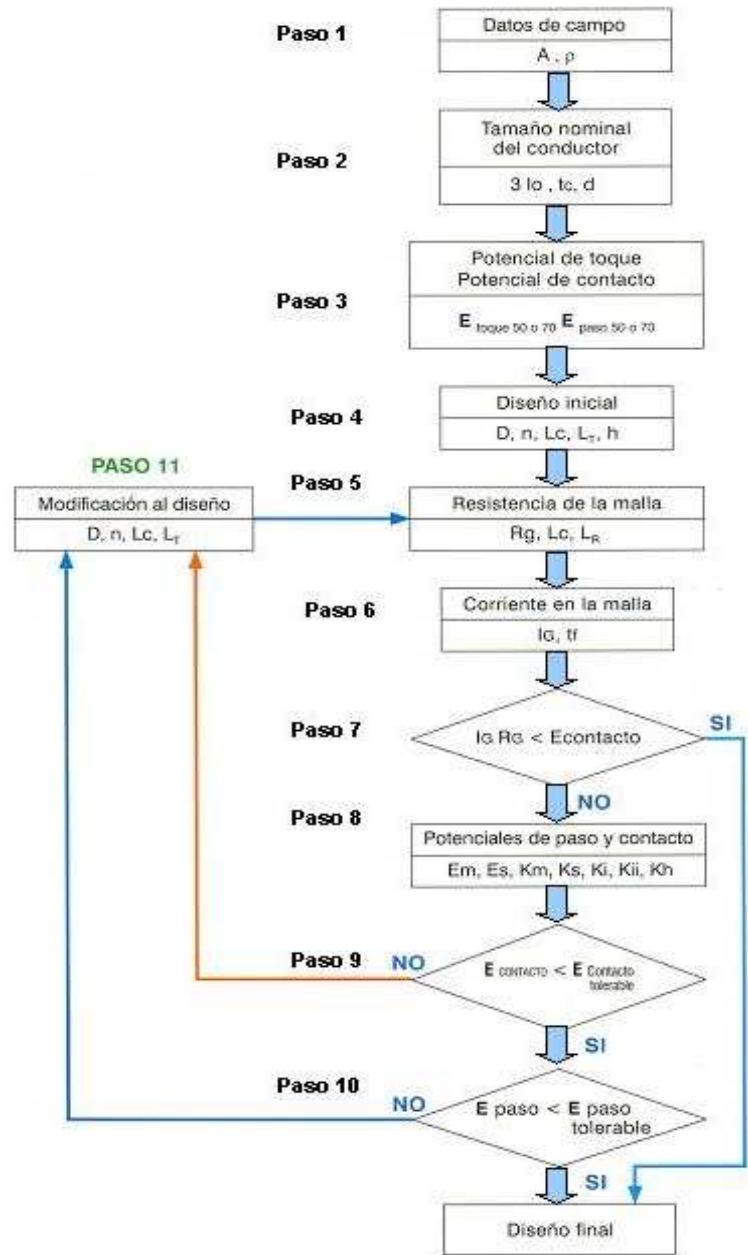
- A) Investigación de las características del terreno, la resistividad eléctrica.
- B) Calcular la máxima corriente de falla a tierra.
- C) Diseño preliminar del sistema de puesta a tierra.
- D) Cálculo de la resistencia a tierra del sistema de puesta a tierra.
- E) Cálculo del máximo potencial de malla.
- F) Cálculo de los potenciales de paso en la periferia.
- G) Cálculo de los voltajes de paso y de contacto en el sistema de puesta a tierra.
- H) Investigación de los potenciales de transferencia y puntos especiales de peligro.
- I) Corrección o afirmación del diseño preliminar.
- J) Construcción del sistema de puesta a tierra
- K) Medición en campo de la resistencia a tierra del sistema de puesta a tierra.

Para el cálculo del sistema de puesta a tierra de una subestación, se recomienda apoyarse en el estándar *IEEE Std-80-2000 Safety in AC Substation Grounding*.



PUESTA A TIERRA

Procedimiento de cálculo diagrama de bloques



Fuente: IEEE Std-80-200

International
Computer
Room
Experts
Association



CERTIFICACIÓN - CCRD

Certified Computer Room Designer

CAPÍTULO V

TEMA

Instalaciones Eléctricas II

– Alimentadores

– Circuitos Derivados



ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

Objetivo:

El alumno conocerá las bases del cálculo de circuitos alimentadores y circuitos derivados, seleccionando de este modo la especificación de los conductores que suministrarán energía a una carga.

NORMA INTERNACIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPAMIENTO DE AMBIENTES PARA EL EQUIPO DE MANEJO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y SIMILARES

ICREA Std-131-2021

TITULO 3

Referencias normativas

Para la correcta aplicación de esta norma es necesario consultar los siguientes documentos vigentes:

Para diferentes Regiones, las normas locales tendrán precedencia sobre esta norma.

Normas Locales.- Ver Anexo II.

IEC 61643-1:2005.

Comisión Internacional Electrotécnica

Criterios para el cálculo de conductores.

En este inciso se analizan los criterios para definir la sección transversal de los conductores y se expone la metodología para obtener su especificación. La intención es encontrar la sección transversal o los calibres AWG (American Wire Gage) o MCM (miles de circular mils) que cumplan con los requisitos necesarios de un sistema confiable y económico evitando conductores con secciones sobradas, que se traducen en gastos innecesarios y reflejan un trabajo superficial del proyectista.

Para la aplicación de los criterios se requiere primero de la definición de la corriente que circulará por cada uno de los conductores en condiciones de plena carga (corriente nominal). Una estimación cuidadosa de la carga es de gran importancia para lograr un cálculo confiable de la sección de los conductores.



ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

Los principales criterios que se deben considerar para la especificación del conductor son:

- capacidad de conducción de corriente para las condiciones de instalación
- caída de voltaje permitida
- capacidad para soportar la corriente de cortocircuito
- calibre mínimo permitido para aplicaciones específicas.

Capacidad de conducción de corriente.

Los conductores eléctricos están forrados por material aislante, que por lo general contiene materiales orgánicos. Estos forros están clasificados de acuerdo con la temperatura de operación permisible, de tal forma que una misma sección de cobre puede tener diferente capacidad de conducción de corriente, dependiendo del tipo de aislamiento que se seleccione.

NEC 2011 ARTICULO 310

CONDUCTORES PARA ALAMBRADO EN GENERAL

310-10. Usos permitidos.

310-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de los conductores descritos en 310-104 en cualquiera de los métodos de alambrado cubiertos en el Capítulo 3, y como se especifica en sus respectivas tablas o como se permita en otras partes de esta norma.

ARTICULO 310

CONDUCTORES PARA ALAMBRADO EN GENERAL

310-10. Usos permitidos.

- a) Lugares secos. Los conductores y cables aislados usados en lugares secos, deben ser de cualquiera de los tipos identificados en esta NOM.
- b) Lugares secos y húmedos. Los conductores y cables aislados usados en lugares secos y húmedos deben ser de los tipos FEP, FEPB, MTW, PFA, RHH, RHW, RHW-2, SA, THHN, THW, THW-LS, THW-2, THHW, THHW-LS, THWN, THWN-2, TW, XHH, XHHW, XHHW-2, Z o ZW.



ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

- c) Lugares mojados. Los conductores y cables aislados usados en lugares mojados deben cumplir con una de las siguientes condiciones:
- (1) Tener cubierta metálica impermeable a la humedad.
 - (2) Ser de los tipos MTW, RHW, RHW-2, TW, THW, THW-LS, THW2, THHW, THHW-LS, THWN, THWN-2, XHHW, XHHW-2, ZW.
 - (3) Ser de un tipo aprobado para uso en lugares mojados.
- d) Lugares expuestos a la luz solar directa. Los conductores o cables aislados donde estén expuestos directamente a los rayos solares deben cumplir con (1) o (2):

(1) Los conductores y cables deben estar aprobados, o aprobados y marcados como resistentes a la luz solar.

(2) Los conductores y cables deben estar recubiertos con material aislante, tal como una cinta o cubierta, que esté probada, o aprobada y marcada como resistente a la luz solar.

Tabla 310-104(a).- Aplicaciones y aislamientos de conductores de 600 volts

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima del conductor	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Recubrimiento externo ¹
Etileno-propileno fluorado	FEP o FEPB	90 °C	Lugares secos y húmedos	Etileno-propileno fluorado	Ninguno
		200 °C	Lugares secos		Trenza de fibra de vidrio
			Para aplicaciones especiales ²		Trenza de fibra de vidrio u otro material trenzado.
Aislamiento mineral (con cubierta metálica)	MI	90 °C	Lugares secos y mojados	Oxido de magnesio ³	Cobre o aleación de acero
		250 °C	Para aplicaciones especiales ²		
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y al aceite	MTW	60 °C	Alambrado de máquinas herramienta en lugares mojados.	Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad, al calor y al aceite	Ninguno, cubierta de nylon o equivalente
		90 °C	Alambrado de máquinas herramienta en lugares secos.		
Papel		85 °C	Para conductores subterráneos de acometida	Papel	Cubierta de plomo
Perfluoroalcoxi	PFA	90 °C	Lugares secos y húmedos	Perfluoroalcoxi	Ninguno
		200 °C	Lugares secos y aplicaciones especiales ²		



ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

Perfluoroalcoxi	PFAH	250 °C	Sólo para lugares secos. Sólo para cables dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos (sólo de níquel o de cobre recubiertos de níquel)	Perfluoroalcoxi	Ninguno
Termofijo	RHH	90 °C	Lugares secos y húmedos		Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante a la flama ¹
Termofijo resistente a la humedad	RHW	75 °C	Lugares secos y mojados	Termofijo resistente a la humedad y retardante a la flama	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante a la flama ¹
	RHW-2	90 °C			
Hule silicón	SA	90 °C	Lugares secos y húmedos	Hule silicón	Trenza de fibra de vidrio u otro material.
		200 °C	Para aplicaciones especiales ²		
Termofijo	SIS	90 °C	Sólo para alambrado de tableros.	Termofijo retardante a la flama	Ninguno
Termoplástico y malla externa de material fibroso	TBS	90 °C	Sólo para alambrado de tableros	Termoplástico	Recubrimiento no metálico retardante a la flama
Politetra-fluoroetileno	TFE	250 °C	Sólo para lugares secos. Sólo para cables dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos (sólo de níquel o de cobre recubierto de níquel)	Politetra-fluoroetileno	Ninguno
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor y a la propagación de la flama.	THHN	90 °C	Lugares secos	Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad y al calor	Cubierta de nylon o equivalente.
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y retardante a la flama.	THHW	75 °C	Lugares mojados	Termoplástico retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad.	Ninguno
		90 °C	Lugares secos		

Tabla 310-104 (a) Aplicaciones y asilamientos de conductores de 600 volts



ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

Construcción e industrial/Cables de baja tensión para la construcción/Forrado baja tensión

ALAMBRES Y CABLES VINAMEL XXI RoHS** THW-L3/THW-L5 90 °C, 600V CT-SR



Descripción:

1. Conductor de cobre suave (alambre o alambre).
2. Aislamiento de poliolefin de etileno (PE) tipo THW-L3/THW-L5, 90 °C, 600 V, en espiral.

Propósito:

- Acomodada
- Alimentación de maquinaria y equipo industrial
- Circuito de alumbrado público
- Circuitos alimentados
- Circuitos de distribución
- Sistemas de puesta a tierra y descargas atmosféricas

Propiedades:

- Alta confiabilidad
- Baja emisión de gases corrosivos
- Baja emisión de gases tóxicos
- Baja emisión de humos densos
- Baja emisión de humos oscuros
- Buena resistencia a acidez

- Buena resistencia a la contaminación atmosférica
- Buena resistencia a la corrosión
- Buena resistencia a la gasolina
- Buena resistencia a la humedad
- Buena resistencia a los hidrocarburos
- Buena resistencia al aceite
- Buena resistencia al ozono
- Buena resistencia mecánica
- Densidad
- Excelente resistencia a la intemperie
- Excelente resistencia a la propagación de la flama
- Excelente resistencia a la propagación de la flama en charola vertical
- Excelente resistencia a la propagación del incendio
- Excelente resistencia a los rayos solares
- Fácil de instalar

- Garantía de por vida del inmueble en donde se instale
- Libre de sustancias peligrosas

Características Especiales:

- El cable Vinamel XXI RoHS** tiene propiedades eléctricas, mecánicas, químicas, térmicas y acústicas que lo hacen único en el mercado eléctrico y ofrece al más alto desempeño, durabilidad y seguridad, con garantía de por vida por escrito en el inmueble en donde se instale.

- Ideal para circuitos alimentadores y derivados en instalaciones eléctricas en casas habitación, lugares de concentración pública (edificios de oficinas, hospitales, bancos, hoteles, cines, etc.), industrias, etc.
- Es adecuado para instalaciones en interiores o exteriores expuestas directamente a la luz solar. Puede instalarse en charolas (a partir del calibre 4 AWG), tubos (conduit), canalatas, ductos o trincheras, acorde a lo indicado en la NOM-001-SEDE.

- Esta producto cuida y protege al medio ambiente y los seres vivos ya que en la formulación del aislamiento y en el proceso de manufactura se cumple con la directriz RoHS (restricción del uso de sustancias peligrosas).

Normas:

- NMX-J-010
- 600 V

Tensión:

- 600 V

Temperatura:

- normal 90°C
- sobrecarga 100°C
- cortocircuito 150°C

Tipo de Instalación:

- Aireo
- Canalizaciones superficiales
- Ductos metálicos y no metálicos con tapa
- Ductos subterráneos
- Soporte metálico tipo charola
- Trincheras
- Tubo conduit

Material de Aislamiento:

- Poliolefin de Vinilo (PVC)
- Tubo conduit

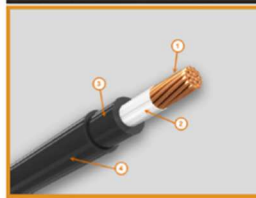
- Acorde a la norma de instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE, artículo 332, indica que la sección transversal (calibre) mínimo de los conductores que se instalen en charola es 21,15 mm² (4 AWG).

- Sistema de calidad ISO 9001:2008 certificado por el Instituto Mexicano de Normatización y Certificación A.C. (IMNC)

- Certificación Productos: Asociación de Normatización y Certificación A.C. (ANCC)
- Otros datos para pedido: Alambre o cable Vinamel XXI RoHS**, calibre o área de sección transversal en mm², color, tipo de empaque, número de producto y longitud en metros.

Construcción e industrial/Cables de baja tensión para la industria/Forrado baja tensión

CABLE MONOCONDUCTOR AFUMEL** LIBRE DE HALOGENOS 90 °C 600V



Descripción:

1. Conductor de cobre suave (alambre o alambre).
2. Aislamiento de Poliolefin de Etileno (PE) tipo THW-L3/THW-L5, 90 °C, 600 V, en espiral.
3. Aislamiento Afumel** libre de halógenos.
4. Cubierta externa Afumel** libre de halógenos.

Propósito:

- Acomodada
- Circuitos alimentadores
- Circuitos de distribución
- Circuitos derivados
- Sistemas de puesta a tierra y descargas atmosféricas

Propiedades:

- Alta confiabilidad
- Alta rigidez dielectrica
- Baja emisión de humos densos
- Baja emisión de humos oscuros
- Buena estabilidad dimensional
- Buena resistencia al quemamiento
- Buena resistencia al corte
- Buena resistencia al maltrato mecánico
- Despreciable generación de gas ácido halogenado

- Excelente resistencia a acidez
- Excelente resistencia a agentes químicos
- Excelente resistencia a acidez
- Excelente resistencia a altas temperaturas
- Excelente resistencia a la gasolina
- Excelente resistencia a la humedad
- Excelente resistencia a la contaminación atmosférica
- Excelente resistencia a la corrosión
- Excelente resistencia a la gasolina
- Excelente resistencia a la intemperie
- Excelente resistencia a la propagación de la flama
- Excelente resistencia a la propagación de la flama en charola vertical
- Excelente resistencia a los hidrocarburos
- Libre de halógenos
- Excelente resistencia a sobrecargas
- Excelente resistencia a sustancias químicas
- Excelente resistencia al aceite

- Excelente resistencia al calor
- Seguridad al personal

Características Especiales:

- Por su excelente comportamiento en caso de incendio, mínima generación de humos oscuros, despreciable generación de gas ácido (halógenos) y su resistencia a la propagación del incendio, estos cables son la mejor opción para aquellas instalaciones que requieren alta confiabilidad y seguridad en sus sistemas de cableado, tales como centros eléctricos, sistema de Transporte Colectivo METRO, industrias, lugares de concentración pública, etc.

Normas:

- CFE E0000-25

Tensión:

- 600 V

Temperatura:

- normal 90°C
- sobrecarga 130°C
- cortocircuito 250°C

Tipo de Instalación:

- Ductos metálicos y no metálicos con tapa
- Ductos subterráneos
- Soporte metálico tipo charola
- Trincheras
- Tubo conduit

Material de Aislamiento:

- Libre de halógenos

Cubierta Externa del Cable:

- Libre de halógenos (AFUMEL)

Certificado de calidad:

- Sistema de calidad ISO 9001:2008 certificado por Underwriters Laboratories (UL)

Certificación Productos:

- Cable monoconductor Afumel** libre de halógenos 90 °C, 600 V, calibre o área de sección transversal en mm², número de producto y longitud en metros.

Otros datos para pedido:

- Cable monoconductor Afumel** libre de halógenos 90 °C, 600 V, calibre o área de sección transversal en mm², número de producto y longitud en metros.

Construcción e industrial/Cables de baja tensión para la construcción/Forrado baja tensión

ALAMBRES Y CABLES CONDUMEX ZERO** TIPO THW-L3/THW-L5 LIBRE DE HALOGENOS CT-SR 90 °C 600V, PARA INSTALACIONES DE ALTA SEGURIDAD



Alambres y Cables para Baja Tensión
Cables Cero Halógenos

Cable formado por un conductor de cobre suave, aislamiento y cubierta termofijos de etileno propileno (EPR) y polietileno respectivamente.

600 V
90°C

DESCRIPCIÓN GENERAL

ESPECIFICACIONES

- NOM-001-SEDE Instalaciones eléctricas (utilización).
- NOM-063-SCFI Productos eléctricos - conductores - requisitos de seguridad.
- NMX-J492-ANCE Cables de energía para baja tensión, no propagadores de incendio, de baja emisión de humos y sin contenido de halógenos, 600 V 90°C.

PRINCIPALES APLICACIONES

- Por su excelente comportamiento, estos cables se usan en instalaciones donde se requiera máxima seguridad en condiciones de incendio, tales como: centrales eléctricas, lugares de alta concentración pública, embarcaciones marítimas, etc.
- Por la seguridad que ofrecen, son instalados en los circuitos de sistemas de transporte colectivo (metro). Pueden instalarse en charolas o tubería conduit y en instalaciones subterráneas o expuestas a la luz solar, en lugares húmedos o secos.
- Aprobados para usarse en charolas, portan la marca SR y CT según requisitos de la NOM-001-SEDE.

CARACTERÍSTICAS

- Tensión máxima de operación: 600 V.
- Temperaturas máximas de operación en el conductor:
 - 90°C En ambiente seco, húmedo y mojado.
 - 130°C En emergencia.
 - 250°C En corto circuito.
- Nota: La condición de emergencia se limita a 1 500 h acumulativas durante la vida del cable y no más de 100 h en períodos de doce meses consecutivos. Las condiciones de corto circuito en el conductor se basan en lo indicado por la norma IEC 603-352.

VENTAJAS

- Satisfacen la prueba de no propagación de incendio (NMX-J-003), de baja emisión de humos (NMX-J-471) y de bajo contenido de gas ácido (NMX-J-472).
- Su aislamiento y cubierta termofijos ofrecen mayor estabilidad térmica.



Descripción:

1. Conductor de cobre suave (alambre o alambre).
2. Aislamiento de Poliolefin de Etileno (PE) tipo THW-L3/THW-L5, 90 °C, 600 V, en espiral.
3. Aislamiento Afumel** libre de halógenos, muy baja emisión de humos y no propagación de incendio.
4. Cubierta externa Afumel** libre de halógenos.

Propósito:

- Acomodada
- Circuito de alumbrado público
- Circuitos alimentados
- Circuitos de distribución
- Circuitos derivados
- Sistemas de puesta a tierra y descargas atmosféricas

Propiedades:

- Alta confiabilidad
- Buena resistencia a la contaminación atmosférica
- Buena resistencia a la corrosión
- Buena resistencia a la gasolina
- Buena resistencia al aceite
- Buena resistencia mecánica
- Densidad
- Excelente e inigualable desempeño eléctrico en condiciones de humedad
- Excelente e inigualable resistencia a la humedad
- Excelente e inigualable resistencia a la propagación de la flama
- Excelente e inigualable resistencia a la propagación de la flama en charola vertical
- Excelente e inigualable resistencia a la propagación del incendio
- Excelente e inigualable resistencia a los rayos solares e intemperie
- Garantía de por vida
- Libre de sustancias peligrosas (RoHS)
- Muy baja emisión de humos oscuros
- Muy baja emisión de humos densos

Características Especiales:

- Por su excelente comportamiento en caso de incendio los cables Condumex ZERO** son la mejor opción para aquellas instalaciones que requieren alta confiabilidad y seguridad en sus sistemas de cableado, tales como lugares de reunión o de concentración pública, edificios de gran altura, edificios inteligentes y ecológicos, hoteles, aeropuertos, estaciones del metro, tren y autobuses, centros de convenciones, auditorios, etc., ya que la generación de humos oscuros y gas ácido corrosivo es despreciable, y presenta una excelente e inigualable resistencia a la propagación del incendio.
- Gracias al innovador aislamiento del cable Condumex ZERO**R, las pruebas indicadas en los estándares más estrictos de manufactura son superadas ampliamente, además, protege al medio ambiente y a los seres vivos ya que en su proceso y en su composición no se incluye ningún elemento halogenado. También cumple con la directriz RoHS (restricción del uso de sustancias peligrosas como plomo, mercurio, cadmio, etc.).
- Es adecuado tanto para instalaciones en interiores como en exteriores expuestas directamente a la luz solar. Puede instalarse en charolas (a partir del calibre 4 AWG), tubos (conduit), canalatas, ductos o trincheras, acorde a lo indicado en la NOM-001-SEDE vigente.
- Buena resistencia a la propagación de la flama en charola vertical 02 min. 75 000 BTU/h (NMX-J-481) tipo "CT" y "FT".
- Resistencia a la intemperie 720 horas (NMX-J-552) tipo "SR".

Normas:

- NMX-J-010

Tensión:

- 600 V

Temperatura:

- normal 90°C
- sobrecarga 150°C
- cortocircuito 150°C

Tipo de Instalación:

- Canalizaciones superficiales
- Ductos metálicos y no metálicos con tapa
- Ductos subterráneos
- Soporte metálico tipo charola
- Trincheras
- Tubo conduit

Material de Aislamiento:

- Libre de halógenos

Recomendaciones:

- Acorde a la norma de instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE, artículo 332, indica que la sección transversal (calibre) mínimo de los conductores que se instalen en charola es



ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

ARTICULO 110

REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

110-1. Alcance.

Este artículo abarca los requisitos generales para inspección y aprobación, instalación y uso, acceso a y espacios alrededor de, los conductores y equipo eléctricos; envoltentes destinados al ingreso de personal e instalaciones en túneles.

110-4. Tensiones.

En toda esta NOM, las tensiones consideradas deben ser aquellas a las que funcionan los circuitos. Las tensiones utilizadas de corriente alterna son: 120, 127, 120/240, 208Y/120, 220Y/127, 240, 480Y/277, 480, 600Y/347 ó 600 volts. La tensión nominal de un equipo no debe ser menor a la tensión real del circuito al que está conectado.



ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

Tabla 310-15(b)(16).- Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS RHW-2, THHN, THHW, THHW- LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW- 2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
0.824	18 ⁰⁰	—	—	14	—	—	—
1.31	16 ⁰⁰	—	—	18	—	—	—
2.08	14 ⁰⁰	15	20	25	—	—	—
3.31	12 ⁰⁰	20	25	30	—	—	—
5.26	10 ⁰⁰	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampaicidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 30 °C.

** Véase 240-4(d) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.



ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

Tabla 310-15(b)(2)(a).- Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 30 °C.

Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:			
Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60 °C	75 °C	90 °C
10 o menos	1.29	1.20	1.15
11-15	1.22	1.15	1.12
16-20	1.15	1.11	1.08
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	-	0.58	0.71
61-65	-	0.47	0.65
66-70	-	0.33	0.58
91-75	-	-	0.50
76-80	-	-	0.41
81-85	-	-	0.29

ARTICULO 110

REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

110-14. Conexiones eléctricas.

c) Limitaciones por temperatura.

La temperatura nominal de operación del conductor, asociada con su ampacidad, debe seleccionarse y coordinarse de forma que no exceda la temperatura nominal más baja de cualquier terminal, conductor o dispositivo conectado.



ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS



	AL50FA	60°/75°C	lb-in/pulg/po
#14-#4	AWG Cu	D	35
#14-#4	AWG Cu	D	35
#12-#10	AWG Al	D	15
#12-#4	AWG Al	D	35

a. Las terminales de equipos para circuitos de 100 amperes o menos o marcadas para conductores con tamaño 2.08 mm² a 42.4 mm² (14 AWG a 1 AWG), deben utilizarse solamente en uno de los siguientes:

(1) Conductores con temperatura de operación del aislamiento de 60 °C.

(2) Conductores con temperatura de operación del aislamiento mayor, siempre y cuando la ampacidad de estos conductores se determine tomando como base la ampacidad a 60 °C del tamaño del conductor usado.

b. Las disposiciones para las terminales del equipo para circuitos con un valor nominal mayor que 100 amperes, o marcadas para conductores de tamaño mayor que 42.4 mm² (1 AWG) se deben usar solamente para uno de los siguientes:

(1) Conductores con temperatura de operación del aislamiento de 75 °C.

(2) Conductores con temperatura de operación del aislamiento mayor, siempre y cuando la ampacidad de tales conductores no exceda la ampacidad a 75 °C. Este tipo de conductores también pueden utilizarse si el equipo está aprobado e identificado para uso con tales conductores.



ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

ARTICULO 392 CHAROLAS PORTACABLES

A. Generalidades

392-1. Alcance. Este Artículo trata de los sistemas de charolas portacables, incluidos los tipos escalera, canal ventilado, fondo ventilado, fondo sólido, tipo malla y otras estructuras similares.

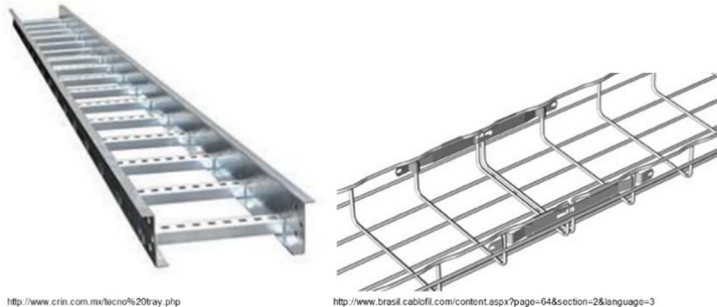


Tabla 310-15(b)(17).- Ampacidades permisibles de conductores individuales aislados para tensiones hasta e incluyendo 2000 volts al aire libre, basadas en una temperatura ambiente de 30 °C*.

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(a)]					
		60 °C		75 °C		90 °C	
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18	—	—	14	—	—	—
1.31	16	—	—	18	—	—	—
2.08	14**	25	30	35	—	—	—
3.31	12**	30	35	40	—	—	—
5.26	10**	40	50	55	—	—	—
8.37	8	60	70	80	—	—	—
13.3	6	80	95	105	60	75	85
21.2	4	105	125	140	80	100	115
26.7	3	120	145	165	95	115	130
33.6	2	140	170	190	110	135	150
42.4	1	165	195	220	130	155	175
53.5	1/0	195	230	260	150	180	205
67.4	2/0	225	265	300	175	210	235
85.0	3/0	260	310	350	200	240	270
107	4/0	300	360	405	235	280	315
127	250	340	405	455	265	315	355
152	300	375	445	500	290	350	395
177	350	420	505	570	330	395	445
203	400	455	545	615	355	425	480
253	500	515	620	700	405	485	545
304	600	575	690	780	455	545	615
355	700	630	755	850	500	595	670
380	750	655	785	885	515	620	700
405	800	680	815	920	535	645	725
456	900	730	870	960	580	700	790
507	1000	780	935	1055	625	750	845
633	1250	890	1065	1200	710	855	965
760	1500	980	1175	1325	795	950	1070
887	1750	1070	1280	1445	875	1050	1185
1013	2000	1155	1385	1560	960	1150	1295

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 30 °C.

** Véase 240-4(d) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.



ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

Tabla 310-15(b)(20).- Ampacidades de no más de tres conductores individuales aislados para Tensiones de hasta e incluyendo 2000 volts, sostenidos por un mensajero, con base en una temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(a)]			
		75 °C		90 °C	
mm ²	AWG o kcmil	Tipos RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, ZW	Tipos MI, THHN, THHW, THHW-LS THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipos RHW, XHHW	Tipos RHH, XHHW, RHW-2, XHHW-2, USE-2, ZW-2
		COBRE		ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE	
8.37	8	57	66	—	—
13.3	6	76	89	59	69
21.2	4	101	117	78	91
26.7	3	118	138	92	107
33.6	2	135	158	106	123
42.4	1	158	185	123	144
53.5	1/0	183	214	143	167
67.4	2/0	212	247	165	193
85.0	3/0	245	287	192	224
107	4/0	287	335	224	262
127	250	320	374	251	292
152	300	359	419	282	328
177	350	397	464	312	364
203	400	430	503	339	395
253	500	496	580	392	458
304	600	553	647	440	514
355	700	610	714	488	570
380	750	638	747	512	598
405	800	660	773	532	622
456	900	704	826	572	669
507	1000	748	879	612	716

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 40 °C.

ARTICULO 392 CHAROLAS PORTACABLES

392-22. Número de cables o conductores.

392-80. Ampacidad de los conductores

a) Ampacidad de cables de 2000 volts o menos, en charolas portacables

1) Cables multiconductores.

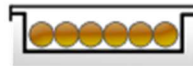
2) Cables de un solo conductor.



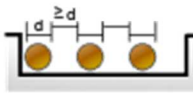
ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS



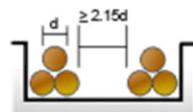
- a) > 600KCM, 75% Tabla 310-15(b)17
- b) 1/0 hasta 500KCM, 65% Tabla 310-15(b)17



- a) > 600KCM, 70% Tabla 310-15(b)17
- b) 1/0 hasta 500KCM, 60% Tabla 310-15(b)17



- a) 1/0 y mayores, Tabla 310-15(b)17



- a) 1/0 y mayores, Tabla 310-15(b)20

Imágenes:
http://catalogo.condumex.com.mx/funciones/ampacidad/fm/Rutina6_4.aspx?id_ficha=84&tipoMat=Cu&idCat=0&idEsc=0&idProp=0&idTipo=10

Cálculo de los circuitos derivados

Cargas continuas y no continuas.

- a) Circuitos derivados de hasta 600 volts

1) General. Los conductores de los circuitos derivados deben tener una ampacidad no menor que la correspondiente a la carga máxima que será alimentada. Cuando un circuito derivado suministra cargas continuas o una combinación de cargas continuas y no-continuas, el tamaño mínimo del conductor del circuito derivado, antes de la aplicación de cualquier factor de ajuste o de corrección, deberá tener una ampacidad permisible no menor que la carga no-continua más el 125 por ciento de la carga continua.

Carga continua:

Aquella cuya corriente eléctrica nominal circule durante tres horas o más

Alimentadores

1) General. Los conductores de los alimentadores deben tener una ampacidad no menor que la necesaria para suministrar energía a las cargas calculadas de acuerdo a las Partes C, D y E del Artículo 220. El tamaño mínimo del conductor del circuito alimentador antes de la aplicación de cualquier ajuste o de factores de corrección, debe tener una ampacidad permisible no menor a la carga no continua, más el 125 por ciento de la carga continua.



ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

Para otros tipos de cargas ver (NOM-001-SEDE-2005:

Cargas de motor: Art. 430-22, la corriente del conductor = 125% corriente nominal del motor

Equipos de aire: Art. 440-32, la corriente del conductor = 125% corriente nominal

Capacitores: Art. 460-8 la corriente del conductor = 135% corriente nominal

Transformadores: la corriente del conductor = 125% corriente nominal

Cargas combinadas: 210-22 (a) $I = 1.25I_{\text{mayor}} + \sum I_n$

Otros parámetros que deben tenerse en cuenta para el cálculo son:

- Temperatura
- Agrupamiento (ver tabla 310-15)

TABLA 310-15(b)(3)(a).-

Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable

Número de conductores portadores de corriente	Por ciento de valor de las tablas ajustado para la temperatura ambiente si fuera necesario
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
41 y más	35

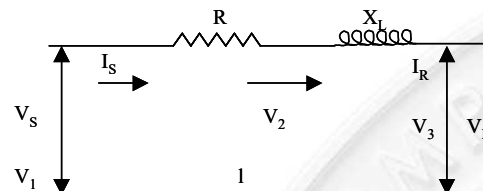
POR CAIDA DE TENSION:

El cálculo se realizara utilizando las impedancias de los conductores, en base a la tabla 9 de impedancias del NEC-2008.

$$V_1 = V_2 + V_3$$

$$V_S = V_R + I_R Z$$

$$= V_R + I_R (R + jX_L)$$



DONDE:

VS; TENSIÓN DE SUMINISTRO (L-N)

VR; TENSIÓN DE CARGA L-N

Z; IMPEDANCIA DEL CABLE

l; LONGITUD DEL CABLE

IR; CORRIENTE DE CARGA



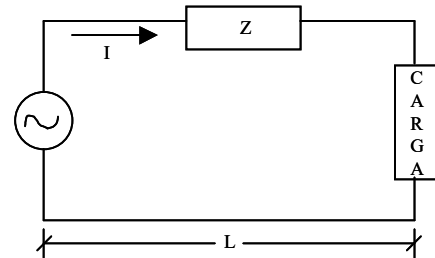
ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

$$e = I(2L)Z ;$$

$$Z = R\cos\theta + X_L\text{Sen}\theta$$

$$e = 2LI(R\cos\theta + X_L\text{Sen}\theta)$$

$$e\% = \frac{e(100)}{V_{fn}}$$



PARA CIRCUITOS MONOFASICOS

$$e\% = \frac{(200)(L)(I)(R\cos\theta + X_L\text{Sen}\theta)}{V_{fn}}$$

PARA CIRCUITOS TRIFÁSICOS

$$e = (\sqrt{3})(I)(L)(Z)$$

$$e\% = \frac{(173)(L)(I)(R\cos\theta + X_L\text{Sen}\theta)}{V_{ff}}$$

$$e\% = \frac{(173)(L)(I)(Z)}{V_{ff}}$$

DONDE:

- e % ; Caída de tensión en por ciento
- I; Intensidad de corriente en Amperes
- L; Longitud del circuito en Km.
- Z; Impedancia del cable conductor
- Vff; Voltaje entre fases
- Vfn; Voltaje de Fase a Neutro



ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

TABLA 9 NEC
AC Resistance and Reactance for 600v Cables, 3-Phase 60 Hz, 75°C (167°F)
Three Single Conductors in Conduit
OHMS to Neutral per 1000 meters

CALIBRE AWG O MCM	XL		RCA			ZA A 0.90 DE FACTOR DE POTENCIA PARA CABLES DE COBRE		
	CONDUIT PVC o AL	CONDUIT METALICO	CONDUIT DE PVC	CONDUIT DE ALUMINIO	CONDUIT METALICO	CONDUIT DE PVC	CONDUIT DE ALUMINIO	CONDUIT METALICO
14	0.190289	0.239501	10.170604	10.170604	10.170604	9.236488	9.257939	9.257939
12	0.177165	0.223097	6.561680	6.561680	6.561680	5.982736	6.002758	6.002758
10	0.164042	0.206693	3.937008	3.937008	3.937008	3.614811	3.633402	3.633402
8	0.170604	0.213255	2.559055	2.559055	2.559055	2.377514	2.396105	2.396105
6	0.167323	0.209974	1.607612	1.607612	1.607612	1.519785	1.538376	1.538376
4	0.157480	0.196850	1.017060	1.017060	1.017060	0.983998	1.001159	1.001159
3	0.154199	0.193570	0.820210	0.820210	0.820210	0.805403	0.822564	0.822564
2	0.147638	0.187008	0.623360	0.656168	0.656168	0.625377	0.672066	0.672066
1	0.150919	0.187008	0.492126	0.524934	0.524934	0.508697	0.553956	0.553956
1/0	0.144357	0.180446	0.393701	0.426509	0.393701	0.417254	0.462513	0.432985
2/0	0.141076	0.177165	0.328084	0.328084	0.328084	0.356769	0.372500	0.372500
3/0	0.137795	0.170604	0.252625	0.269029	0.259186	0.287426	0.316490	0.307632
4/0	0.134514	0.167323	0.203412	0.219816	0.206693	0.241704	0.270769	0.258958
250	0.134514	0.170604	0.170604	0.187008	0.177165	0.212177	0.242672	0.233813
300	0.134514	0.167323	0.144357	0.160761	0.147638	0.168555	0.217619	0.205808
350	0.131234	0.164042	0.124672	0.141076	0.127953	0.169408	0.198473	0.186662
400	0.131234	0.160761	0.108268	1.246719	0.114829	0.154644	1.192121	0.173421
500	0.127953	0.157480	0.088583	0.104987	0.095144	0.135498	0.163132	0.154274
600	0.127953	0.157480	0.075459	0.091864	0.082021	0.123687	0.151321	0.142463
750	0.124672	0.157480	0.062336	0.078740	0.068898	0.110446	0.139510	0.130652
1000	0.121391	0.150919	0.049213	0.062336	0.059055	0.097204	0.121886	0.118934

Tabla de la Resistencia y Reactancia Obtenidas de la Tabla 9 del NEC

Tabla 9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.

Tres conductores individuales en un tubo conduit.

Área mm ²	Tamaño (AWG o kcmil)	Ohms al neutro por kilómetro														
		X_L (Reactancia) para todos los conductores		Resistencia en corriente alterna para conductores de cobre sin recubrimiento			Resistencia en corriente alterna para conductores de aluminio			Z eficaz a FP = 0.85 para conductores de cobre sin recubrimiento			Z eficaz a FP = 0.85 para conductores de aluminio			
		Conduit de PVC o Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	
2.08	14	0.190	0.240	10.2	10.2	10.2	—	—	—	8.9	8.9	8.9	—	—	—	
3.31	12	0.177	0.223	6.6	6.6	6.6	—	—	—	5.6	5.6	5.6	—	—	—	
5.26	10	0.164	0.207	3.9	3.9	3.9	—	—	—	3.6	3.6	3.6	—	—	—	
8.36	8	0.171	0.213	2.56	2.56	2.56	—	—	—	2.26	2.26	2.30	—	—	—	
13.30	6	0.167	0.210	1.61	1.61	1.61	2.66	2.66	2.66	1.44	1.48	1.48	2.33	2.36	2.36	
21.15	4	0.157	0.197	1.02	1.02	1.02	1.67	1.67	1.67	0.95	0.95	0.98	1.51	1.51	1.51	
26.67	3	0.154	0.194	0.82	0.82	0.82	1.31	1.35	1.31	0.75	0.79	0.79	1.21	1.21	1.21	
33.62	2	0.148	0.187	0.62	0.66	0.66	1.05	1.05	1.05	0.62	0.62	0.66	0.98	0.98	0.98	
42.41	1	0.151	0.187	0.49	0.52	0.52	0.82	0.85	0.82	0.52	0.52	0.52	0.79	0.79	0.82	
53.49	1/0	0.144	0.180	0.39	0.43	0.39	0.66	0.69	0.66	0.43	0.43	0.43	0.62	0.66	0.66	
67.43	2/0	0.141	0.177	0.33	0.33	0.33	0.52	0.52	0.52	0.36	0.36	0.36	0.52	0.52	0.52	
85.01	3/0	0.138	0.171	0.253	0.269	0.259	0.43	0.43	0.43	0.289	0.302	0.308	0.43	0.43	0.46	
107.2	4/0	0.135	0.167	0.203	0.220	0.207	0.33	0.36	0.33	0.243	0.256	0.262	0.36	0.36	0.36	
127	250	0.135	0.171	0.171	0.187	0.177	0.279	0.295	0.282	0.217	0.230	0.240	0.308	0.322	0.33	
152	300	0.135	0.167	0.144	0.161	0.148	0.233	0.249	0.236	0.194	0.207	0.213	0.269	0.282	0.289	
177	350	0.131	0.164	0.125	0.141	0.128	0.200	0.217	0.207	0.174	0.190	0.197	0.240	0.253	0.262	
203	400	0.131	0.161	0.108	0.125	0.115	0.177	0.194	0.180	0.161	0.174	0.184	0.217	0.233	0.240	
253	500	0.128	0.157	0.089	0.105	0.095	0.141	0.157	0.148	0.141	0.157	0.164	0.187	0.200	0.210	
304	600	0.128	0.157	0.075	0.092	0.082	0.118	0.135	0.125	0.131	0.144	0.154	0.167	0.180	0.190	
380	750	0.125	0.157	0.062	0.079	0.069	0.095	0.112	0.102	0.118	0.131	0.141	0.148	0.161	0.171	
507	1000	0.121	0.151	0.049	0.062	0.059	0.075	0.089	0.082	0.105	0.118	0.131	0.128	0.138	0.151	

Notas:

1. Estos valores se basan en las siguientes constantes: conductores del tipo RHH con trenzado de Clase B, en configuración acunada. La conductividad de los alambres es del 100 por ciento IACS para cobre y del 61 por ciento IACS para aluminio; la del conduit de aluminio es del 45 por ciento IACS. No se tiene en cuenta la reactancia capacitiva, que es insignificante a estas tensiones. Estos valores de resistencia sólo son válidos a 75 °C y para los parámetros dados, pero son representativos para los tipos de alambres para 600 volts que operen a 60 Hz.

2. La impedancia (Z) eficaz se define como $R \cos(\theta) + X \sin(\theta)$, en donde θ es el ángulo del factor de potencia del circuito. Al multiplicar la corriente por la impedancia eficaz se obtiene una buena aproximación de la caída de tensión de línea a neutro. Los valores de impedancia eficaz de esta tabla sólo son válidos con un factor de potencia de 0.85. Para cualquier otro factor de potencia (FP) del circuito, la impedancia eficaz (Ze) se puede calcular a partir de los valores de R y XL dados en esta tabla, como sigue: $Z_e = R \times FP + X_L \sin[\arccos(FP)]$.



ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

Consultar en ICREA Std-131-2021

420.3 Acometidas y Alimentadores Eléctricos

420.3.1 Calibre del alimentador

420.4 Circuitos Derivados

420.4.1 Calibre de conductores:

420.4.2 Código de colores e identificación

420.4.3 Tipos de aislamientos permitidos

420.4.4 Longitud del circuito



Alambres y Cables para Baja Tensión

Cables Cero Halógenos



600 V
90°C

DESCRIPCIÓN GENERAL

Cable formado por un conductor de cobre suave, aislamiento y cubierta termofijos de etileno propileno (EPR) y polietileno respectivamente.

ESPECIFICACIONES

- NOM-001-SEDE Instalaciones eléctricas (utilización).
- NOM-063-SCFI Productos eléctricos - conductores - requisitos de seguridad.
- NMX-J-492-ANCE Cables de energía para baja tensión, no propagadores de incendio, de baja emisión de humos y sin contenido de halógenos, 600 V 90°C.

PRINCIPALES APLICACIONES

- Por su excelente comportamiento, estos cables se usan en instalaciones donde se requiera máxima seguridad en condiciones de incendio, tales como: centrales eléctricas, lugares de alta concentración pública, embarcaciones marítimas, etc.
- Por la seguridad que ofrecen, son instalados en los circuitos de sistemas de transporte colectivo (metro). Pueden instalarse en charolas o tubería conduit y en instalaciones subterráneas o expuestas a la luz solar, en lugares húmedos o secos.
- Aprobados para usarse en charolas, portan la marca SR y CT según requisitos de la NOM-001-SEDE.

CARACTERÍSTICAS

- Tensión máxima de operación: 600 V.
- Temperaturas máximas de operación en el conductor:
 - 90°C En ambiente seco, húmedo y mojado.
 - 130°C En emergencia.
 - 250°C En corto circuito.
- Nota: La condición de emergencia se limita a 1 500 h acumulativas durante la vida del cable y no más de 100 h en periodos de doce meses consecutivos. Las condiciones de corto circuito en el conductor se basan en lo indicado por la norma ICEA T-32-382.

VENTAJAS

- Satisfacen la prueba de no propagación de incendio (NMX-J-093), de baja emisión de humos (NMX-J-474) y de bajo contenido de gas ácido (NMX-J-472).
- Su aislamiento y cubierta termofijos ofrecen mayor estabilidad térmica.

Copyright © 2012 Condutores Monterrey S.A. de C.V. Derechos reservados. www.viakon.com



ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

Ver 420.4.5 Contactos (Toma Corrientes) y Clavijas en ICREA Std-131-2021

Safety Devices
Straight Blade Isolated Ground
Receptacle Features and Benefits

Wrap-around, locked on brass mounting strap provides additional support strength for receptacle assembly.

Green grounding screw connected directly to the grounding contacts.

Insulation barrier construction – first patented by Hubbell – isolates ground contacts from the mounting strap.

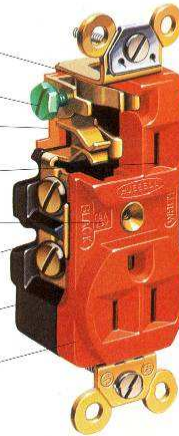
Straight blade 15A and 20A, 125V duplex receptacles are available in a choice of colors: orange, gray and ivory.

Amperage and voltage clearly indicated.

Back- and side-wiring capability provides easy installation with stranded or solid wire.

Dimensionally stable, reinforced thermoplastic polyester provides impact strength in addition to heat and flame resistance.

Impact-resistant nylon face.



342. Tubo conduit metálico semipesado tipo IMC (Intermediate Metal Conduit)



344. Tubo conduit metálico pesado tipo RMC (Rigid Metal Conduit)



348. Tubo conduit metálico flexible tipo FMC (Flexible Metal Conduit)



350. Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFMC (Liquidtight Flexible Metal Conduit)





ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

352. Tubo conduit rigido de Policloruro de Vinilo tipo PVC (Polyvinyl Chloride Conduit)



Ejemplo 1

Se tiene un transformador trifásico de aislamiento de 112.5kva, 480-277Y/120 V, el cual está a una longitud de separación de 225 metros del tablero de distribución que lo alimenta. El alimentador viajara en tubería conduit pared gruesa galvanizado. Se requiere una caída de tensión no mayor a 3%. Calcule el alimentador del lado de 480V.

a) Calculo por ampacidad

$$I_n = \frac{112.5}{(1.732 \times 0.48)} = 135.32 A$$

$$I_{conductor} = 1.25 \times 135.32 = 169.15 A$$

De acuerdo a la tabla 310-15(b)(16), correspondería un cable 2/0 AWG.

b) Por caída de tensión:

Se calculará por la fórmula:

$$e\% = \frac{173ILZ}{V_{ff}}$$

Despejando Z:

$$Z = \frac{V_{ff}(e\%)}{173IL} \quad \text{Sustituyendo:}$$

$$Z = \frac{480(3)}{173(135.32)(0.225)} = 0.273383$$



ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

De acuerdo con la tabla 9 del NEC, correspondería un cable 4/0.
Recalculando para cable 4/0, con una impedancia $Z = 0.258958$

$$e\% = \frac{173(135.22)(0.225)(0.258958)}{480} = 2.83\%$$

Por lo anterior como el calibre por caída de tensión es mayor, el alimentador queda:

1-4/0 por fase.

Ejemplo 2

Se tiene un transformador trifásico de aislamiento de 300kva, 400-208Y/120 V, el cual esta a una longitud de separación de 75 metros del tablero de distribución que lo alimenta. El alimentador viajara en tubería conduit pared gruesa galvanizado. Se requiere una caída de tensión no mayor a 2%. Calcule el alimentador.

a) Calculo por ampacidad

$$I_n = \frac{300}{(1.732 \times 0.4)} = 433.01 A$$

$$I_{conductor} = 1.25 \times 433.01 = 541.26 A$$

De acuerdo a la tabla 310-15(b)(16), correspondería un cable 1000 KCM

Debido a las dimensiones del conductor de 1000 KCM Se buscará un arreglo para llevar 4 conductores por fase.

Primero deberá dividirse la I_n por 4, que es el número de conductores.

$$I_n = \frac{433.01}{4} = 108.25 A$$

Por caída de tensión, se calcula por la fórmula:

$$e\% = \frac{173ILZ}{V_{ff}} \quad \text{Despejando Z:} \quad Z = \frac{V_{ff}(e\%)}{173IL}$$

sustituyendo:

$$Z = \frac{400(2)}{173(108.25)(0.075)} = 0.5625$$



ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

De acuerdo con la tabla 9 del NEC, correspondería un cable 1/0.

Recalculando para cable 4/0, con una impedancia $Z = 0.432985$

$$e\% = \frac{173(108.25)(0.075)(0.432985)}{400} = 1.52\%$$

Por lo anterior como el calibre por caída de tensión es mayor, el alimentador queda: **4-1/0 por fase.**

Cuadro de carga

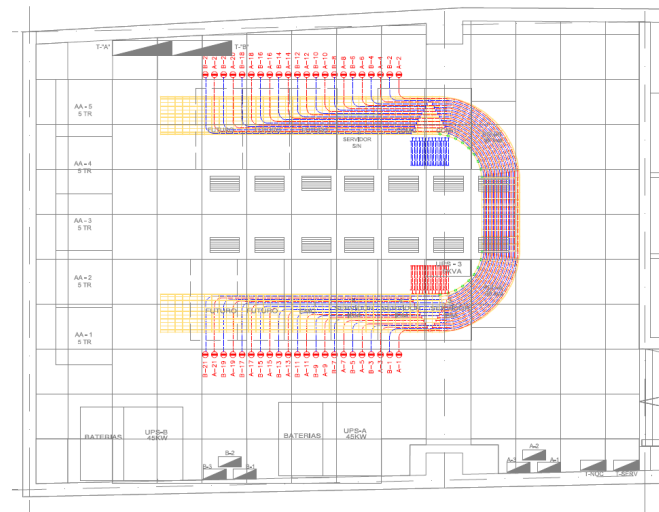
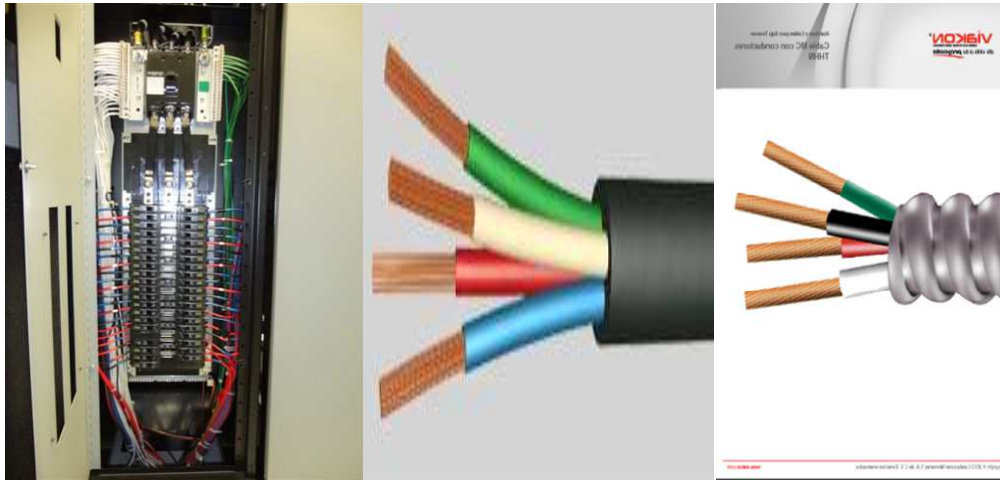
COESA		PROYECTO: CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS - GSI				FECHA: ENERO DE 2013		ELABORO: OCC		REVISO: ERA		REV: 0		UBICACION: CUARTO ELECTRICO																					
Ingeniería Electrónica Especializada		EQUIPO: T-"B" - Tablero "B"				TENSION: 220 127 V		FASES: 3 F.P.: 0.9		Mca: SQUARE D		Cat: I-LINE LA400M1B																							
UBICACION	EQUIPO	FASES	TENSION (V)	CARGA INSTALADA (kW)	F.D.	CARGA DEMANDADA (kW)	I NOM (A/MP)	I CAL (A/MP)	INTERRUPTOR			CALCULO POR AMPACIDAD				ALIM. POR CAIDA DE TENSION				ALIMENTADOR DEFINITIVO															
									TPO	CAP. NOM. P.X.A.	MARCO	CAP. INT. (KA)	Factores de Correccion	Correccion por T y A	I Cond 125%	Calibre por Tab. AWG/CM	C MAX (%)	L (m)	Z	Calibre AWG / KCM	Calibre AWG / KCM	Corr. Por Fase	Z	% Real	Nº. De Hubs	Seccion Trans. con aislamiento (mm²)	Diámetro con aislamiento (mm)	Cable Puerta Tierra	Seccion Trans. Destrujo PAT (mm²)	Diámetro Cable Destrujo PAT (mm)	Area necesaria (mm²)	Especc. necesario (mm²)	T.P. O	MM	
DERIVADOS																																			
CPD	AA-3	3	220	25.00	1.00	25.00	81.65	102.56	TERMI	3PX100	1150	25	1.00	1.00	81.65	102.06	1/0	3.00	20	2.3335	6	1/0	1	0.417254	0.54	3	143.00	13.50	8	10.8	3.71	439.50	56.74	T	41
CPD	AA-4	3	220	25.00	1.00	25.00	81.65	102.56	TERMI	3PX100	1150	25	1.00	1.00	81.65	102.06	1/0	3.00	20	2.3335	6	1/0	1	0.417254	0.54	3	143.00	13.50	8	10.80	3.71	439.50	56.74	T	41
CPD	AA-5	3	220	25.00	1.00	25.00	81.65	102.56	TERMI	3PX100	1150	25	1.00	1.00	81.65	102.06	1/0	3.00	20	2.3335	6	1/0	1	0.417254	0.54	3	143.00	13.50	8	10.80	3.71	439.50	56.74	T	41
CPD	UPB-2	3	220	45.00	1.00	22.50	65.61	85.29	TERMI	3PX200	2300	25	1.00	1.00	65.61	85.29	3/0	3.00	9	7.2599	10	3/0	1	0.287426	0.12	3	201.00	16.00	6	17.20	4.67	620.20	71.07	T	53
CPD	TVSS	3	220	-	1.00	-	-	-	TERMI	3PX100	1150	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	1	-	-	5	28.20	5.99	10	6.82	0.97	147.52	25.82	T	27
TOTAL																																			
3		220	129.00	0.61	75.50	228.51	310.74	TERMI	3PX400	1400	42																								

- 1- LOS INTERRUPTORES DERIVADOS ESTAN CALCULADOS EN BASE AL 125% DE LA CARGA CONTINUA MAS EL 100% DE LA CARGA NO CONTINUA
- 2- LAS CAPACIDADES INTERRUPTIVAS INDICADAS CORRESPONDEN A LAS NORMALIZADAS A 240VCA EN EQUIPOS MARCA SQUARE D
- 3- NO SE PERMITE LA INSTALACION DE MONOCONDUCTORES CON CALIBRES MENORES A 4 (21.15 mm²) EN CHAROLAS
- 4- CABLE DE PUESTA A TIERRA: # - 2#1000; # - 9#1000
- 5- T.P. G.G. = TUBO CONSULT PARED GRUESA GARANTIZADA
- 6- LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LOS CONDUCTORES ESTA TOMADA DE LA TABLAS 310-15 Y A-310-2 DE LA NOM-001-SEDE-2005. INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION)
- 7- EL FACTOR DE AGRUPAMIENTO ESTA BASADO EN LO INDICADO EN LA TABLA 310-15 G) FACTORES DE AJUSTE PARA MAS DE TRES CONDUCTORES NOM-001-SEDE-2005. INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION)





ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS





ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

Consultar en ICREA Std-131-2021

- 420.1.7.1 Configuración general para NIVEL I*
- 420.1.7.2 Configuración general para NIVEL II*
- 420.1.7.3 Configuración general para NIVEL III*
- 420.1.7.4 Configuración general para NIVEL IV*
- 420.1.7.5 Configuración general para NIVEL V*

International
Computer
Room
Experts
Association



CERTIFICACIÓN - CCRD

Certified Computer Room Designer

CAPÍTULO VI

T E M A

Seguridad

– *Sistema Contra Incendio*





SISTEMA CONTRA INCENDIO

Objetivo general:

Contar con criterios importantes al momento de evaluar los diferentes diseños de los sistemas de seguridad para un centro de cómputo.

Contenido

- | | |
|--|---------------|
| 1. Detección y extinción de incendios | Capítulo VI |
| 2. Control de acceso | Capitulo VII |
| 3. Circuito cerrado de televisión (CCTV) | Capitulo VIII |

¿Por qué instalar sistemas de seguridad en un Datacenters?

Brinda sensación de seguridad e intimida a las personas con malas intenciones.



- Se monitorean todas las áreas en tiempo real.
- Minimizan el error humano. (Llaves)
- Se optimizan los procesos, tiempos y recursos. (Minutas)



SISTEMA CONTRA INCENDIO

- Facilita la toma de registros, trazabilidad e históricos.
- Reducen los problemas de suplantación de identidades.
- Se mitigan riesgos (armas, explosivos).
- Baja el costo en las pólizas.

REGLAMENTACIÓN Normas Internacionales

- ICREA capítulo 440.
- NFPA 72 Sistemas de Alarmas y detección.
- NFPA 75 Protección de incendios para CPD.
- NFPA 10 Extintores portátiles.
- NFPA 2001 Agentes limpios.

Leyes o Normas locales.

- Bomberos.

De manera muy sencilla, podemos decir que el fuego se produce al existir la combinación de tres elementos:

- Calor
- Oxígeno
- Combustible





SISTEMA CONTRA INCENDIO

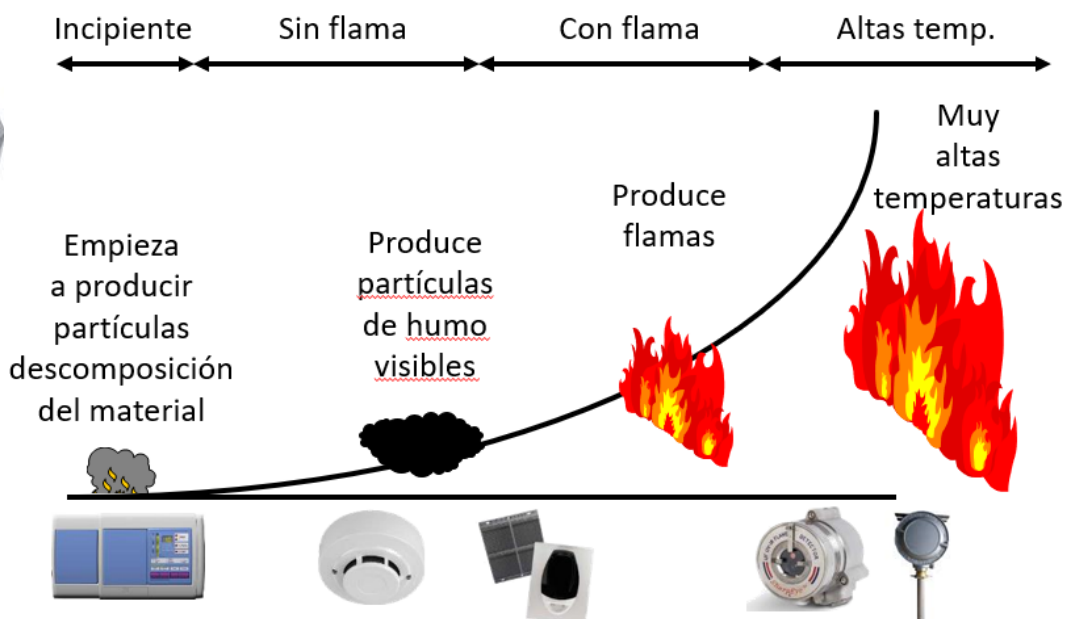


Figura 1.2.1 Etapas de un incendio

Tipos de fuego comunes.

Fuego clase "A". - Fuego en materiales combustibles ordinarios, como madera, tela, papel, hule, tapiz, alfombras y plásticos.

Fuego clase "B". - Fuego en líquidos inflamables, aceites, grasas, alquitrán, pinturas, lacas, gasolina y gases inflamables.

Fuego clase "C". - Generalmente los fuegos clase "C" están relacionados con equipo eléctrico como los equipos de aire acondicionado, motores, compresores y equipos de calefacción.



440.1.2 Requerimientos para diferentes niveles:

NIVEL I:

- Sistemas contra fuego: Extintores manuales.
- Resistencia al fuego de muros, techos y puertas deberá ser F60.

NIVEL II:

- Sistemas contra fuego: detección convencional y extintores manuales.
- Resistencia al fuego de muros, techos y puertas deberá ser F60. NIVEL III:

- Sistemas contra fuego: detección centralizada y cruzada con extinción automática.
- Resistencia al fuego de muros, techos y puertas deberá ser F90.

NIVEL IV:

- Sistemas contra fuego: detección centralizada y cruzada con extinción automática.
- Resistencia al fuego de muros, techos y puertas deberá ser F90.
- Detección temprana.

NIVEL V:

- Sistemas contra fuego: detección centralizada y cruzada con extinción automática.
- Resistencia al fuego de muros, techos y puertas deberá ser F120.
- Detección temprana.



Art. 440.2.2 Muebles dentro de la sala:

“El mobiliario dentro del ambiente de Tecnologías de la Información deberá ser de material antiestático, no combustible y no contendrá PVC.”



Art. 440.2.3 Depósitos de basura dentro de la Sala:

“Los depósitos de basura dentro del ambiente de Tecnologías de la Información deberán ser de material no combustible.”





440.2.6 Iluminación de respaldo:

Se deberá 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 CPD en caso de algún incidente.



440.3.2. Puertas de emergencia las cuales:

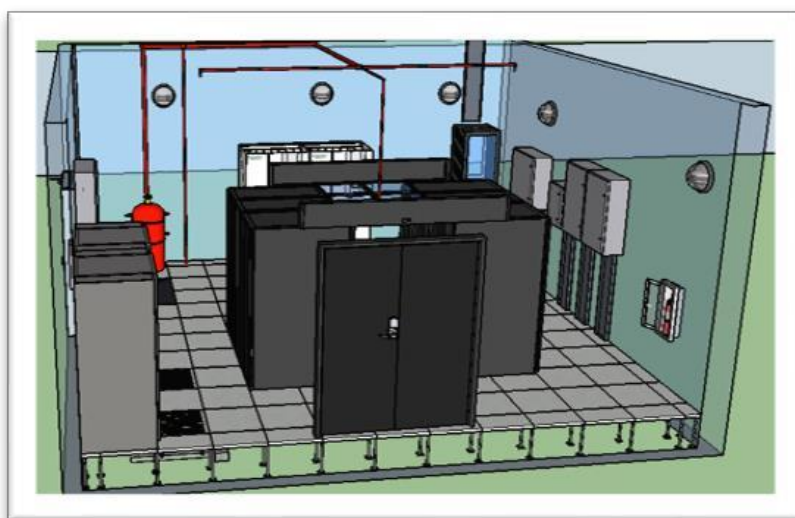
- Deben estar monitoreadas.
- Deben tener un gato hidráulico o cierrapuertas automático.
- No deben estar aseguradas.
- Deben tener una alarma en caso de ser abiertas.
- Deben estar señalizadas.
- No deben permitir el acceso desde el exterior.
- Deben tener barra antipánico.
- Deben ser libres de obstáculos.
- *Una puerta por cada 99 mt² y opuesta al acceso principal del CPD.*





440.4.3 Zonas a proteger:

El sistema de detección de fuego deber ser instalado de manera que proteja el ambiente, el plénium del techo y el plénium de inyección bajo Piso Técnico y deberá cumplir con lo establecido en 410.4.13.



17.7.3.5 Pisos elevados y cielorrasos suspendidos. Los espacios debajo de pisos elevados y por encima de cielorrasos suspendidos deben ser tratados como salas separadas a los fines del espaciamiento de detectores de humo. Los detectores instalados debajo de pisos elevados o por encima de cielorrasos suspendidos, o ambos, incluidos los pisos elevados y cielorrasos suspendidos utilizados para el aire ambiental, no deben utilizarse en lugar de proveer detección dentro de la sala.





Configuración típica de un panel de incendios



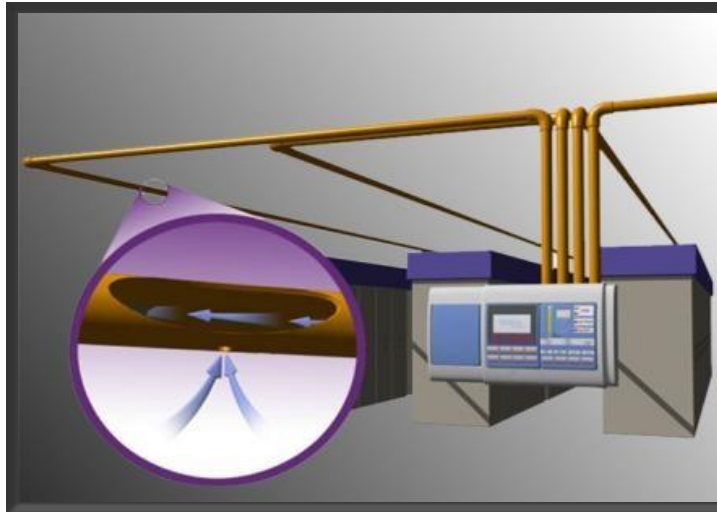
440.4.1 Detección Temprana:

Para IV y V se debe contar con detección temprana.

En los casos de NIVEL I, II y III si los conductores eléctricos no cuentan con aislamientos tipo LSOH (Baja emisión de humos y cero halógenos), se deberá instalar un sistema de detección temprana.

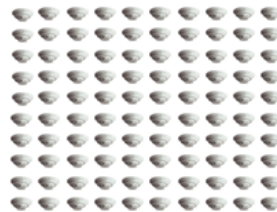
Para cumplir con una detección completa se debe instalar detección temprana en los ductos de retorno.

La protección se deberá aplicar también a las áreas de equipos de tableros eléctrico y UPS, PDU, baterías y cintotecas.



Detección por aspiración

Son detectores de línea que utilizan un tubo y orificios.





Velocidad máxima de detección

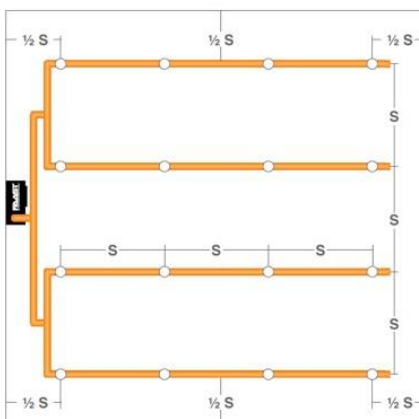
Es necesario, de acuerdo a las especificaciones del fabricante, validar la velocidad máxima a la que trabaja el detector

Lo indicado por UL: la velocidad máxima de un detector de aspiración para una correcta detección es de:

$$1 \text{ fpm (feet per minute) to m/s} = 0.00508 \text{ m/s}$$

$$4000 \text{ fpm} = 20,32 \text{ m/s}$$

Detección por aspiración



EN54-20 Clase A

Design Classifications			
Classification Type	Area Per Sample Port	Maximum Spacing Between Ports (S)	Maximum Spacing From Wall (1/2 S)
VEWFD	200 sq ft. (18.5 sq. m)	14 ft (4.26 m)	7ft (2.13 m)
EWFD	400 sq ft (37 sq. m)	20 ft (6.1 m)	10ft (3.04 m)
SFD	900 sq ft. (84 sq. m)	30ft (9.14 m)	15ft (4.57 m)



Detección por aspiración

NFPA Regulatory Requirements			
	VEWFD	EWFD	SFD
Sample Port Spacing	200 sq. ft. (18.5 sq. m)	400 sq. ft. (37 sq. m)	900 sq. ft. (83.6 sq. m)
Transport Time	60 Seconds	90 Seconds	120 Seconds
Pre-Alarm	0.2% obs/ft. (0.6 obs/m)	N/A	N/A
Alarm	1.0% obs/ft. (3.1% obs/m)	1.5% obs/ft. (4.6% obs/m)	N/A

Se debe contar con sistemas de detección temprana en los retornos de aire (Las perforaciones deberán tener un ángulo de 20° a 45° las manejadores separación de 60 cm con sentido del flujo de aire).





Detector fotoeléctrico por reflexión de luz

Un fotodiodo emisor de luz proyecta un haz en un lado de la cámara del sensor y al ser reflejado este haz por las partículas de humo presentes se genera la señal de alarma.

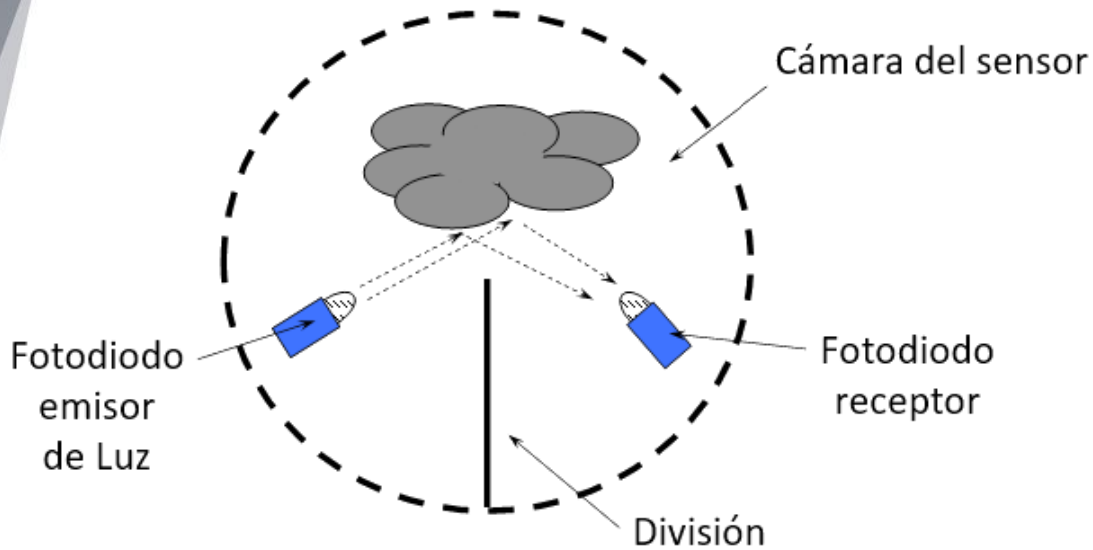


Figura 2.2.2 Operación del Detector Fotoeléctrico por reflexión de luz

440.4.2 Detección convencional:

Para la distribución e instalación de detectores se deberá tomar como base la norma NFPA 72.

NFPA 72 A-2-5.2.1.5 Montaje de los detectores de humo – Espacio de aire muerto.

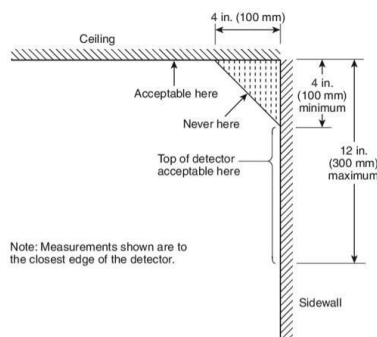


FIGURE A.17.6.3.1.3.1 Example of Proper Mounting for Heat Detectors.

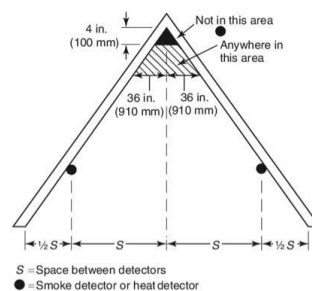


FIGURE A.17.6.3.4(a) Smoke or Heat Detector Spacing Layout, Sloped Ceilings (Peaked Type).



440.4.2 Detección convencional:

17.7.1.8* Los detectores de humo no deben instalarse si cualquiera de las siguientes condiciones existiese, salvo que estuviesen específicamente diseñados y certificados para estas condiciones esperadas:

- (1) Temperaturas por debajo de los 32°F (0°C)
- (2) Temperaturas por encima de los 100°F (38°C)
- (3) Humedad relativa por encima del 93 por ciento
- (4) Velocidad del aire superior al 300 pies/min. (1.5 m/s)



17.7.3.5 Pisos elevados y cielorrasos suspendidos. Los espacios debajo de pisos elevados y por encima de cielorrasos suspendidos deben ser tratados como salas separadas a los fines del espaciamiento de detectores de humo. Los detectores instalados debajo de pisos elevados o por encima de cielorrasos suspendidos, o ambos, incluidos los pisos elevados y cielorrasos suspendidos utilizados para el aire ambiental, no deben utilizarse en lugar de proveer detección dentro de la sala.

17.7.4 Calefacción, ventilación y aire acondicionado (heating, ventilating and air conditioning o HVAC).

17.7.4.1* En los espacios servidos por sistemas de manejo de aire, los detectores no deben ubicarse en donde el flujo de aire impida el funcionamiento de los detectores.

17.7.4.2 En los espacios por debajo del piso falso y por encima del cielorraso que se utilizan como plenums de HVAC, los detectores deben listarse para el ambiente anticipado tal como lo requiere 17.7.1.8. Los espaciamientos y las ubicaciones del detector deben seleccionarse en base a los patrones de flujo de aire anticipado y tipo de incendio.



Table A.17.7.1.8 Environmental Conditions that Influence Smoke Detector Response

Detection Protection	Air Velocity >300 ft/min (>91.44 m/min)	Altitude >3000 ft (>914.4 m)	Humidity >93% RH	Temperature <32°F >100°F (<0°C >37.8°C)
Ion	X	X	X	X
Photo	O	O	X	X
Beam	O	O	X	X
Air sampling	O	O	X	X

X: Can affect detector response. O: Generally does not affect detector response.



NFPA 72 A.17.7.3.2.2 Instalaciones de montaje, permitidas (superior) y no permitidas (inferior).

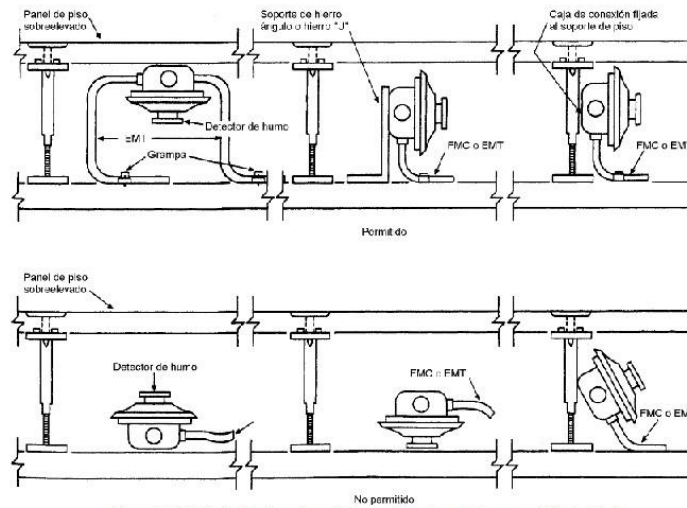


Figura A-5-3.4.3.2 - Instalaciones de montaje, permitidas (superior) y no permitidas (inferior).

NFPA 72 17.7.6.3.3.2 Espaciamiento de los detectores

17.7.6.3.3.2 Donde deba ajustarse el espaciamiento para el flujo de aire, el espaciamiento de los detectores de humo de tipo puntual debe ser ajustado de acuerdo con lo especificado en la Tabla 17.7.6.3.3.2 o en la Figura 17.7.6.3.3.2 antes de efectuar ningún otro ajuste en el espaciamiento requerido por el presente Código.

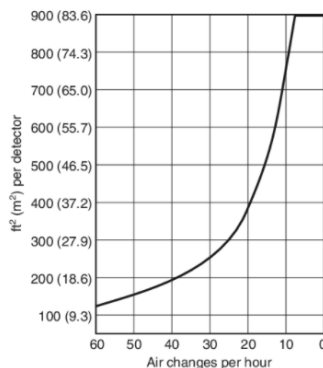


FIGURE 17.7.3.3.2 High Air Movement Areas (Not to Be Used for Under-Floor or Above-Ceiling Spaces).

Table 17.7.6.3.3.2 Smoke Detector Spacing Based on Air Movement (Not to Be Used for Under-Floor or Above-Ceiling Spaces)

Minutes per Air Change	Air Changes per Hour	Spacing per Detector	
		ft ²	m ²
1	60	125	12
2	30	250	23
3	20	375	35
4	15	500	46
5	12	625	58
6	10	750	70
7	8.6	875	81
8	7.5	900	84
9	6.7	900	84
10	6	900	84



NFPA 72 Espaciamiento de los detectores

1 CFM -> 1,69 m³/h

Validar la cantidad de CFMs por cada aire.

Sumar los CFMs de los aires prendidos = Total de CFMs

Ejemplo 4 aires c/u de 10.000 CFMs total 40.000 CFMs

1 CFM -> 1,69 m³/h
40000 CFM -> X

Cambios de aire = m³/h / Volumen del cuarto máquina

NFPA 72 5-3.6.6.3 Espaciamiento de los detectores

Ejercicio:

Medidas del cuarto: alto 5 mts, ancho 17 mts, profundidad 19 mts.

Aires: 8 máquinas de 12000 CFMs y están 4 prendidas.

1. Calcular el espaciamiento de los sensores de acuerdo con la tabla de cambios de aire.
2. Que distancia debe existir entre cada sensor.
3. Que pasa si supera los cambios de aire máximos de la tabla.

Cambios de aire = m³/h / Volumen del cuarto m³

Table 17.7.6.3.3.2 Smoke Detector Spacing Based on Air Movement (Not to Be Used for Under-Floor or Above-Ceiling Spaces)

Minutes per Air Change	Air Changes per Hour	Spacing per Detector	
		ft ²	m ²
1	60	125	12
2	30	250	23
3	20	375	35
4	15	500	46
5	12	625	58
6	10	750	70
7	8.6	875	81
8	7.5	900	84
9	6.7	900	84
10	6	900	84

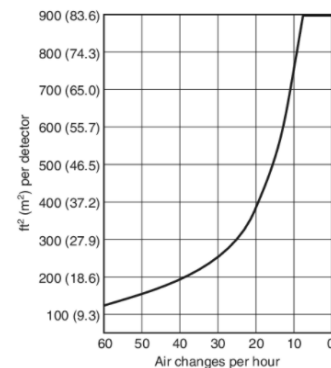
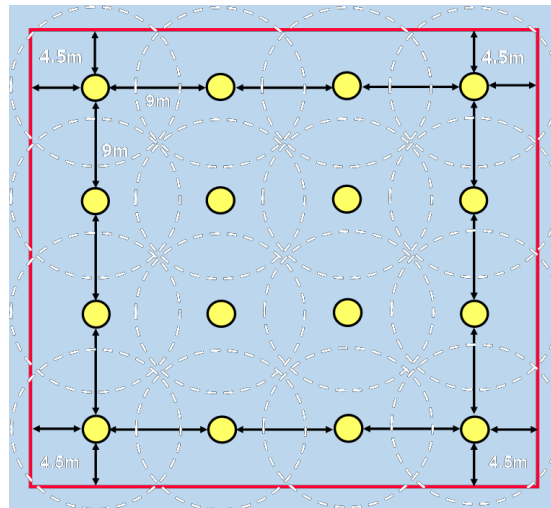


FIGURE 17.7.3.3.2 High Air Movement Areas (Not to Be Used for Under-Floor or Above-Ceiling Spaces).



Separación de Detectores de Humo



Detección de hidrogeno

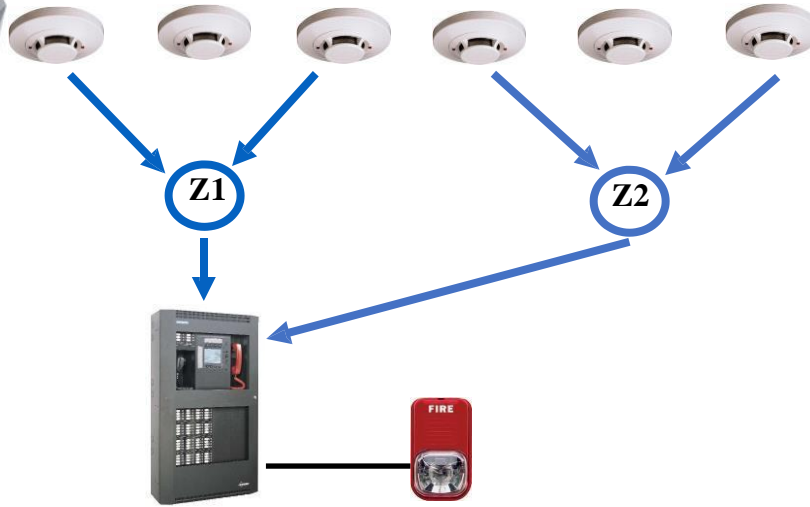
Para los Niveles III, IV y V el cuarto de baterías deberá contar con sensores de hidrogeno.

El porcentaje de hidrogeno no debe ser mayor al 2% del volumen de la masa de aire del cuarto.

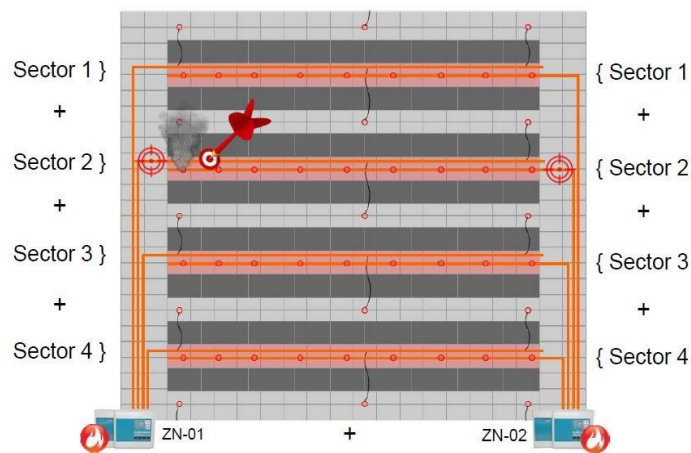




Detección cruzada detector puntual



Detección cruzada sistema de aspiración





NFPA 72 23.6.1 Diagrama de Detectores de Humo Energizados desde los Circuitos (de dos Conductores) para Circuitos de Dispositivos Iniciadores Estilos A, B

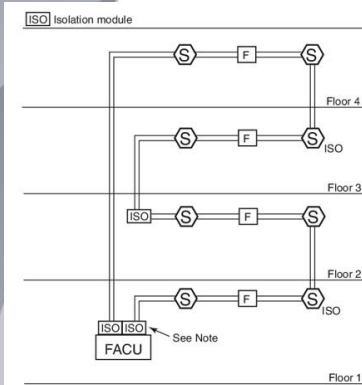


FIGURE A.23.6.1(b) Class A Isolation Method.

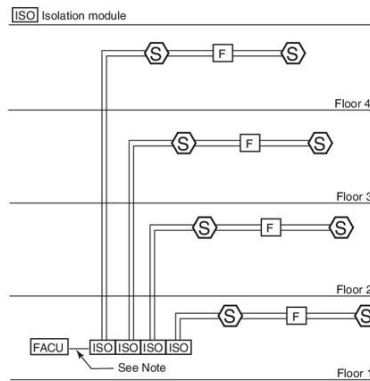


FIGURE A.23.6.1(a) Class B Isolation Method.

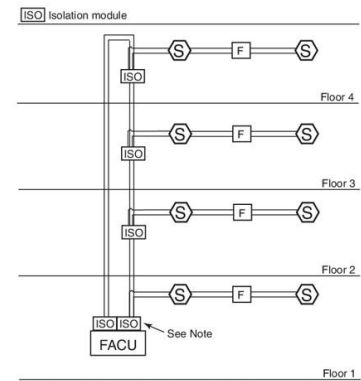


FIGURE A.23.6.1(c) Hybrid Isolation Method.

NFPA 72 A-23.6.1 Diagrama de Detectores de Humo Energizados desde los Circuitos (de dos Conductores) para Circuitos de Dispositivos Iniciadores Estilos A, B

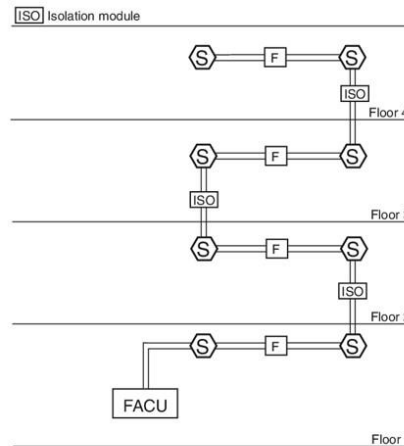
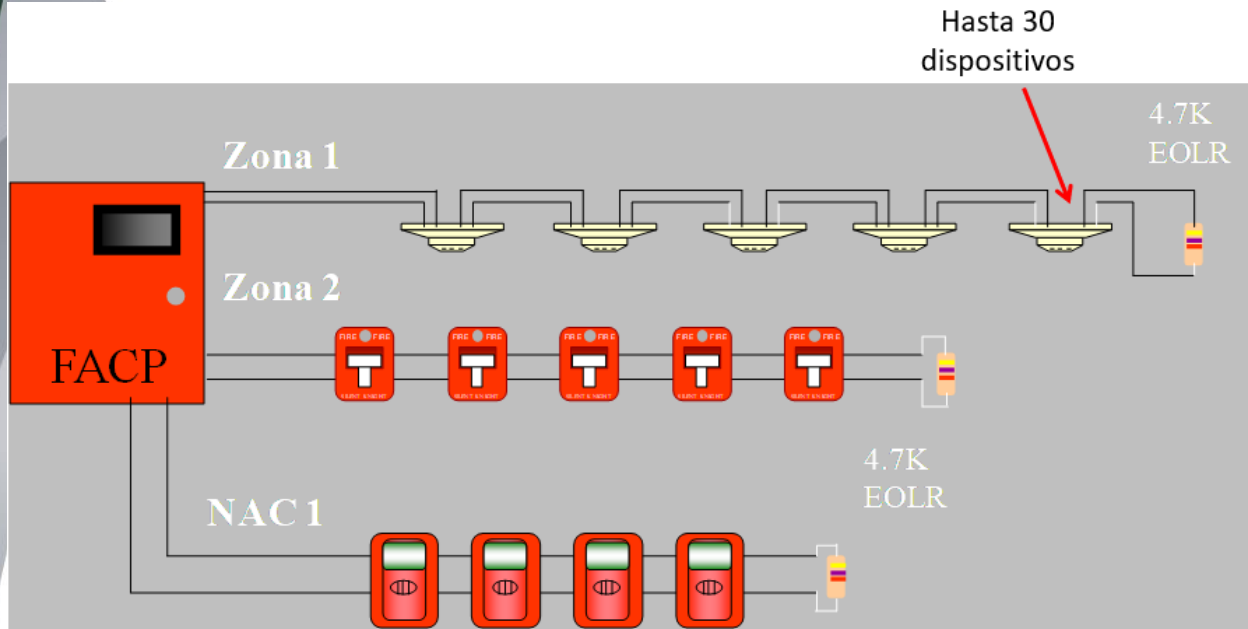


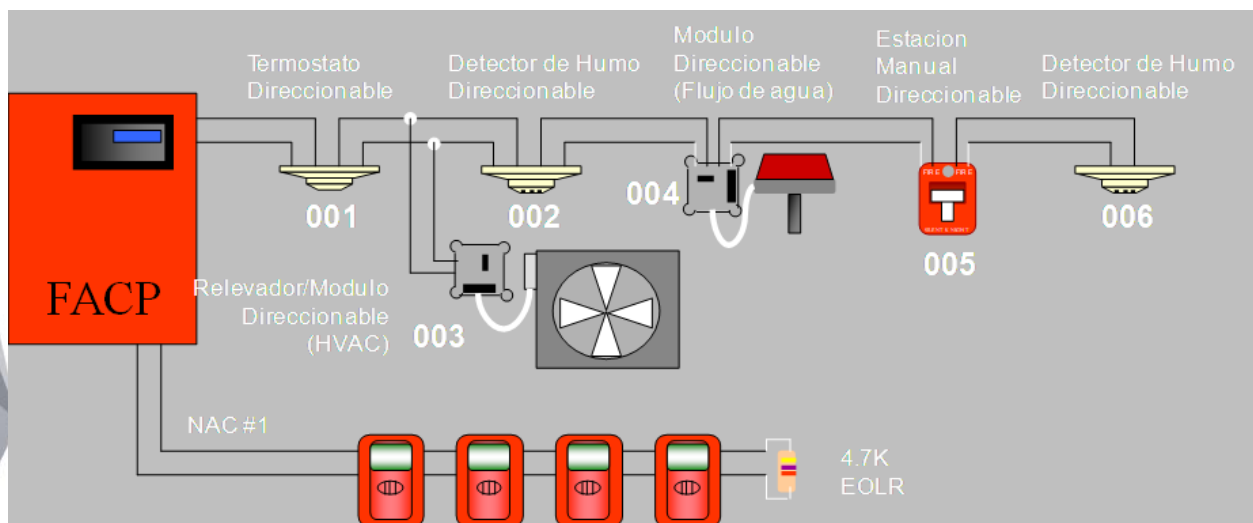
FIGURE A.23.6.1(d) Incorrect Use of Isolators on an SLC.



Sistemas de detección convencional



Sistemas de detección direccionables





SISTEMA CONTRA INCENDIO



440.5.12.1 Estación de alarma de fuego:

- 1 Deben ser de color rojo.
- 2 La altura de instalación deberá ser entre 1.07 m y 1.22 m del piso terminado.
- 3 La estaciones manuales deben estar en cada puerta a una distancia entre 1,5 m y 12 m.
- 4 Colocadas en una posición tal que no se deba desplazar más de 22,9 m (75 ft) para encontrar una de otra.
- 5 Cada área debe contar con sus estaciones manuales.





440.5.12.2 Estación de descarga de agente extintor:

- 1 Deben ser de color rojo o amarillo (Sugerido) y debe indicar: Release (Descarga).
- 2 La altura de instalación deberá ser entre 1.07 m y 1.22 m del piso terminado.
- 3 La estaciones manuales deben estar en cada puerta distancia entre 1,5 m y 12 m.
- 4 Cada área debe contar con su (s) estacione (s) manual.
- 5 La estación de descarga deberá estar protegida por un stopp
- 6 Al ser operadas deberán activar el sistema de evacuación.
- 7 Contar con un tono de alarma independiente.



440.5.12.3 Estación de aborto de agente extintor (Teléfono):



440.5.12.7 Estación de liberación de puertas:





440.5.12.4 Dispositivos de notificación luces estroboscópicas

- 1 Se debe destinar un estrobo encima o al lado de cada puerta dentro del área.
- 2 Las luces estroboscópicas deben estar sincronizadas, esto con el fin de prevenir epilepsia fotosensitiva.
- 3 Los diseños para un Datacenters deben ser basados en desempeño, garantizando que las personas, en todos los puntos, puedan ver un cambio o destello. (Limitaciones auditivas).
- 4 Desde cualquier punto debe proveer un mínimo de 0.4036 lúmenes/m²

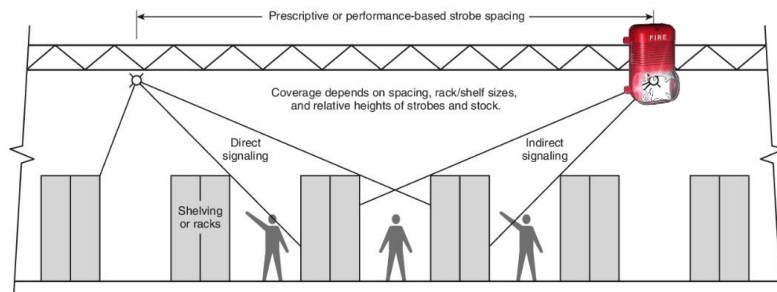


FIGURE A.18.5.4(b) Visual Notification Appliances in Stores. (Courtesy of R. P. Schifiliti Associates, Inc.)



Dispositivos de notificación speaker

- 1 El nivel permitido de ruido máximo 110 dBA a la distancia auditiva mínima.
- 2 El nivel de sonoro deberá ser de 10dB sobre el nivel sonoro ambiente medido a una altura de 1,5 mts.
- 3 Nivel promedio en Cuartos mecánicos es de 91 dBA.
- 4 Instalación a alturas no menores de 2,29 mts

Table A.18.4.1.2 Permissible Noise Exposures

Duration (hr)	L_A (dBA)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1	105
0.5	110
0.25	115
0.125 (7.5 minutes)	120

Source: OSHA, 29 CFR 1910.5, Table G-16, Occupational Noise Exposure.

Table A.18.4.4 Average Ambient Sound Level According to Location

Location	Average Ambient Sound Level (dBA)
Business occupancies	54
Educational occupancies	45
Industrial occupancies	88
Institutional occupancies	50
Mercantile occupancies	40
Mechanical rooms	91
Piers and water-surrounded structures	40
Places of assembly	60
Residential occupancies	35
Storage occupancies	30
Thoroughfares, high-density urban	70
Thoroughfares, medium-density urban	55
Thoroughfares, rural and suburban	40
Tower occupancies	35
Underground structures and windowless buildings	40
Vehicles and vessels	50



440.4.6 Nivel de capacitación requerido para proyectos:

El diseño de estas instalaciones de detección de fuego, deberá ser realizado por un ingeniero certificado por el fabricante de los equipos que conformen el sistema de extinción.

440.5.3. Número de extintores portátiles

Los extintores manuales instalados dentro del CPD, deberán ser portátiles; colocados en una posición tal que no se deba desplazar más de 12 m (40 ft) para encontrar uno de ellos.





440.5.2 Extintores fijos o portátiles a Base de CO2:

En caso de que se instalen extintores manuales a base de CO2, se deberá colocar un detector de CO2 que active una segunda señal audiovisual cuando se alcance una atmósfera con una concentración del 8 % en volumen instruyendo a los ocupantes a salir de inmediato de la sala.



440.5.4.2 Extracción de humo



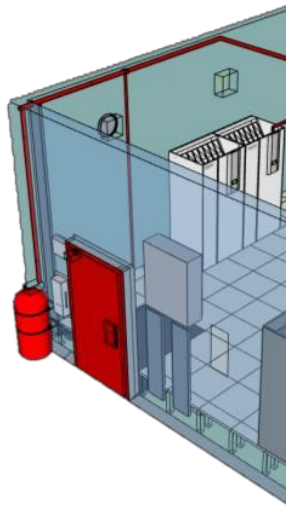


SISTEMA CONTRA INCENDIO

440.5.4.3 Lugar para la instalación de los tanques de agente extintor:

Los tanques de agentes extintores no deberán estar dentro del CPD o zonas de control AC-0 y áreas de equipos de soporte o cualquier otra zona protegida.

Excepción 1: cuando cuenten con un sistema mecánico o neumático que permita la activación del sistema de extinción desde el exterior.



440.5.5 Gases extintores:

Se tienen clasificados los llamados agentes limpios, adecuados para ser inyectados en una sala de cómputo, de manera que no afecten el medio ambiente ni las personas; en caso de que sea liberado dentro de la sala.

Art. 440.2.7 Modificaciones:

En caso de realizar modificaciones en los volúmenes del cuarto se deberá verificar la afectación que se pueda tener en los sistemas de detección y extinción.



Tabla 440.5 Agentes limpios permitidos

<u>Compuesto</u>	<u>Nombre Comercial</u>	<u>Nombre Químico</u>	<u>Fórmula</u>
FC-2-1-8	CEA-308	Perfluorpropane	C_3F_8
FC-3-1-10	CEA-410	Perflouronoburtane	C_4F_{10}
HFC-125	EKARO 25	Pentafluoroetano	CHF_2CF_3
HFC-227ea	FM-200, FE227	Heptafluoropropano	CF_3CHFCF_3
HFC-23	FE-13	Trifluorometano	CHF_3
HFC-236fa	<u>Clean Guard</u> FE-36 <u>Exton-flam</u>	Hexafluoropropano	$CF_3CH_2CF_3$
FIC-1311	Trióxido	Trifluoriodide	CF_3I
IG-01	Argote, Argonfire	Argón	Ar
IG-100	NN100	Nitrógeno	N_2
IG-541	INERGEN	Nitrógeno (52%) Argón (40%) Dióxido De Carbono (8%)	N_2 Ar CO_2
IG-55	ARGONITE	Argón (50%) Nitrógeno (50%)	Ar N_2

EL IG-541 (INERGEN)

El gas Inergén es una mezcla de gases en la siguiente proporción:

- Nitrógeno: 52%.
- Argón: 40%.
- Dióxido de carbono: 8%.

El gas Inergén al mezclarse con el ambiente extingue el fuego gracias a que disminuye el nivel de oxígeno en un 12.5%,

El dióxido de carbono provocar “jadeo” en las personas, de manera que se incrementa el ritmo respiratorio y se compensa la falta de oxígeno.

“Con este agente no se deben apagar los aires ya que su eficiencia de extinción se ve incrementada al permitir que se altere la concentración de oxígeno del centro de cómputo en menor tiempo”.



Estación de mantenimiento

23.11.5.2 La desconexión debe ser un interruptor físico y no debe llevarse a cabo mediante el uso de software.

23.11.5.3 No deben permitirse mecanismos de desconexión del *software*, aún si son activados por botones dedicados o interruptores de llave, como un método para asegurar un sistema de supresión contra una descarga no intencional.



Secuencia de operación para la extinción de un evento de fuego

1. Detectores de Humo
2. Uso de Extintores
3. Uso de Agente limpio.
4. Agua





SISTEMA CONTRA INCENDIO

440.5.6 Agua como agente extintor:

- 1 Tubería Seca
- 2 Gotas no mayores a 10 microcentímetros
- 3 Última opción



440.5.9 Sistema de Supresión de fuego grupos electrógenos:

- Deberá existir un sistema de extinción a base sistema de dióxido de carbono (CO₂), o Polvo químico en cantidad suficiente para extinguir cualquier conato de incendio en el Grupo Electrógeno.
- Independientemente del sistema de extinción del Grupo Electrógeno, deberá existir un sistema de extinción a base de espuma en el área del tanque de combustible y con capacidad suficiente para extinguir cualquier posible incendio del tanque.

Nota: En caso de que el datacenter no cuente con personal 7x24 y se genere un conato de incendio en el cuarto de generadores estos deberán apagarse de manera automática.





440.5.10 Climatización

“Los equipos de climatización deberán ser apagados desde el tablero de extinción de fuego en forma automática en caso de que se active la extinción de fuego.

Excepción: cuando se utilice un agente extintor cuya eficiencia de extinción se vea incrementada al permitir que se altere la concentración de oxígeno del centro de cómputo en menor tiempo.

Se deberá garantizar que en caso de una falsa alarma del sistema de fuego los aires puedan ser restablecidos mediante un dispositivo de manera inmediata el cual deberá ser contemplado desde el diseño de la solución, este dispositivo deberá estar monitoreado.

Cada aire deberá contar con su respectivo módulo de apagado desde el sistema de control de incendios.

NOTA: NO se podrá usar un solo modulo para el apagado de todos los aires.





440.6.1 Puertas de acceso:

Las puertas de acceso al CPD deberán abatir hacia fuera, deberán abrir en el sentido de la evacuación, deberán ser de material que soporte fuego directo y tener "cierra-puertas" automáticos.

- NIVEL I y II protección F60
- NIVEL III y IV protección F90
- NIVEL V protección F120.



440.6.2 Ventanas y cancelas con cristal:

NO debe haber ventanas que den hacia la zona AC-0a o AC-0b.

***Excepción 1:** Serán permitidos siempre y cuando el perímetro de la sala cuente con una zona de control perimetral AC-0 de 2 m (6.5ft) de ancho mínimo y además esté protegida contra fuego con sistema de detección y sistema de rociadores de agua o extinción automática a base de agentes limpios. El área con vidrio deberá soportar la presión generada por los agentes extintores.*

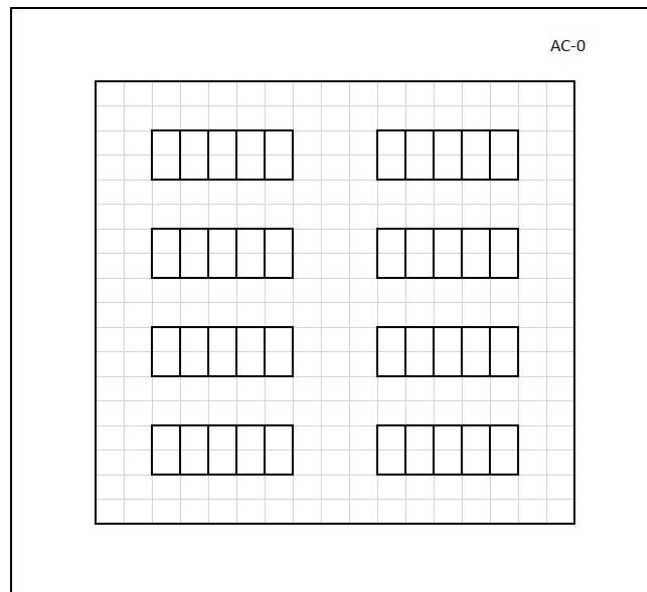


SISTEMA CONTRA INCENDIO

Excepción 2: Serán aceptadas si cuentan con la misma protección balística y resistencia al fuego de acuerdo al Nivel del datacenter.



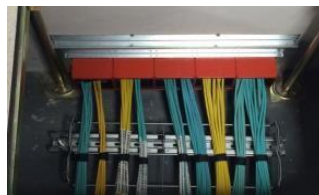
440.6.2 Ventanas y cancelos con cristal:



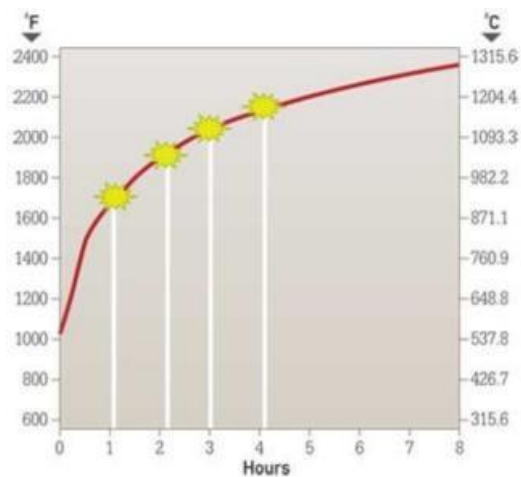


Art. 440.6.5 Sellos:

“Todos los pasos de cables y charolas deberán de sellarse con barrera cortafuego que impida el paso de humedad, calor, flama, humo y gases hacia el interior de la sala. Así mismo se impedirá la entrada de agua, insectos y roedores a través de las canalizaciones”



UL1479





Prueba UL 14 79



Queda prohibido el uso de espuma de poliuretano para sellar juntas constructivas, ranuras, huecos y pasos para canalizaciones hacia el interior del CPD y áreas de quipos de soportes protegidas con contra fuego.





SISTEMA CONTRA INCENDIO

Para tubos no metálicos se deberán colocar anillos cortafuego con cinta intumescente de acuerdo con lo indicado en las normas BS 476-20 y BS EN 1366-3.



Todos los sellos deben ser instalados por personal calificado y debe instalarse la etiqueta de la certificación del fabricante a un costado de cada sello colocado.





440.6.5 Sellos cortafuego



440.11 Pruebas finales a los equipos de seguridad

Las pruebas deben hacerse en conjunto

- Panel de incendios.
- Activación de actuadores de sistema de extinción.
- Cierre de damper.
- Apertura de puertas.
- Apagado de aires.
- Apagado de generadores.
- Encendido de los sistemas de extracción.
- Validación de los sistemas de evacuación.
- Prueba de funcionamiento de la matriz causa efecto 1 vez al año.

System Inputs	System Outputs																																
	Control Unit Annunciation							Notification							Required Fire Safety Control							Supplementary											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	BB	CC	DD	EE	FF	GG
1 Manual fire alarm boxes - 1st floor	•	•																															
2 Manual fire alarm boxes - 2nd floor	•	•																															
3 Manual fire alarm boxes - 3rd floor	•	•																															
4 Smoke detectors - 1st floor	•	•																															
5 Smoke detectors - 2nd floor	•	•																															
6 Smoke detectors - 3rd floor	•	•																															
7 Smoke detectors - 1st floor lobby	•	•																															
8 2nd floor computer room smoke detector	•	•																															
9 2nd floor computer room smoke detector	•	•																															
10 Infrared smoke detector - lobby (see 1)	•	•																															
11 Infrared smoke detector - lobby (see 1)	•	•																															
12 Infrared smoke detector - 1st floor main	•	•																															
13 Infrared smoke detector - 2nd floor main	•	•																															
14 Infrared smoke detector - 3rd floor main	•	•																															
15 Infrared smoke detector - 1st floor main	•	•																															
16 Infrared smoke detector - 2nd floor main	•	•																															
17 Infrared smoke detector - 3rd floor main	•	•																															
18 Infrared smoke detector - 1st floor main	•	•																															
19 Infrared smoke detector - 2nd floor main	•	•																															
20 Infrared smoke detector - 3rd floor main	•	•																															
21 Infrared smoke detector - 1st floor main	•	•																															
22 Infrared smoke detector - 2nd floor main	•	•																															
23 Infrared smoke detector - 3rd floor main	•	•																															
24 Fire pump control	•	•																															
25 Fire pump control	•	•																															
26 Fire pump control	•	•																															
27 Fire pump control	•	•																															
28 Fire pump control	•	•																															
29 Fire pump control	•	•																															
30 Fire pump control	•	•																															
31 Fire pump control	•	•																															
32 Fire pump control	•	•																															
33 Fire pump control	•	•																															
34 Fire pump control	•	•																															
35 Fire pump control	•	•																															
36 Fire pump control	•	•																															
37 Fire pump control	•	•																															
38 Fire pump control	•	•																															
39 Fire pump control	•	•																															
40 Fire pump control	•	•																															

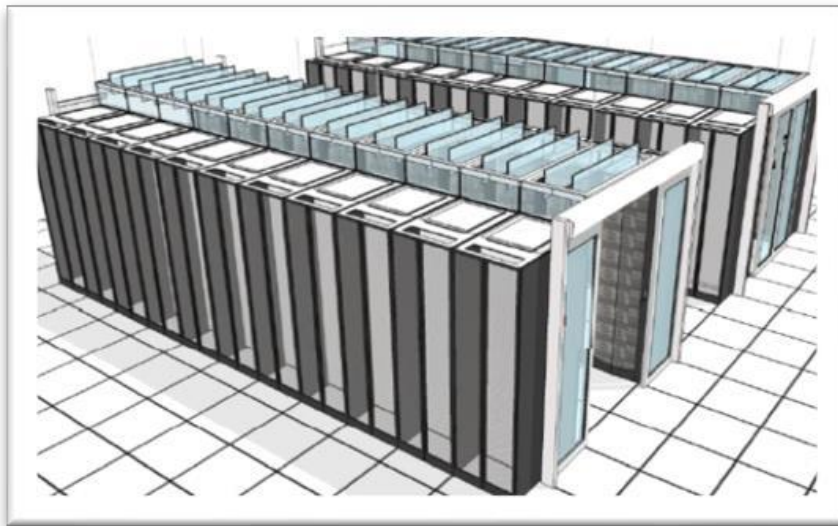
FIGURE A.14.6.2.4 Typical Input/Output Matrix.



410.4.11.2 Cool Pool (pasillos confinados fríos y/o calientes)

Los materiales empleados para formar el recinto “Cool-Pool” deberá contener, para ser considerado como un recinto apropiado las siguientes características:

- Construcción con materiales sólidos.
- Contar con sistema contra fuego a base de agentes limpios
- Contar con sistema de detección temprana a nivel de pasillo.



Leccion aprendida

- Para no cambiar el diseño del sistema de extinción deben abrir el techo y las puertas de forma coordinada con el sistema de detección.
- Deben operar manual y automáticamente.
- Deben contar con respaldo de baterías.
- Deben estar monitoreadas las puertas y el techo.
- Si se desenergiza el sistema debe abrirse mecánicamente puertas y techo.
- Se debe colocar detección puntual dentro del pasillo frío y por el plenum VESDA.



SISTEMA CONTRA INCENDIO

Art. 440.14.2 Telefono dentro de la sala

El Teléfono u otro medio de comunicación debe estar al lado del botón de aborto u hombre muerto con acceso a línea exterior.



DOCUMENTACIÓN REQUERIDA

- Diseño y cálculos.
- Planos As-build con zonas de cobertura.
- Documento con la descripción detallada del funcionamiento de todo el sistema.
- Certificados y evidencias de las pruebas realizadas de acuerdo a lo indicado en la norma que lo rige.
- Certificaciones y Normas que se deben cumplir tanto nacionales como internacionales.
- Políticas e instructivos internos para el mantenimiento y operación del sistema.
- Cronograma de mantenimiento.
- Matriz causa efecto
- Garantía.



440.15 Contenedores:



Clase 1:

410.4.11.1 Contenedores:

- 1.- Sistemas contra fuego: detección cruzada y extinción automática.
- 2.- Resistencia al fuego de pisos, muros, techos y puertas deberá ser F60.

Clase 2:

- Sistemas contra fuego: detección centralizada y cruzada con extinción automática y sistema de detección temprana.
- Resistencia al fuego de pisos, muros, techos y puertas, deberá ser F90

Clase 3:

- Sistemas contra fuego: detección centralizada y cruzada con extinción automática.
- Resistencia al fuego de muros, techos y puertas deberá ser F90.
- Detección temprana.

International
Computer
Room
Experts
Association



CERTIFICACIÓN - CCRD

Certified Computer Room Designer

CAPÍTULO VII

TEMA

Seguridad

– *Control de Acceso*





REGLAMENTACIÓN Normas Internacionales

- ICREA capítulo 440.
- ISO 27001.

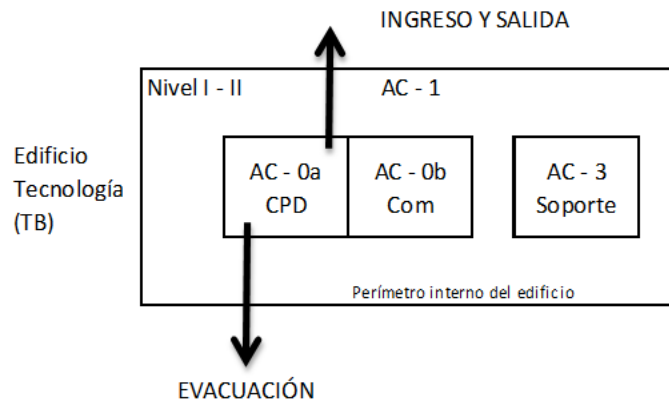
Leyes o Normas locales.

- Ley protección de datos personales.

410.4.13 Áreas de Control

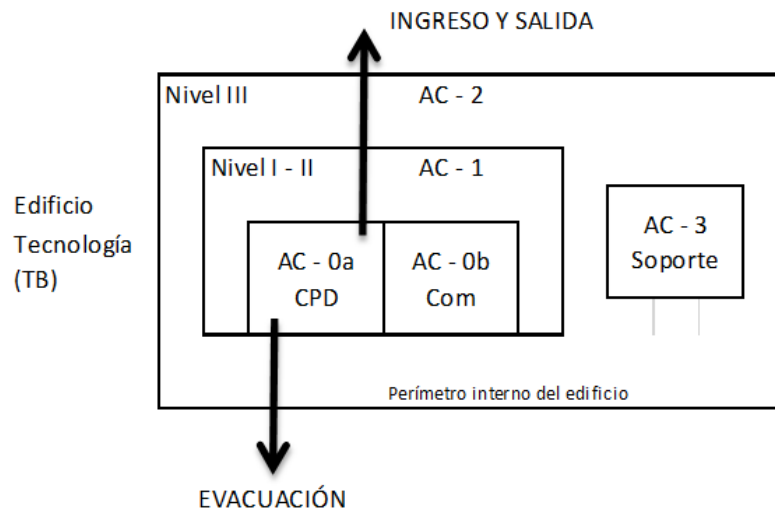
Se diseñó el sistema de 5 "áreas de control" que describen en forma genérica las diferentes áreas involucradas en un inmueble.

410.4.13a Áreas de Control (AC) Nivel I - II

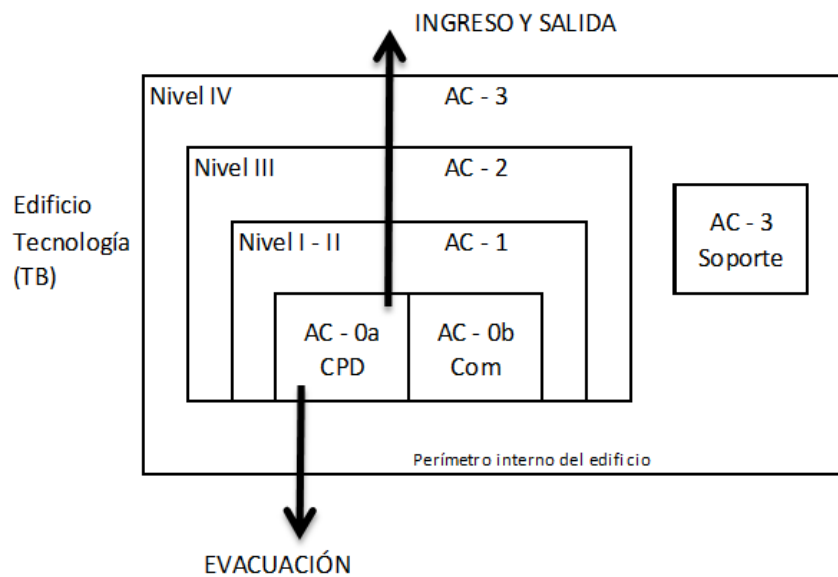




410.4.13b Áreas de Control (AC) Nivel III

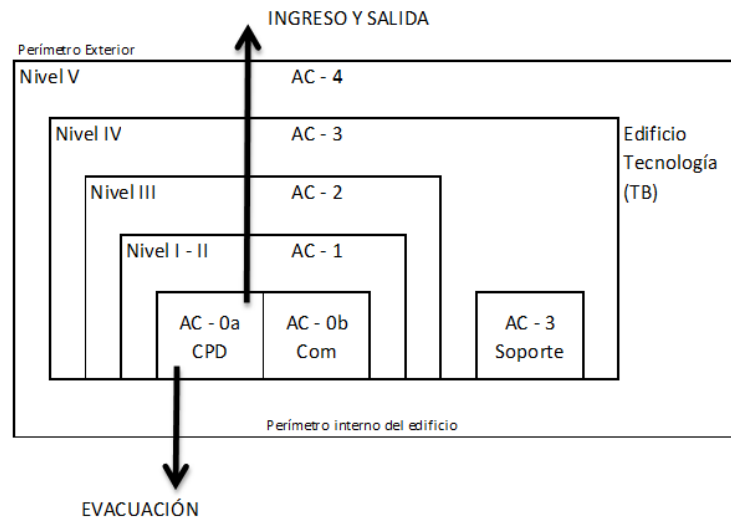


410.4.13c Áreas de Control (AC) Nivel IV



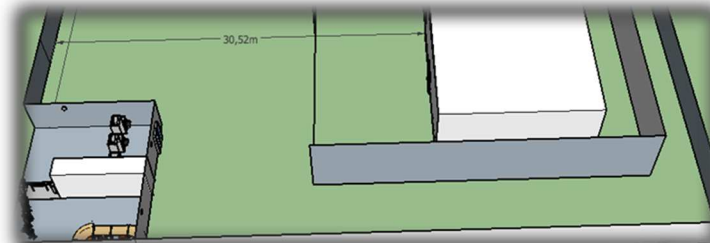


410.4.13d Áreas de Control (AC) Nivel V



410.4.13 Áreas de Control

Para Nivel V la distancia entre el área de control AC-4 y AC-0 no deberá ser menor a 15 metros, la altura de la barda deberá ser mayor a 3.5 metros.





440.1.2 Requerimientos para diferentes niveles

NIVEL I:

- Dos controles de acceso previo al CPD ("AC-0a"), área de equipos de soporte y comunicaciones ("AC-0b").
- Protección balística nivel I del CPD hasta 250 Joules.

NIVEL II:

- Dos controles de acceso previo al CPD ("AC-0a"), área de equipos de soporte y comunicaciones ("AC-0b").
- Protección balística nivel I del CPD hasta 500 Joules.

NIVEL III:

- Tres controles de acceso al CPD ("AC-0a") y comunicaciones ("AC-0b").
- Dos controles de acceso al área de equipos de soporte ("AC-0a").
- Protección balística nivel I del CPD hasta 750 Joules.

NIVEL IV:

- Cuatro controles de acceso al CPD ("AC-0a") y comunicaciones ("AC-0b").
- Dos controles de acceso al área de equipos de soporte ("AC-0a").
- Protección balística nivel I del CPD hasta 1000 Joules.

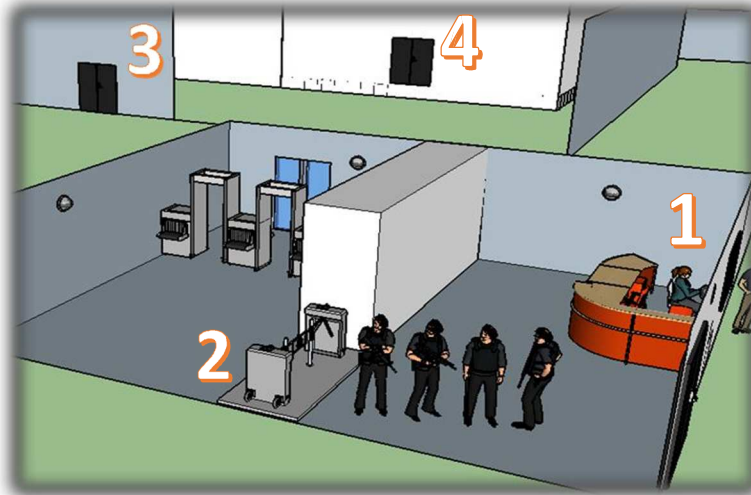
NIVEL V:

- Tres controles de acceso al CPD ("AC-0a") y comunicaciones ("AC-0b").
- Tres controles de acceso al área de equipos de soporte ("AC-0a").
- Protección balística nivel I del CPD hasta 5000 Joules.



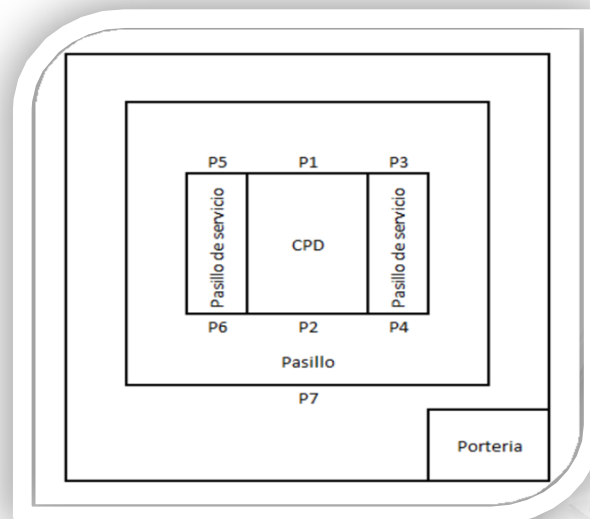
440.3 Control de acceso

Un control de acceso es una barrera física que impide la libre circulación y obliga a la persona a identificarse plenamente.



TALLER

1. De acuerdo al plano del Datacenter que nivel cumple.
2. ¿Qué tipo de control de acceso pondría en cada una de las puertas?





440.3 Control de acceso

Todos los elementos de seguridad deberán estar identificados en su totalidad.

El sistema de control de acceso deberá contar con un sistema que permita garantizar que se conozca el ingreso y salida de personal, deberá permitir que se pueda configurar opciones como:

- Tiempo máximo de permanencia de puerta abierta.
- Acceso denegado.
- El sistema deberá poder identificar si una persona se encuentra en el interior del CPD y evitar que vuelva a ingresar, así mismo deberá evitar que una persona que haya salido pueda volver a salir sin haber ingresado previamente.

440.3 Control de acceso

Se debe instalar un sistema de control de acceso acorde al nivel de seguridad.

- Nivel I y II Controles manuales
- Nivel III Automático de Proximidad o biométricos
- Nivel IV y V Automático de Proximidad áreas de soporte y biométricos AC-0a y AC-0b





Tipos de control de acceso

- Control de personal
- Control de vehículos
- Control de activos
- Control de visitantes
- Control de rondas
- Control de Acceso Administrable (Software)

Control de Acceso

- Molinetes
- Puertas.
- Sistemas de exclusas.
- Barreras vehiculares.

Dispositivos de identificación

- Teclados.
- Lector de código de barras.
- Lectores y tarjetas de proximidad (RFID).
- Lectores biométricos.

Los sistemas más utilizados son los de proximidad y biométricos.



Tecnología de proximidad

El circuito integrado o “chip” de la lectora produce un campo magnético alrededor de sí mismo. Cuando una tarjeta es presentada, los campos magnéticos del chip de la lectora excitan unas bobinas en la tarjeta. Estas bobinas cargan un capacitor y encienden el circuito integrado de la tarjeta. Éste devuelve el número de la tarjeta (almacenado en una pequeña localidad de memoria) y la transmite de vuelta mediante las bobinas de la tarjeta hacia el circuito integrado de la lectora.



NFC (Near Field Communication)

Permite identificación de usuarios a partir de smartphones





Tecnología biométrica

- Estructural: Cabeza y extremidades (huella, iris, retina, facial)
- Funcional (dinámica): Voz y Firma

Los Sistemas de Identificación Biométrica deben de verificar rasgos que cuenten con las siguientes cualidades:

- Universalidad.- que cualquier ser humano cuente con ese rasgo.
- Unicidad.- que ese rasgo sea único para cada persona.
- Permanencia.- que sea algo invariable en sus características a través de la edad en el ser humano.
- Cuantificación.- que tenga la posibilidad de ser medido.

Tipos de Sistemas Biométricos

- Huella Digital.
- Geometría de la mano.
- Escaneo de Iris.
- Reconocimiento Facial.
- Reconocimiento de Voz.
- Reconocimiento de Firma.





Esquema de control de acceso



440.3.4 Número de personas dentro de la sala

El acceso debe ser limitado a personal autorizado e idóneo (operadores, ingeniero seguridad).

440.3.8 Chapas y Cerraduras:

No será permitido que la barra anti pánico se anteponga al sistema de control de acceso excepto en los casos de emergencia. Lo anterior significa que para salir del CPD o cualquier área controlada de los equipos de soporte deberá ser abierta normalmente mediante el sistema de control de acceso, indicando así quien entre y quien sale del área controlada.

Toda la operación normal será controlada a través del sistema de control de acceso mediante un electroimán que mantenga la puerta cerrada.

No será permitido el uso de mecanismos que no estén debidamente supervisados por el sistema de control de acceso.





440.3.9 Teléfono alterno

Se debe contar con un sistema de comunicación alterna en caso de desastres.

- Radio frecuencia.
- Teléfono satelital.



440.3.10. Log de accesos al CPD

Llevar un registro de las personas que entran y salen del CPD indicando el tiempo que permanecieron en el interior, así como el objetivo para el que ingresaron.

Modulo de Control De Asistencia

Registro de Horario

Horario Sistema: 09:25:52 a.m.

Ingreso Salida Nro. de DNI: Aceptar

DNI Personal: 03965077 Apellido Personal: HEISA ACOSTA
 Nro. Carnet: Nombre Personal: THOMAS

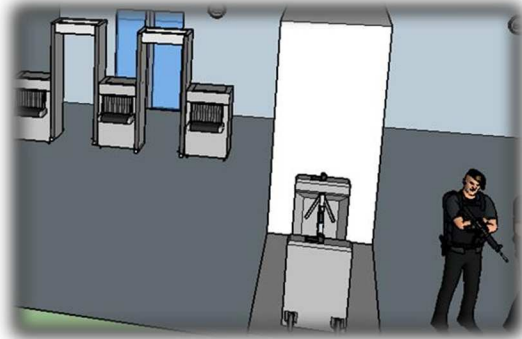
Fecha: 13/01/2013

DNI	Apellido	Nombre	Fec. Registro	Hora Ingreso	Hora Salida
03965077	HEISA ACOSTA	THOMAS	14/12/2012	03:30:03 p.m.	
03965077	HEISA ACOSTA	THOMAS	14/12/2012	03:52:48 p.m.	
03965077	HEISA ACOSTA	THOMAS	14/12/2012	03:53:04 p.m.	
03965077	HEISA ACOSTA	THOMAS	14/12/2012	03:54:46 p.m.	
03965077	HEISA ACOSTA	THOMAS	14/12/2012	03:55:57 p.m.	
03965077	HEISA ACOSTA	THOMAS	14/12/2012	03:58:25 p.m.	
03965077	HEISA ACOSTA	THOMAS	14/12/2012		04:00:53 p.m.
03965077	HEISA ACOSTA	THOMAS	14/12/2012	04:03:05 p.m.	
03965077	HEISA ACOSTA	THOMAS	15/12/2012	12:37:02 a.m.	
03965077	HEISA ACOSTA	THOMAS	15/12/2012	12:43:05 a.m.	
03965077	HEISA ACOSTA	THOMAS	15/12/2012		12:45:36 a.m.
03965077	HEISA ACOSTA	THOMAS	15/12/2012		12:44:03 a.m.
03965077	HEISA ACOSTA	THOMAS	17/12/2012	01:30:31 a.m.	
03965077	HEISA ACOSTA	THOMAS	17/12/2012	12:37:37 p.m.	
03965077	HEISA ACOSTA	THOMAS	17/12/2012	12:51:56 p.m.	
03965077	HEISA ACOSTA	THOMAS	18/01/2013	08:38:29 a.m.	
03965077	HEISA ACOSTA	THOMAS	18/01/2013	09:25:24 a.m.	



440.3.11. Sistema de detección de metales

Aplicable a NIVEL III, IV y V.



440.6.1 Puertas de acceso:

El acceso principal a las diferentes salas de TIC o diferentes CPD. Deberá estar formada por una esclusa de acceso hecha con una doble puerta que solo abra una puerta a la vez y que permita solo el acceso de una persona a la vez, además esta puerta debe ser construida con material resistente al fuego de las mismas características.

Excepción 3: En aquellos casos en los que el CPD esté formado por varias salas, existiendo un pasillo entre salas y de tal manera que la puerta de acceso al pasillo y la puerta de acceso a una sala sean 2 diferentes con controles de acceso independientes.



440.12.10. Control de llaves de infraestructura y racks

Se deberá llevar un control específico de llaves donde se indique

Quien entrega
Quien retira
Fecha de entrega y devolución
Firma de entrega y devolución.

Las llaves y las chapas deberán estar grabadas de manera permanente con un consecutivo único.



Sistema o procedimiento para desactivar el control de acceso por bloqueo

- Se debe contar con un sistema alternativo que permita desactivar el sistema de control de acceso en caso de bloqueo.





Consideraciones de operación del sistema de control de acceso.

Se debe contar con un procedimiento de asignación y eliminación de permisos de acceso respaldado por políticas, formatos, instructivos y capacitaciones garantizando así la confidencialidad, disponibilidad e integridad de la información.

Documentación requerida

- Diseño y cálculos.
- Listado con área, identificación, Marca, referencias, usuarios, contraseñas, IP, MAC, enlace de conexión (Gabinete-patch panel-switch y puerto) y fecha de compra.
- Planos As-build y unifilares
- Documento con la descripción detallada del funcionamiento de todo el sistema.
- Configuración determinada de cada control de acceso.
- Certificaciones y Normas que se deben cumplir tanto nacionales como internacionales.
- Políticas e instructivos internos para el mantenimiento y operación del sistema.
- Cronograma de mantenimiento.
- Medios y licencias de los Software usados.
- Garantía.



440.15 Contenedores:



Clase 1:

- 1.-Un control de acceso para entrar al contenedor.
- 2.- Protección balística hasta 500 Joules.

Clase 2:

- 1.- Dos controles de accesos para entrar al contenedor.
- 2.- Protección balística hasta 750 Joules.

Clase 3:

- 1.- Tres controles de acceso para acceder al Rack (Se acepta el control de acceso para ingreso al pasillo, no se contempla la puerta del rack).
- 2.- Protección balística hasta 1000 Joules.

International
Computer
Room
Experts
Association



CERTIFICACIÓN - CCRD

Certified Computer Room Designer

CAPÍTULO VIII

T E M A

Seguridad

– *Circuito Cerrado de CCTV*





CIRCUITO CERRADO DE CCTV

Normas Internacionales

- ICREA Capítulo 440 Seguridad
- IEC 62676-4 Video surveillance systems for use in security applications.

Leyes o Normas locales.

- Ley protección de datos personales.
- Ley para el derecho a la intimidad.



Art. 440.10.1 Posición de las cámaras.

Deberá vigilar como mínimo:

- Entrada principal del CPD.
- Salida de emergencia del CPD.
- Entrada Cintoteca.
- Cuartos de comunicaciones

Dentro del CPD todo deberá ser visible, NO deberán existir PUNTOS CIEGOS.

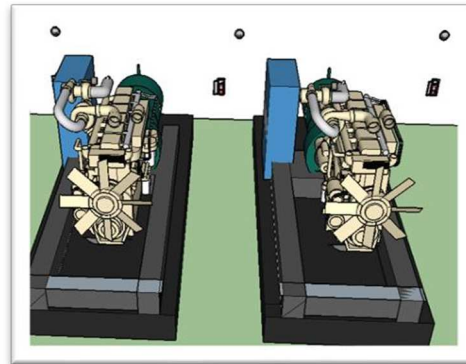
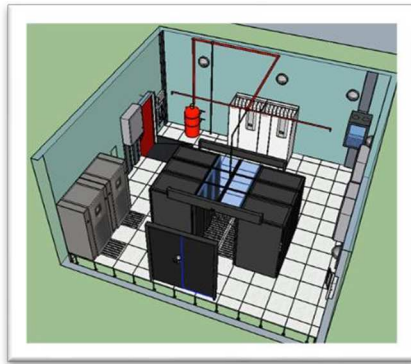
Cámaras PTZ en el exterior que operen con bajo nivel de luz.



CIRCUITO CERRADO DE CCTV

Para niveles III, IV y V

Grupos Electrógenos, equipos de aire acondicionado, UPS, cuartos de tableros eléctricos y transferencias.



440.10.2 Grabación de CCTV o Video Vigilancia

Para todos los casos las entradas de los accesos de la ruta de acceso a las zonas AC-0a, AC-0b y soporte AC-3. Las cámaras deben, como mínimo, identificar con 250 pixel horizontales por metro y las cámaras al interior deben reconocer 100 pixel horizontales por metro.

NIVEL I

- Sistema de CCTV o Sistema de Video Vigilancia (SVV) Analógico o IP
- Cámara Día/Noche
- Sistema de Grabación de Video Digital
- Mínimo 7 IPS
- Tiempo mínimo de almacenamiento interno o externo de video: 10 días

NIVEL II

- Sistema de CCTV ó Sistema de Video Vigilancia (SVV) Analógico o IP.
- Cámara Día/Noche.
- Sistema de Grabación de Video Digital.
- **Mínimo 10 IPS.**
- Tiempo mínimo de almacenamiento interno o externo de video: **21 días.**



CIRCUITO CERRADO DE CCTV

NIVEL III

- Sistema de CCTV ó Sistema de Video Vigilancia (SVV) Analógico o IP.
- Cámara Día/Noche.
- Sistema de Grabación de Video Digital.
- Mínimo 10 IPS.
- Tiempo mínimo de almacenamiento interno o externo de video: **30 días**.
- **Visualización multisitio.**
- **Acceso remoto.**
- **Central de monitoreo.**
- **Servidor de grabación con fuente redundante.**

NIVEL IV

- Sistema de CCTV ó Sistema de Video Vigilancia (SVV) Analógico o IP.
- Cámara Día/Noche.
- Sistema de Grabación de Video Digital.
- Mínimo **12 IPS**.
- Tiempo mínimo de almacenamiento interno o externo de video: **45 días**.
- Visualización multisitio.
- Acceso remoto.
- Central de monitoreo.
- Servidor de grabación con fuente redundante.
- **Sistema de grabación redundante.**
- **Sistema de almacenamiento redundante.**
- **Análisis de video inteligente.**

NIVEL V

- Sistema de CCTV ó Sistema de Video Vigilancia (SVV) Analógico o IP.
- Cámara Día/Noche.
- Sistema de Grabación de Video Digital.
- Mínimo **15 IPS**.
- Tiempo mínimo de almacenamiento interno o externo de video: **60 días**.
- Visualización multisitio.
- Acceso remoto.
- Central de monitoreo.
- Servidor de grabación con fuente redundante.
- Sistema de grabación redundante.
- Sistema de almacenamiento redundante.
- Análisis de video inteligente.
- **Sistemas PTZ con auto seguimiento.**



CIRCUITO CERRADO DE CCTV

Lineamientos y recomendaciones para la instalación de los equipos y accesorios del sistema de CCTV:

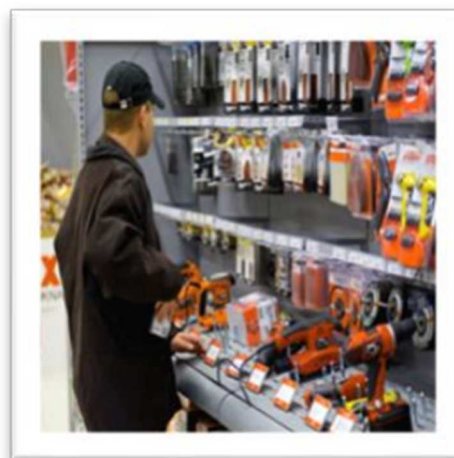
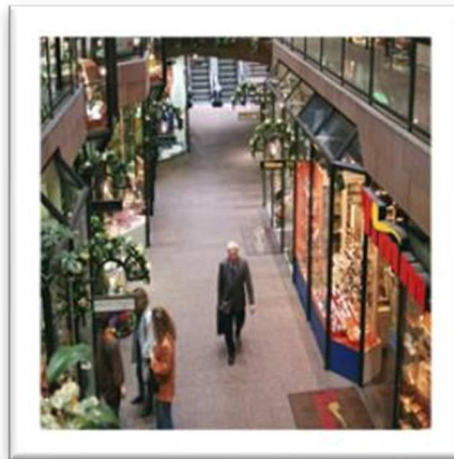
- Ubicación en Contra cámaras.
- Los cables de alimentación y/o video deberán de estar protegidos en todo su trayecto mediante canalización, evitando quedar expuestos a daños físicos o sabotaje.
- Todos los elementos del CCTV deberán estar debidamente identificados.
- La señal de video y de alimentación puede transportarse por el mismo medio siempre y cuando sean circuitos de potencia limitada, por ejemplo, cámaras con voltajes de alimentación de 12 V o 24 V. (PoE)
- Las cámaras en exterior deberán protegerse contra intemperie y vandalismo.
- Las cámaras para las áreas indicadas en el artículo 440.10.1 incluyendo salidas de emergencia, deberán ser fijas con excepción de las áreas exteriores (domos? No).
- El DVR, NVR o Software de Administración y Grabación deberá contar con una función de notificación ante desconexión o pérdida de señal, movimiento no autorizado u obstrucción de cualquier cámara.
- Si el cableado de CCTV debe transportarse en áreas con altos niveles de emisiones electromagnéticas y usarse cable blindado.
- Todos los dispositivos del sistema de CCTV deberán estar puestos a tierra.
- Los equipos de grabación, dispositivos de almacenamiento y consolas de administración del CCTV, deberán instalarse preferentemente fuera de la sala de cómputo.
- Se recomienda que antes de instalar las cámaras de acuerdo con lo establecido en el plano, se hagan pruebas en sitio con las cámaras a instalar.



CIRCUITO CERRADO DE CCTV

¿Qué se debe tener en cuenta para la Colocación de la cámara?:

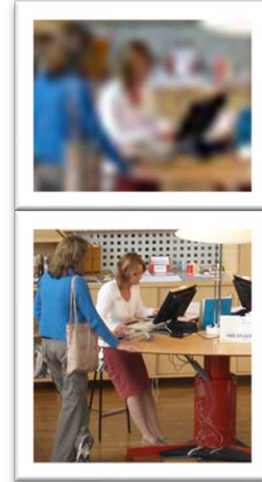
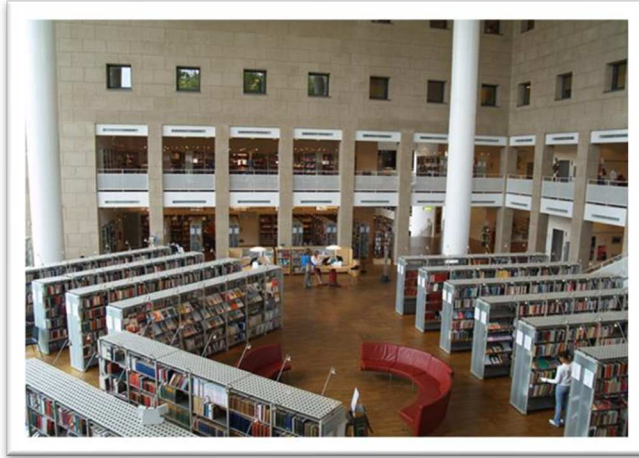
- Riesgo de manipulación o agresiones
- Aspectos legales
- Propiedades de iluminación
- Entorno: Ambiente externo (Lluvia, viento, smoke, etc) Resolución.
- Necesidad de captura. Presupuesto. Expectativas.
- Campo de visión y tipo de Visión



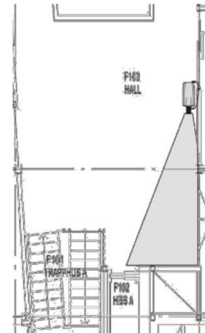


CIRCUITO CERRADO DE CCTV

EXPECTATIVA



La colocación de la cámara afecta en gran medida a la utilidad de imagen.





CIRCUITO CERRADO DE CCTV

ESCANEEO DE IMAGEN

Existen dos tipos de escaneo

- Entrelazado
- Progresivo

ESCANEEO ENTRELAZADO CÁMARA ANÁLOGA

La pantalla se actualiza dependiendo la frecuencia, 50 Hz significa que la pantalla se actualiza lo que está proyectando 50 veces cada segundo (Uno par y otro impar) lo que conocemos como un cuadro.

Cuenta con dos tipos de codificación de señal análoga de televisión:

PAL (*Phase Alternating Line* o línea de fase alternada). Europa, transmiten o se despliegan 50 campos por segundo o 25 cuadros por segundo (50 Hz).

NTSC (*National Television System Committee*, o *Comisión Nacional de Sistema de Televisión*) América, transmiten o se despliegan 60 campos por segundo o 30 cuadros por segundo (60Hz).

CUADROS POR SEGUNDO POR CONFIGURACIÓN

Es la cantidad de imágenes que se toman por cada segundo





CAPITULO VIII

CIRCUITO CERRADO DE CCTV

Escaneo entrelazado



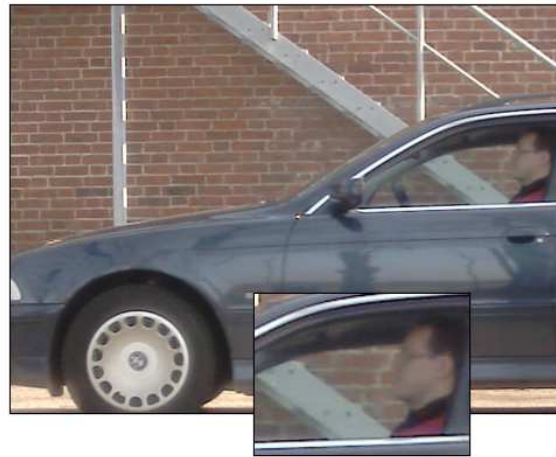
Escaneo progresivo



Escaneo entrelazado



Escaneo progresivo



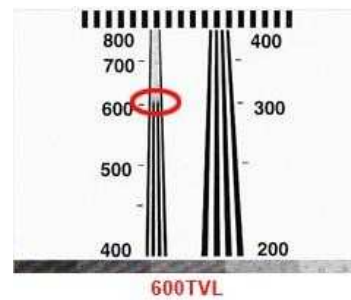


CIRCUITO CERRADO DE CCTV

TVL (Líneas de Televisión)

La resolución análoga en sistemas de video es trazada con líneas que convergen unas con otras las cuales alcanzan más y más densidad al acercarse, entre mayor TVL's tenga, la calidad de la imagen es mejor pero no aumenta la resolución o tamaño de imagen.

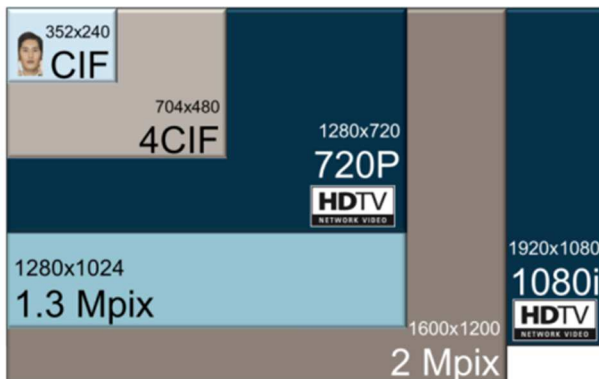
TVL	Pixeles
480 TVL	4CIF
600 TVL	704x576 PAL
650 TVL	704x480 NTSC
700 TVL	



Resolución de imagen en Pixeles (Ancho x Alto)

A mayor resolución, las imágenes tendrán una mejor definición de los objetos o escenarios que están captando.

Las relaciones de aspecto más utilizadas son 16:9 para el formato panorámico 'imagen rectangular' y 4:3 para el formato no panorámico 'imagen cuadrada'.



	Designation	H x V (Pixels)	Total Pixels
Analog	CIF	352 x 240	84,480
	2CIF	704 x 240	168,960
	4CIF	704 x 480	337,920
	D1	720 x 480	345,600
Digital	VGA (0.3 MP)	640 x 480	307,200
	720p HDTV	1280 x 720	921,600
	1.3 MP	1280 x 1024	1,310,720
	2 MP	1600 x 1200	1,920,000
	1080p HDTV	1920 x 1080	2,073,600
	3.1 MP	2048 x 1536	3,145,728
	5 MP	2592 x 1944	5,038,848

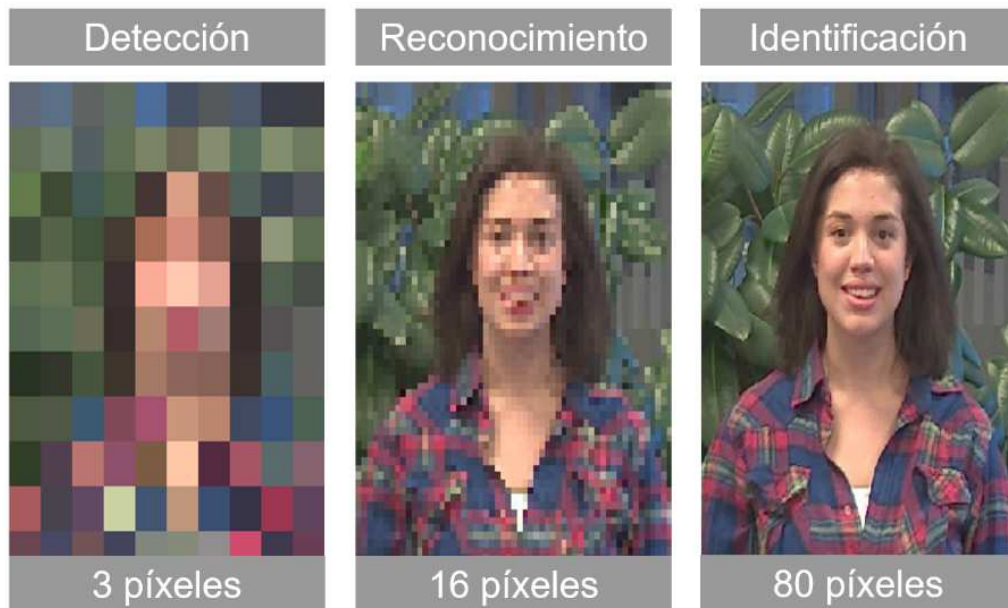
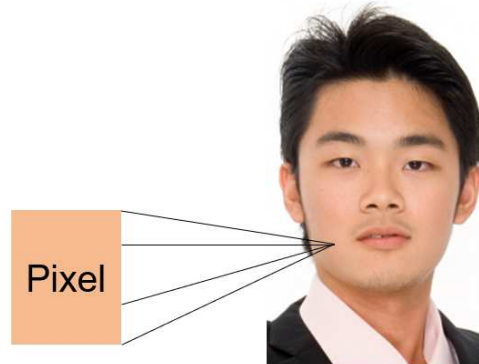


CIRCUITO CERRADO DE CCTV

Pixel

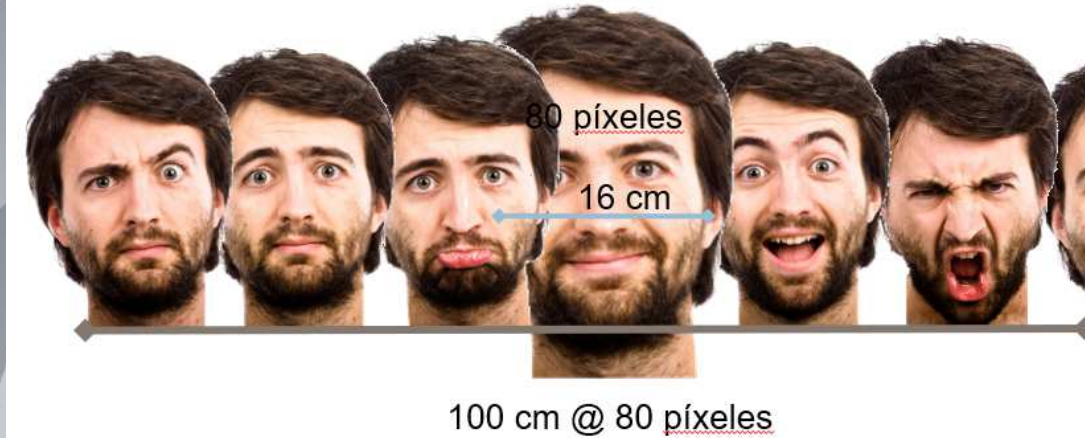
Se define como la **unidad homogénea de color más pequeña** que componen una imagen de tipo digital.

Al ampliar una de estas imágenes a través de un **zoom**, es posible observar los píxeles que permiten la creación de la imagen. Ante la vista se presentan como pequeños cuadrados o rectángulos en blanco, negro o matices de gris.





CIRCUITO CERRADO DE CCTV

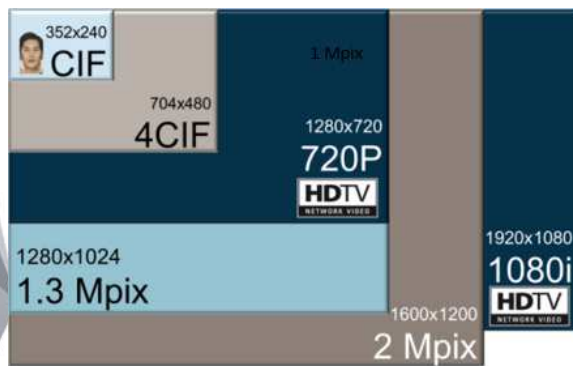


- Una cara “normal” mide alrededor de 16 cm de ancho
- La recomendación para la identificación facial es de 80 píxeles
- Como $100 \text{ cm} / 16 \text{ cm} = 6,25$, entonces $6,25 \times 80 = 500 \text{ píxeles/metro} = 5 \text{ píxeles/centímetro}$

TALLER

¿Qué resolución se requiere para que en una imagen de 3 Mts de ancho se pueda?:

1. Identificar una persona.
2. Reconocer una persona.
3. Detectar una persona.



	Designation	H x V (Pixels)	Total Pixels
Analog	CIF	352 x 240	84,480
	2CIF	704 x 240	168,960
	4CIF	704 x 480	337,920
	D1	720 x 480	345,600
Digital	VGA (0.3 MP)	640 x 480	307,200
	720p HDTV	1280 x 720	921,600
	1.3 MP	1280 x 1024	1,310,720
	2 MP	1600 x 1200	1,920,000
	1080p HDTV	1920 x 1080	2,073,600
	3.1 MP	2048 x 1536	3,145,728
	5 MP	2592 x 1944	5,038,848



CIRCUITO CERRADO DE CCTV

Resolución



RESOLUCIÓN





CIRCUITO CERRADO DE CCTV

Resolución



Megapixels



ILUMINACIÓN

La palabra Fotografía nace del griego.

- Photos (luz)
- Graphos (dibujo)



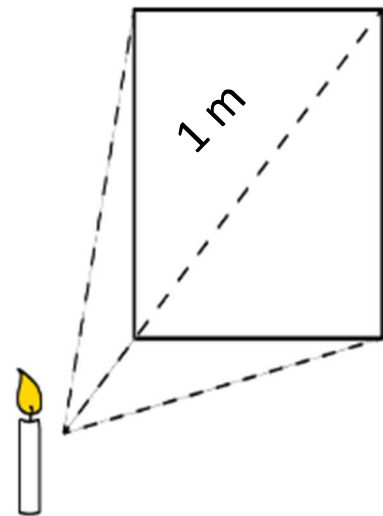


CIRCUITO CERRADO DE CCTV

Definición de LUX

Es la unidad de medida de la cantidad mínima de luz que necesita la cámara para generar una señal útil de video, a mayor sensibilidad menor es la medida en Lux.

1 Lux = La cantidad de luz que incide sobre una superficie de 1 m², a 1 metro de distancia de una candela.



La sensibilidad a la luz genera apertura o cierre del iris.

Control de apertura

Iris fijo

La apertura del iris no se puede ajustar

Uso habitual: entornos de interior con niveles de luz constantes

Iris Manual

Se ajusta girando un anillo de la lente para abrirlo o cerrarlo.

No es conveniente su uso en entornos con condiciones de luz variables, como en el exterior.

Aplicaciones interiores, donde el nivel de iluminación es controlable y consistente.

Iris electrónico IE

Iris ajustable automáticamente

Autoiris DC: Ajuste del Iris mediante la electrónica de la misma cámara.

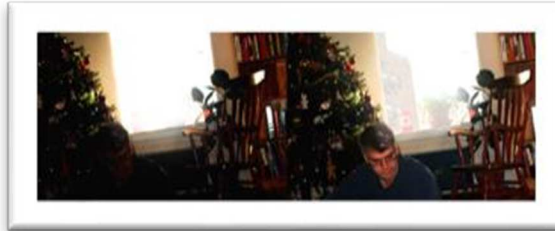
Autoiris de Video: lleva a cabo el control mediante el lente.

Utilizado en ambientes con constante cambio de iluminación



CIRCUITO CERRADO DE CCTV

BLC (Back light compensation) es una función que busca compensar las situaciones de contraluz para evitar que la cámara se encandelille con la gran intensidad de luz que recibe.



HSBLC (High light suppression back light compensation) o **HLC** (High light compensation) son funciones que buscan enmascarar las situaciones de alta luz para evitar que la cámara se encandelille con la gran intensidad de luz que recibe, fueron desarrolladas inicialmente para ver la matrícula de los vehículos en las noches.



El **AES** (Automatic Electronic Shutter u obturador automático electrónico) o **IRIS ELECTRÓNICO** controla en forma automática la cantidad de luz que penetra en la cámara. Cuanto mayor es la velocidad de control, mejor será la compensación de la imagen.





CIRCUITO CERRADO DE CCTV

AGC (Automatic Gain Control) o Control Automático de Ganancia Es un Circuito Electrónico que regula automáticamente la intensidad de iluminación del elemento sensor para reproducir una imagen balanceada.



AWB (Automatic White Balance) (balance de blancos o equilibrio de color o equilibrio de blancos) es un ajuste realizado por software que consigue una reproducción de color correcta sin mostrar dominantes de color.

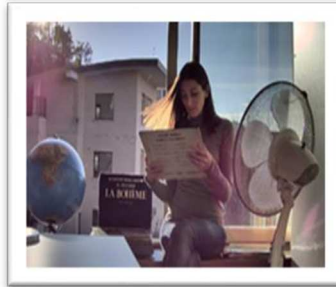
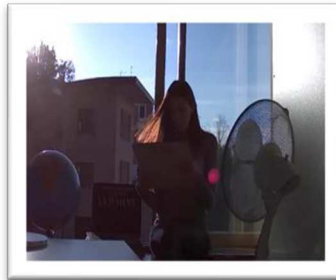




CIRCUITO CERRADO DE CCTV

Wide Dynamic Range

Amplio rango dinámico de la cámara con *captura dinámica* funciona mediante la adquisición de diversas imágenes con tiempos de exposición diferentes. El procesamiento de imagen avanzado proporciona un vídeo de claridad y nitidez excepcionales



Diferencia entre BLC y WDR.

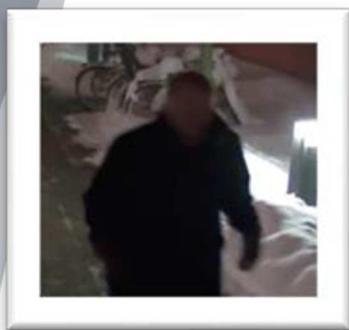




CIRCUITO CERRADO DE CCTV

Iluminación auxiliar.

Vista normal



Vista infrarroja IR normal



Iluminadores LED luz blanca



Iluminadores infrarrojos IR





CIRCUITO CERRADO DE CCTV

Ventajas solución IP

- Mayor resolución y calidad de imagen.
- Alimentación eléctrica más sencilla y económica (PoE).
- Transmisión de Video, Audio y Control por un solo cable.
- Control PTZ y control de entrada/salidas.
- Cámaras IP nativamente inalámbricas (WLAN).
- Simplicidad de instalación en sistemas pequeños.
- Aprovechamiento de Infraestructura de TIC.
- Software Avanzado de Análisis de Video Inteligente, Inteligencia al nivel de la cámara.
- Comunicación segura de forma cifrada.
- Fin a los problemas de escaneo entrelazado.
- Una solución digital.
- Mejor calidad de zoom digital.

Desventajas

- Cámaras más costosas que las analógicas.
- Mayor sensibilidad a variaciones de voltaje.
- Requiere de un Equipo de Cómputo dedicado en algunas aplicaciones.
- Distancias de cableado limitadas (máximo 100 metros para LAN).
- Cableado más delicado y costoso.
- Mayor consumo de ancho de banda en la LAN y enlaces WAN.
- Solución Global costosa.

Solución Análoga

Ventajas

- Cámaras más económicas que las IP
- No se requiere de un Equipo de Cómputo dedicado
- Distancias de cableado mayores que en IP
- Cableado sencillo, no requiere certificación
- Menor consumo de ancho de banda



CIRCUITO CERRADO DE CCTV

Desventajas

- Alimentación eléctrica más complicada que en IP (PoE)
- Transmisión de audio por un cable (o canal) independiente
- Transmisión de datos/control por un cable (canal) independiente
- Transmisión Inalámbrica de Video más compleja
- Menor capacidad de análisis de Video Inteligente

Tipos de cámaras

Fijas.- Captar puntos clave de visualización en todo momento, Ej: accesos principales, salidas de emergencia, plantas de emergencia, etc.

PTZ:

- (P) Pan-Panning-Paneo Movimiento en el eje horizontal
- (T) Tilt-inclinación Movimiento en el eje vertical
- (Z) Zoom-acercamiento.

Se utilizan para seguir un objetivo en movimiento

- Blanco & Negro.- Ofrecen una amplia gama monocromática o escala de grises para la generación de imágenes de alta definición, por lo cual son más adecuadas para identificación de personas, placas de vehículos, etc.
- Color.- Son ideal para captar todas las tonalidades de colores de una escena.
- Día/Noche.- Cuentan con una gran versatilidad al captar imágenes a color durante el día o mientras exista un nivel de iluminación sobre cierto umbral (Lux). Al disminuir la iluminación por debajo de la sensibilidad de la cámara, se remueve el filtro de Infrarrojo (IR) que permite al CCD captar imágenes en B&N y con capacidad de poder captar la luz infrarroja. Ideales para cualquier aplicación.
- Low Light.- Cámaras con características de color en condiciones de muy baja iluminación.



CIRCUITO CERRADO DE CCTV

TIPOS DE LENTES

Tipo de objetivo	Ventajas	Inconvenientes
 <p>Angular</p>	<p>Mayor ángulo de visión Bueno en condiciones de poca iluminación Buena profundidad de campo</p>	<p>Distorsión en barril No es adecuado para grandes distancias</p>
 <p>Teleobjetivo</p>	<p>Bueno para grandes distancias Sin distorsión en barril</p>	<p>Baja profundidad de campo Menos sensibilidad lumínica</p>
 <p>Varifocal</p>	<p>Flexible Bastante sensibilidad lumínica</p>	<p>Hay que volver a enfocar al cambiar la longitud focal</p>

EJEMPLOS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE VISIÓN

Angular

Vista normal

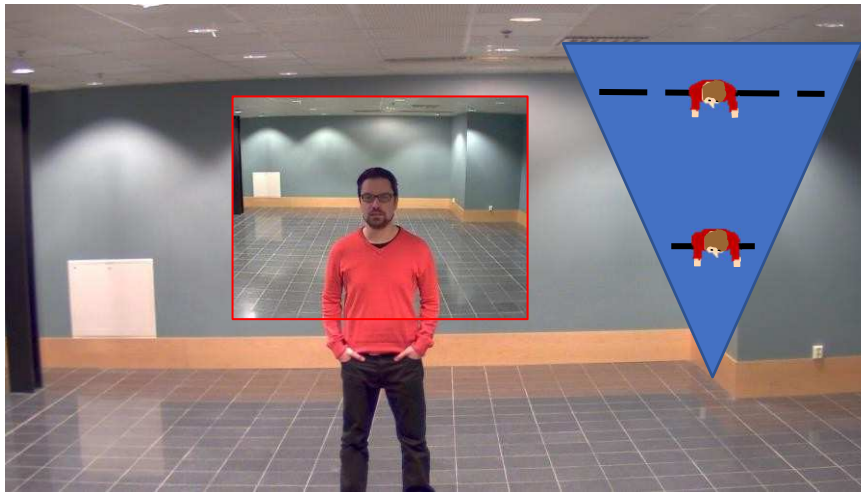
Telefoto





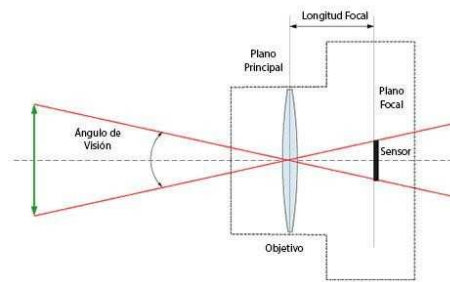
CIRCUITO CERRADO DE CCTV

IMPORTANCIA DE DEFINIR EL LENTE Y UBICACIÓN CORRECTA



Comparación de imagen entre los tipos de lentes de acuerdo a la distancia focal.

Distancia D	Gran angular f = 2,8 mm Angulo = 96,0°	Gran angular f = 4 mm Angulo = 63,9°	Estandar f = 8 mm Angulo = 34,7°	Teleobjetivo f = 38 mm Angulo = 10,6°	Teleobjetivo f = 58 mm Angulo = 4,8°
1 m	 L=1,7m A=1,3m	 L=1,2m A=0,9m	 L=0,6m A=0,45m	 L=0,13m A=0,09m	 L=0,08m A=0,06m
3 m	 L=5,1m A=3,9m	 L=3,6m A=2,7m	 L=1,8m A=1,4m	 L=0,38m A=0,28m	 L=0,25m A=0,19m
5 m	 L=8,6m A=6,4m	 L=6,0m A=4,5m	 L=3,0m A=2,3m	 L=0,63m A=0,47m	 L=0,41m A=0,31m
8 m	 L=14m A=10m	 L=9,6m A=7,2m	 L=4,8m A=3,6m	 L=1,01m A=0,76m	 L=0,66m A=0,50m





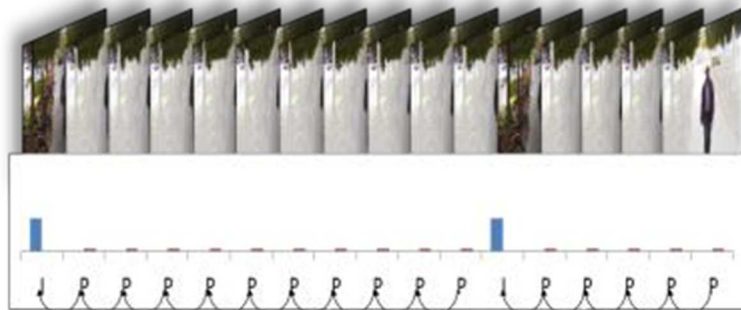
CIRCUITO CERRADO DE CCTV

CODEC DE COMPRESIÓN MPEG-4 y H.264

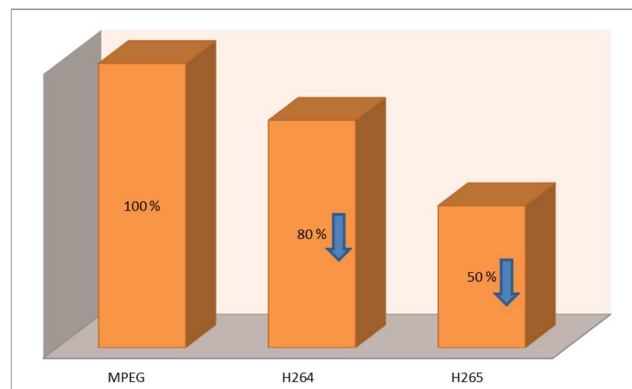
Motion JPEG es un códec para imágenes estáticas
Cada imagen va codificada independientemente de las otras
La compresión es limitada



H.264 es un códec de vídeo
El primer fotograma (I) se codifica como JPEG
El segundo fotograma (P) se codifica con los cambios en la imagen



Comparativo entre compresión de video.





CIRCUITO CERRADO DE CCTV

DVR grabador de vídeo digital

(*Digital Video Recorder*) es un dispositivo interactivo de grabación de video analógico el cual lo transforma formato digital. Un DVR se compone por dos partes:

- Hardware, que consiste principalmente en un disco duro de gran capacidad (Si se requiere USB flash drive, SD memory card o conexión a otros tipos de almacenamiento), un microprocesador y los buses de comunicación.
- Software que proporciona diversas funcionalidades para el tratamiento de las secuencias de vídeo recibidas, acceso a guías de programación y búsqueda avanzada de contenidos



NVR (Network Video Recorder)

Es un grabador de videos para sistemas IP se compone por dos partes:

- Hardware, que consiste principalmente en un disco duro de gran capacidad (Si se requiere USB flash drive, SD memory card o conexión a otros tipos de almacenamiento), un microprocesador y los buses de comunicación.
- Software que proporciona diversas funcionalidades para el tratamiento de las secuencias de vídeo recibidas, acceso a guías de programación y búsqueda avanzada de contenidos.

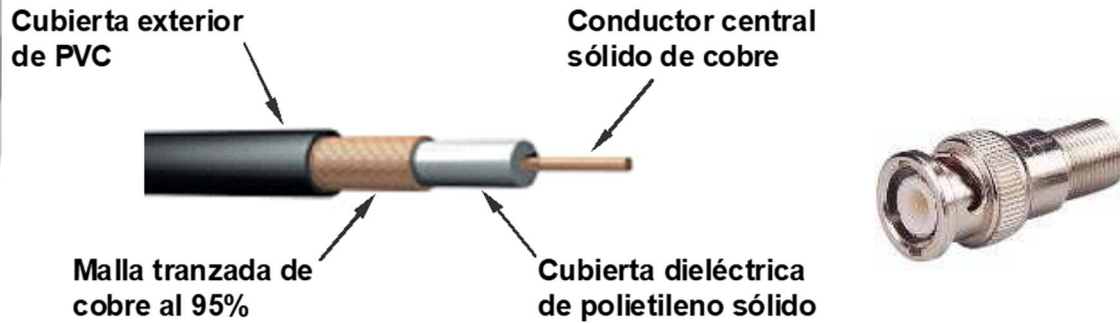




CIRCUITO CERRADO DE CCTV

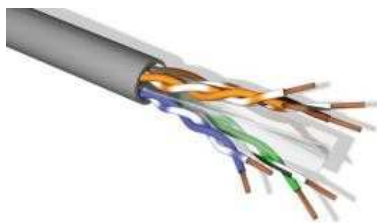
Medios de transmisión para sistemas analógicos.

Cable coaxial



- RG-59: 180 m.; RG-6: 450 m.; RG-11: 600 m.
- Utilizar conectores BNC macho de pin soldable
- Impedancia de línea de 75 ohms

Cable de Par Trenzado UTP



- 4 Pares trenzados de conductores
- Distancias de 300 m. con baluns
- Distancias de 100 m. con cámaras IP



CIRCUITO CERRADO DE CCTV

Fibra Óptica

- Transmisión de señales en forma de pulsos de luz. No se afectan por interferencias electromagnéticas.
- Requiere transductores de fibra óptica para convertir la señal
- Distancias de 1 a 5 KM



HOUSING

Protección IK

Es la capacidad que tiene un recinto para proteger su contenido de los impactos mecánicos externos, regulado en la norma **IEC 62262**.

Se clasifica de acuerdo al grado de protección:

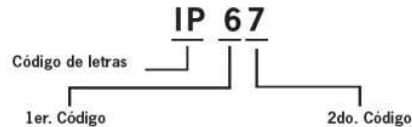
Grado IK	IK 00	IK 01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Energía (J)	—	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20
Masa y altura de la pieza de golpeo	—	0,2 kg 70 mm	0,2 kg 100 mm	0,2 kg 175 mm	0,2 kg 250 mm	0,2 kg 350 mm	0,5 kg 200 mm	0,5 kg 400 mm	1,7 kg 295 mm	5 kg 200 mm	5 kg 400 mm



CIRCUITO CERRADO DE CCTV

Grado de protección IP

Es el grado de protección de los contenedores que resguardan los componentes contra el polvo y el agua, regulado por el Estándar internacional IEC 60529



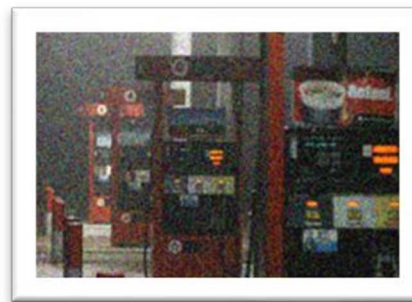
Nivel IP	Descripción del nivel de protección	Nivel IP	Descripción del nivel de protección
0	Sin protección.	0	Sin protección.
1	Protegido contra objetos sólidos extraños de 50 mm de diámetro y mayor (protege contra una gran superficie de cuerpo, tales como el dorso de una mano).	1	Protegido contra la caída vertical de gotas de agua.
2	Protegido contra objetos sólidos extraños de 12.5 mm de diámetro y mayor (protege contra los dedos u objetos similares).	2	Protegido contra la caída vertical de gotas de agua cuando se inclina hasta 15°.
3	Protegido contra objetos sólidos extraños de 2.5 mm de diámetro y mayor (protege contra herramientas, cables gruesos, etc.).	3	Protegido contra salpicaduras de agua en un ángulo de hasta 60° a cada lado de la vertical.
4	Protegido contra objetos sólidos extraños de 1.0 mm de diámetro y mayor (protege contra la mayoría de los alambres, tornillos, etc.).	4	Protegido contra salpicaduras de agua contra el componente desde cualquier dirección.
5	Protegido de la cantidad de polvo que lo haría interferir con el funcionamiento normal.	5	Protegido contra agua proyectada en chorros de cualquier dirección.
6	Protegido contra polvo (no hay penetración de polvo, protección completa).	6	Protegido contra el agua en potente chorros desde cualquier dirección.
		7	Protegido contra la inmersión temporal en agua entre 15 cm y 1 m durante 30 minutos.
		8	Protegido contra la inmersión continua en agua más allá de 1 m.

Funciones especiales

DNR (Digital Noise reduction)

Mejora la calidad de imagen reduciendo o cancelando ruido electrónico.

3D-DNR supresión multidimensional digital de ruido reduce el ruido de la imagen y los errores producidos durante la mezcla de colores.



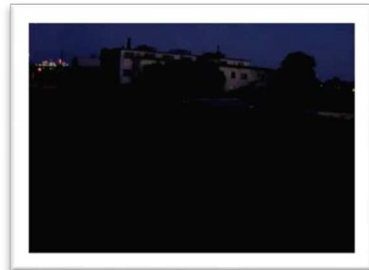
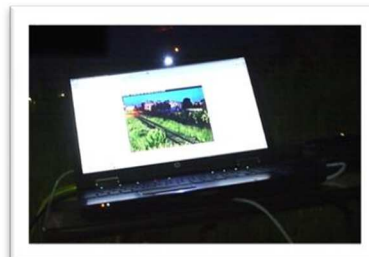


CIRCUITO CERRADO DE CCTV

EIS (Electronic image stabilisation -Estabilización de imagen electrónica) o DIS (digital image stabilisation) es especial para las cámaras exteriores o domos que se pueden mover por las corrientes de aire o paso de vehículos pesados.



LIGHTFINDER Es una tecnología que permite con una intensidad de 0,7 Lux ver una escena con bastante claridad.





CIRCUITO CERRADO DE CCTV

ANALÍTICA DE VIDEO.

- Cruce de línea
- Conteo de personas
- Detección de movimiento
- Reconocimiento de placas
- Reconocimiento de rostro
- Reconocimiento área más visitada (Comercio)
- Etc.

DOCUMENTACIÓN REQUERIDA

- Diseño y cálculos.
- Listado con área, identificación, Marca, referencias, usuarios, contraseñas, IP, MAC, enlace de conexión (Gabinete-patch panel-switch y puerto) y fecha de compra.
- Planos As-build con zonas de cobertura.
- Documento con la descripción detallada del funcionamiento de todo el sistema.
- Configuración determinada de cada cámara.
- Certificaciones y Normas que se deben cumplir tanto nacionales como internacionales.
- Políticas e instructivos internos para el mantenimiento y operación del sistema.
- Cronograma de mantenimiento.
- Medios y licencias de los Software usados.
- Garantía.



CIRCUITO CERRADO DE CCTV



410.4.11.1 Contenedores:

Clase 1 – 2 – 3:

CCTV ó Sistema de Video Vigilancia
(SVV).

International
Computer
Room
Experts
Association



CERTIFICACIÓN - CCRD

Certified Computer Room Designer

CAPÍTULO IX

TEMA

Comunicaciones





COMUNICACIONES

Objetivo

El objetivo del presente Capítulo es que los participantes aprendan a diseñar un sistema de cableado genérico que permita soportar las aplicaciones propias de un centro de procesamiento de datos, asegurando los grados de desempeño, confiabilidad y disponibilidad requeridos.

Los sistemas de cableado de Comunicaciones que son diseñados e instalados apropiadamente ofrecen:

- A los usuarios, un sistema de cableado genérico, independiente de aplicaciones, y un mercado abierto para componentes de cableado
- Requisitos de infraestructura para el soporte de aplicaciones críticas propias del centro de datos
- Un esquema de cableado flexible de manera que las modificaciones sean fáciles y económicas
- Una estructura escalable que permita su expansión con un mínimo de interrupciones
- A los arquitectos y demás profesionales de la construcción, pautas que permitan la implementación del cableado antes de conocerse sus requisitos específicos; por ejemplo, al inicio del proyecto de construcción o remodelación
- A la industria y organismos de normalización, un sistema de cableado que soporte aplicaciones actuales y sirva como base para el desarrollo de futuros productos y estandarización de aplicaciones.



Contenido

1. Introducción
2. Factores clave
3. Referencias normativas
4. Glosario gráfico de cableado
5. Elementos funcionales
6. Conexiones
7. Canales y enlaces
8. Distribución de elementos funcionales
9. Redundancia
10. Desempeño de canal y enlace
11. Componentes de cableado
12. Cableado de alta densidad
13. Prácticas de instalación
14. Sistemas de administración



COMUNICACIONES

1. Introducción

Se denomina centro de procesamiento de datos (CPD) al sitio donde se concentran todos los recursos necesarios para el procesamiento de información de una organización.

En el CPD, así como en otros tipos de edificios, el sistema de cableado para tecnologías de información es tan importante como los sistemas de aire de precisión, energía eléctrica, iluminación y seguridad, entre otros.

Al igual que con los otros sistemas, una interrupción de su servicio puede tener serias consecuencias. La efectividad y función de las organizaciones o las empresas pueden verse amenazadas por una pobre calidad de servicio, causado por:

- La ausencia de un diseño bien planeado
- Uso de componentes inapropiados
- Instalación incorrecta
- Mala administración
- Soporte inadecuado

Los sistemas de cableado de Comunicaciones dentro de un centro de procesamiento de datos, ya sean genéricos o de aplicación específica, tienen la difícil tarea de brindar el más alto grado de disponibilidad y desempeño, sin sacrificar flexibilidad para soportar las tecnologías de comunicaciones, almacenamiento y procesamiento de datos, las cuales se mantienen en constante evolución.

Alcance

Los sistemas de cableado genérico para centros de procesamiento de datos deben:

- Soportar una amplia gama de servicios de comunicaciones propias del CPD.
- Ofrecer un ciclo de vida mínimo de diez años.
- Abarcar sistemas de cableado de par trenzado balanceado y sistemas de cableado de Fibra óptica.

Diseñarse de modo que las distancias máximas para la distribución de los servicios de comunicaciones no sean más de 2000 m., aunque sus principios pueden aplicarse a instalaciones que excedan este rango.



COMUNICACIONES

2. Factores Clave

El cableado afecta factores clave en el centro de procesamiento de datos:

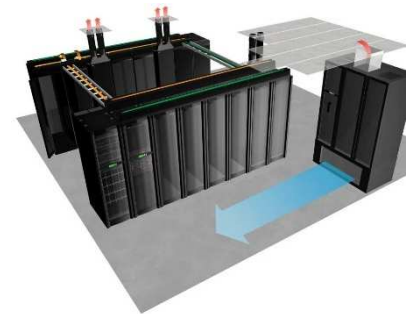
- Sistema de Enfriamiento
 - Flujo de aire
 - Densidad
 - Flexibilidad
- Confiabilidad
- Seguridad
- Soporte



Factor Clave – Enfriamiento

El incremento en los canales de cable debido a la mayor densidad de equipos presenta los siguientes problemas:

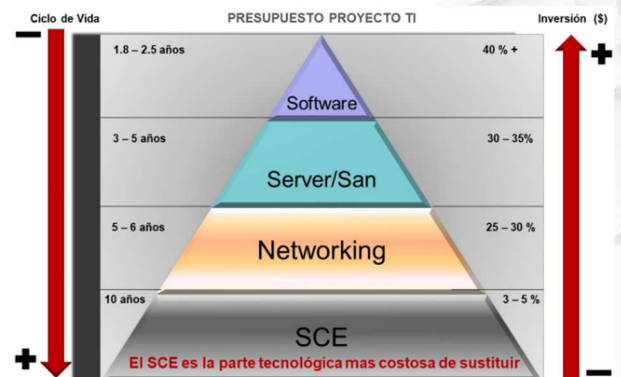
- Canalizaciones de cable congestionadas que restringen el flujo de aire de enfriamiento
- Sin una adecuada planeación, el incremento en la densidad puede impedir severamente la expansión futura y los MACs (movimientos, adiciones y cambios).



Factor Clave – Confiabilidad

¿Cómo el Cableado de Comunicaciones afecta la confiabilidad en el CPD?

- Es el componente de la red más durable
 - Mínimo 10 años de ciclo de vida
 - 2 a 3 veces mayor que los equipos activos
- Difícil de reemplazar y renovar
- Representa entre el 2 y 3% del gasto en Infraestructura de TIC **y menos de 0.17% del DC**
- La planta física y el cableado es responsable del 70% de las caídas de red¹



¹ LAN Technology

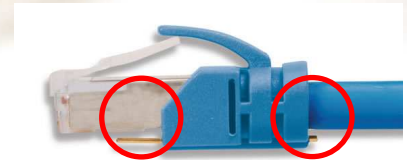


COMUNICACIONES

Factor Clave - Seguridad

Las regulaciones de seguridad¹ para sistemas de procesamiento de información, incluyen la capa física y por lo tanto el sistema de cableado. Deben implementarse sistemas de administración que ayuden a los usuarios a cumplir con estas regulaciones:

- Asegurando la documentación exacta de la infraestructura.
- Manteniendo un registro de los eventos de red. Simplificando la conformidad con tareas de auditoría.
- Permitiendo medidas preventivas antes de que surjan problemas de no conformidad.
- Fortaleciendo las medidas de seguridad y privacidad
- Detectando intrusiones a la red
- Identificando la ubicación física de dispositivos intrusos o infectados



¹ Algunas de estas regulaciones son Sarbanes Oxley, ITIL, HIPPA y FDA 21 CFR parte 11.



COMUNICACIONES

Factor Clave - Soporte

Los valores agregados ofrecidos con los sistemas de cableado de Comunicaciones son esenciales para asegurar el grado de desempeño y el grado de disponibilidad de los servicios. Un servicio de soporte profesional debe incluir:

- Instaladores y diseñadores certificados por Organismos o Fabricantes.
- Garantía que incluya productos, instalación, desempeño de sistema y aseguramiento de aplicaciones futuras.
- Soporte técnico especializado en centros de cómputo.
- Asesoría en la planeación de ampliaciones y modificaciones.





COMUNICACIONES

3. Referencias Normativas

Una adecuada planeación del sistema de cableado es de suma importancia ya que una vez instalado es difícil de reemplazar y renovar. Para diseñar adecuadamente un cableado para centros de cómputo, actualmente se cuenta con algunas normas emitidas por comités internacionales.

Las normas que especifican sistemas de cableado para centros de datos son las siguientes:

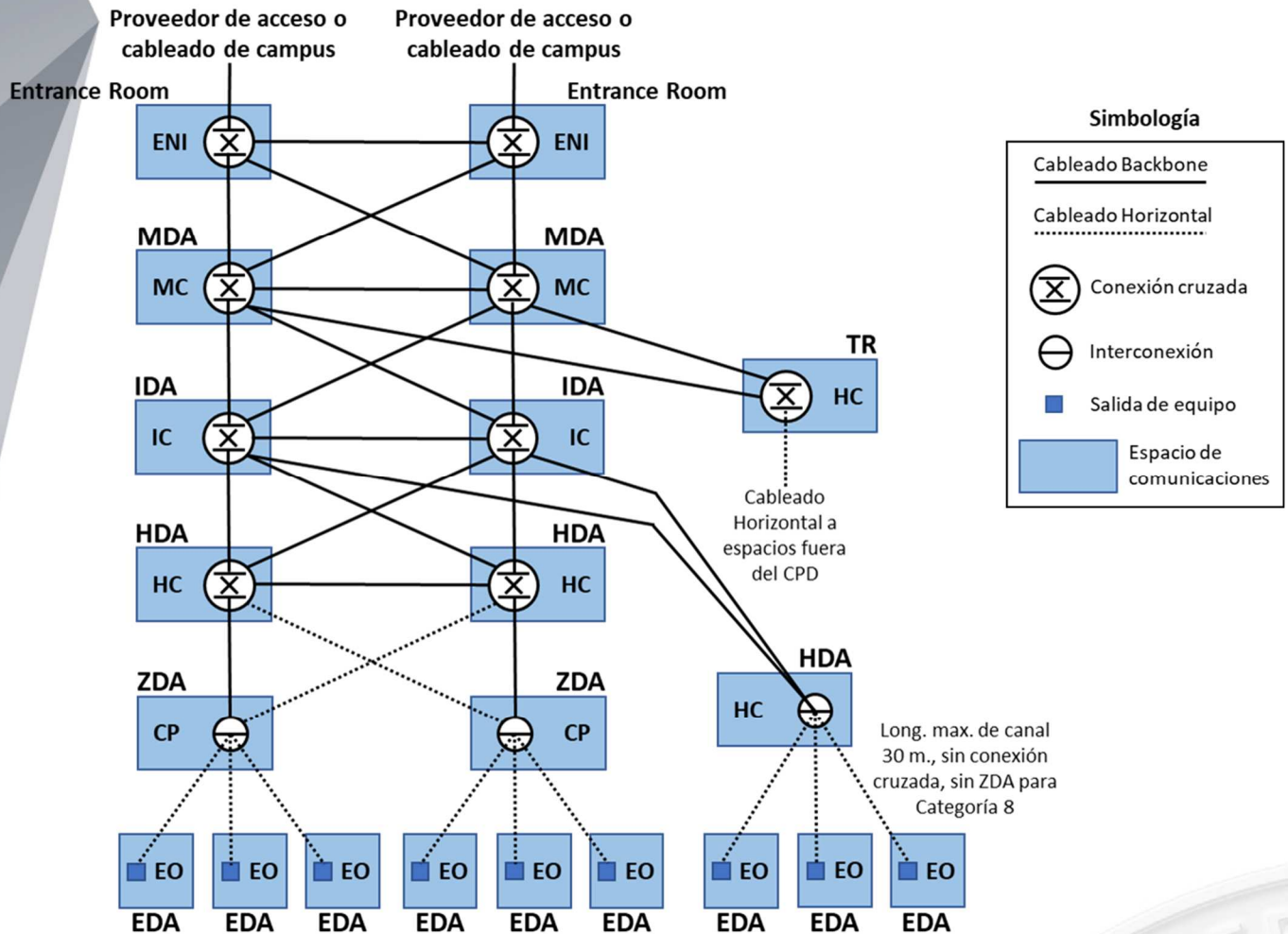
- ICREA Std-131-2021
- ANSI/TIA-942 Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers
- ISO/IEC 24764 Information technology – Generic cabling for Data Centre premises (ahora ISO/IEC 11801-5)
- EN-50173-5 Information technology – Generic cabling systems – Part 5: Data Centres

Aunque todas estas nuevas normas se basan en las ya existentes para edificios comerciales, han introducido nuevos conceptos, términos y estructuras apropiados al entorno dentro del centro de cómputo. Aunque esencialmente hay un trabajo de armonización en las especificaciones, existen algunas diferencias entre ellas:



COMUNICACIONES

El Estándar ANSI/TIA-942 define la siguiente estructura:





COMUNICACIONES

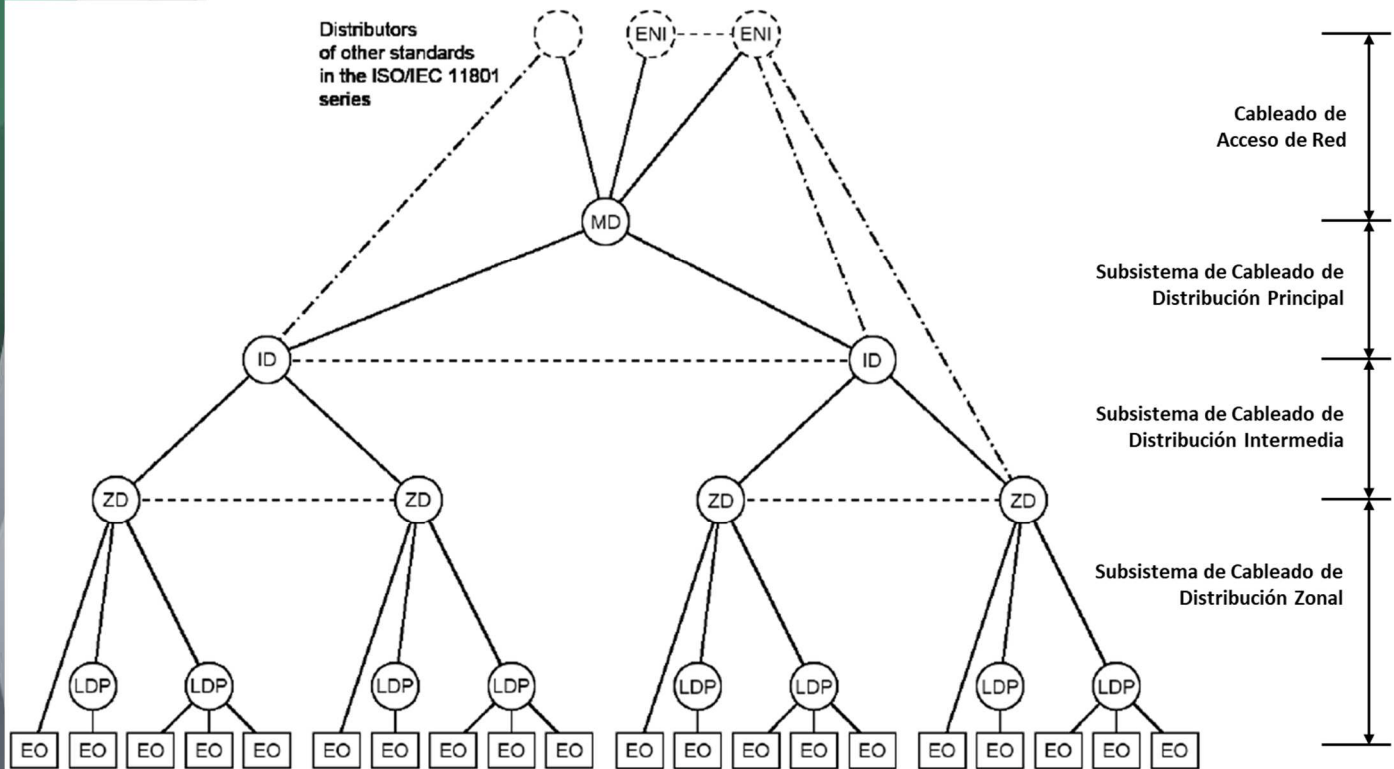
Terminología (ANSI/TIA-942):

- ER (Entrance Room): Cuarto de Entrada (Acometida de telecomunicaciones, cuartos de proveedores)
- CC (Cross-Connect): Marco de Conexión, conexión cruzada conforme a ANSI/TIA-568.1-E (MC, IC o HC)
- MDA (Main Distribution Area): Área de Distribución Principal
- HDA (Horizontal Distribution Area): Área de Distribución Horizontal
- ZDA (Zone Distribution Area): Área de Distribución Zonal
- CP (Consolidation Point): Punto de Consolidación
- EDA (Equipment Distribution Area): Área de Distribución de Equipos
- EO (Equipment Outlet): Salida de Equipo



COMUNICACIONES

En forma similar, el Estándar ISO/IEC 11801 - 5 define la siguiente estructura:





COMUNICACIONES

Terminología (ISO/IEC 11801 - 5)

- ENI (External Network Interface): Interfaz de Red Externa (Acometida de telecomunicaciones, cuartos de proveedores)
- MD (Main Distributor): Distribuidor Principal
- ID (Intermediate Distributor): Distribuidor Intermedio
- ZD (Zone Distributor): Distribuidor Zonal
- LDP (Local Distribution Point): Punto de Distribución Local
- EO (Equipment Outlet): Salida de Equipo

Como se puede apreciar, los elementos tienen la misma función aunque utilizan diferentes términos.

La siguiente tabla contiene la equivalencia entre los términos empleados en las normas de cableado para edificios y en las normas de cableado para centros de cómputo.

ICREA Std-131-2021	TIA-568-B	ISO/IEC 11801	TIA-942	ISO/IEC 11801-5 ISO/IEC 24764
MDA <i>(Main Distribution Area)</i>	MC <i>(Main Cross-Connect)</i>	CD <i>(Campus Distributor)</i>	MDA <i>(Main Distribution Area)</i>	MD <i>(Main Distributor)</i>
IDA <i>(Intermediate Distribution Area)</i>	IC <i>(Intermediate Cross-Connect)</i>	BD <i>(Building Distributor)</i>	IDA <i>(Intermediate Distribution Area)</i>	TD <i>(Intermediate Distributor)</i>
HDA <i>(Horizontal Distribution Area)</i>	HC <i>(Horizontal Cross-Connect)</i>	FD <i>(Floor Distributor)</i>	HDA <i>(Horizontal Distribution Area)</i>	ZD <i>(Zone Distributor)</i>
ZDA <i>(Zone Distribution Area)</i>	CP <i>(Consolidation Point)</i>	CP <i>(Consolidation Point)</i>	ZDA <i>(Zone Distribution Area)</i>	LDP <i>(Local Distribution Point)</i>
EDA <i>(Equipment Distribution Area)</i>	TO <i>(Telecommunications Outlet)</i>	TO <i>(Telecommunications Outlet)</i>	EDA <i>(Equipment Distribution Area)</i>	EO <i>(Equipment Outlet)</i>



COMUNICACIONES

Además de las normas específicas para cableados en centros de cómputo, para la especificación de sistemas de cableado de edificio y de infraestructura, se han tomado como base las siguientes normas:

- ISO/IEC 11801:2002. 2nd Ed. Information technology - Generic cabling for customer premises
- ISO/IEC 18010 1st Ed. (2002) Information technology - Pathways and spaces for customer premises
- ISO/IEC TR 14763-1 1st Ed. (1999) Information technology - Implementation and operation of customer premises cabling - Part 1: Administration



COMUNICACIONES

4. Glosario gráfico de cableado

Jack tipo RJ-45

Conector modular hembra de 8 posiciones tipo RJ-45, disponible en categorías 5E, 6 y 6A



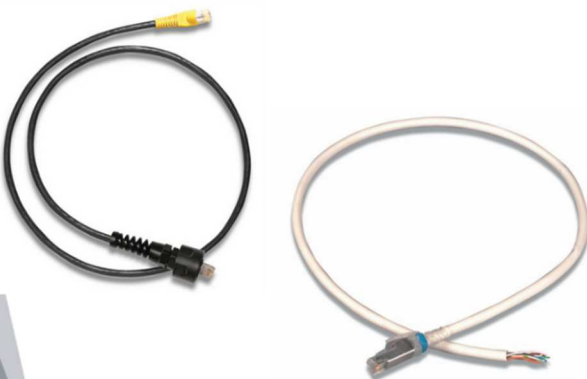
Plug tipo RJ-45

Conector macho de 8 posiciones tipo RJ-45, disponible en categorías 5E, 6, 6A



Patch cord (Cordón de parcheo)

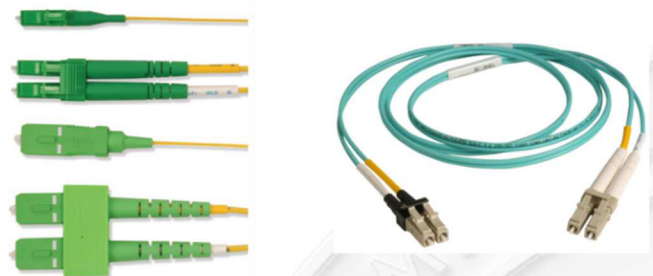
Cable de Par Trenzado de Cobre que puede estar terminado en uno o en ambos extremos, típicamente con plugs.



Jumper y Pigtail

Jumper: Cable de Fibra Óptica terminado en ambos extremos con conectores simplex (1 Hilo) o Duplex (2 Hilos).

Pigtail: Cable de Fibra Óptica terminado en un solo extremo típicamente con conectores simplex (1 Hilo).





COMUNICACIONES

Rack (Bastidor de Comunicaciones)

Es un bastidor abierto que puede ser de 2 o 4 postes, típicamente de 45 URs. Los hay de aluminio (baja carga) y de acero.



Gabinete de Comunicaciones

Un gabinete de comunicaciones cuenta con un bastidor interno de 2 o 4 postes (típicamente), así como puertas frontales y traseras; tapa superior y algunos ofrecen tapas inferiores.

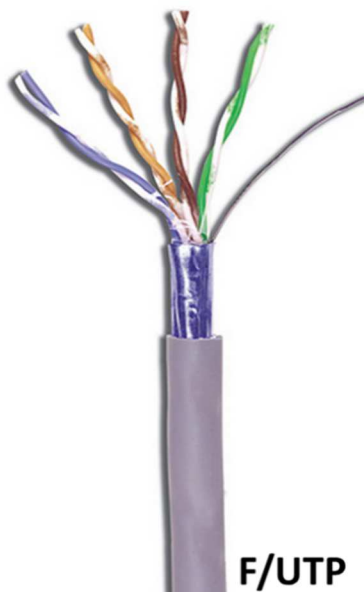
Disponibles en diferentes alturas (en URs), anchos y profundidades.





COMUNICACIONES

Cables de Par Trenzado Balanceado de Cobre



La nomenclatura de los cables de Par Trenzado balanceado depende de si posee blindaje o no y del tipo de blindaje en caso de tenerlo.

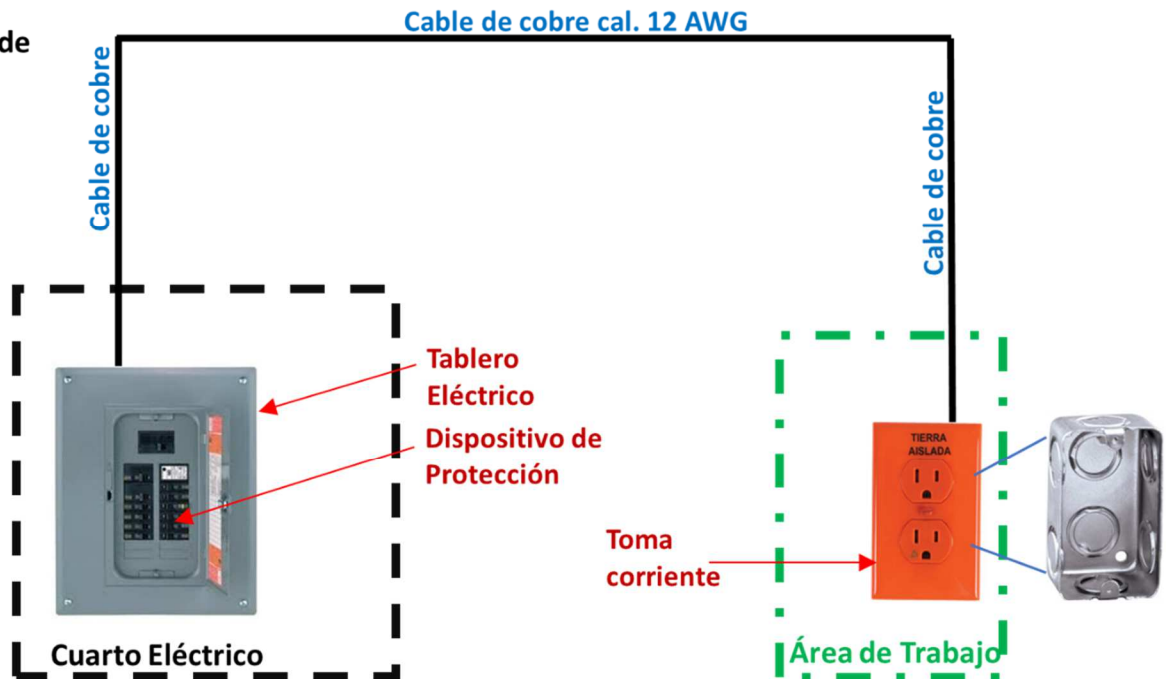
Las abreviaturas para designar los cables utilizan la sintaxis *xx/xTP*, donde:

- *xx/* indica el tipo de blindaje alrededor del conjunto de los 4 pares, el cual puede ser:
 - F/* (Foil – blindaje de pantalla de aluminio)
 - S/* (Shield – blindaje tipo malla)
 - SF/* (Shielded Foil – blindaje tipo malla sobre pantalla de aluminio)
 - U/* (Unshielded – no tiene blindaje) opcional
- */x* indica si posee o no blindaje alrededor de cada 4 par, el cual puede ser:
 - F/* (Foil – blindaje de pantalla de aluminio)
 - U/* (Unshielded – no tiene blindaje) opcional
- *TP* (últimos dos caracteres) significa Par Trenzado por sus siglas en inglés (Twisted Pair)

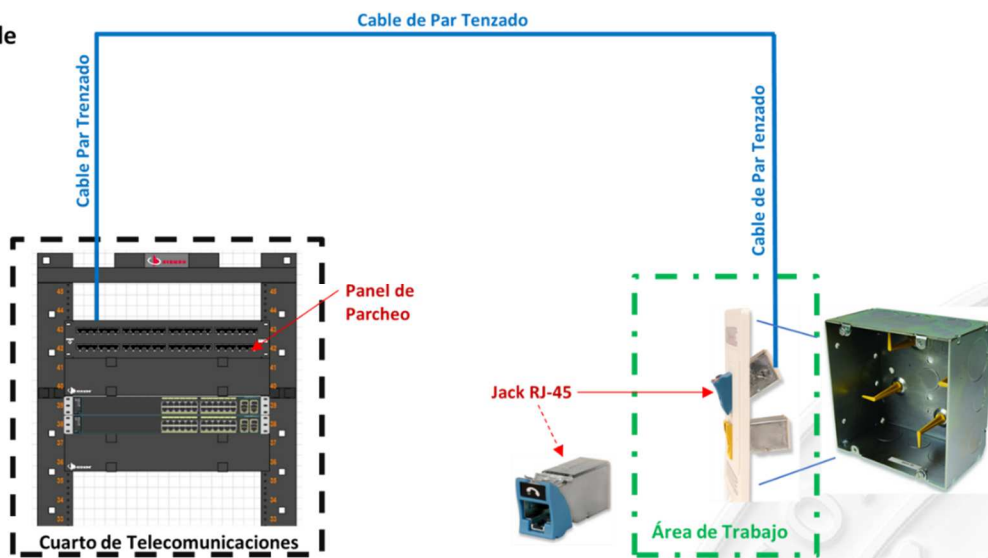


COMUNICACIONES

Componentes básicos de un circuito eléctrico



Componentes básicos de un canal de cableado





COMUNICACIONES

5. Elementos Funcionales

En esta sección se identificarán los elementos funcionales de un sistema de cableado estructurado genérico para un centro de procesamiento de datos, se describirá cómo se conectan para formar subsistemas, y se identificarán las interfaces en las cuales se conectan los componentes de aplicación específica.

Los sistemas de cableado estructurado genérico deben especificarse en sustitución de las conexiones punto a punto entre equipos (excepto entre equipos contiguos o en proximidad cercana, o entre equipos que no puedan conectarse por medio del cableado genérico), las cuales pueden entorpecer la administración y operación del centro de cómputo.

De acuerdo con el estándar ICREA Std-131-2021, existen trece elementos funcionales básicos en un sistema de cableado estructurado genérico para centros de procesamiento de datos, los cuales se enumeran a continuación:

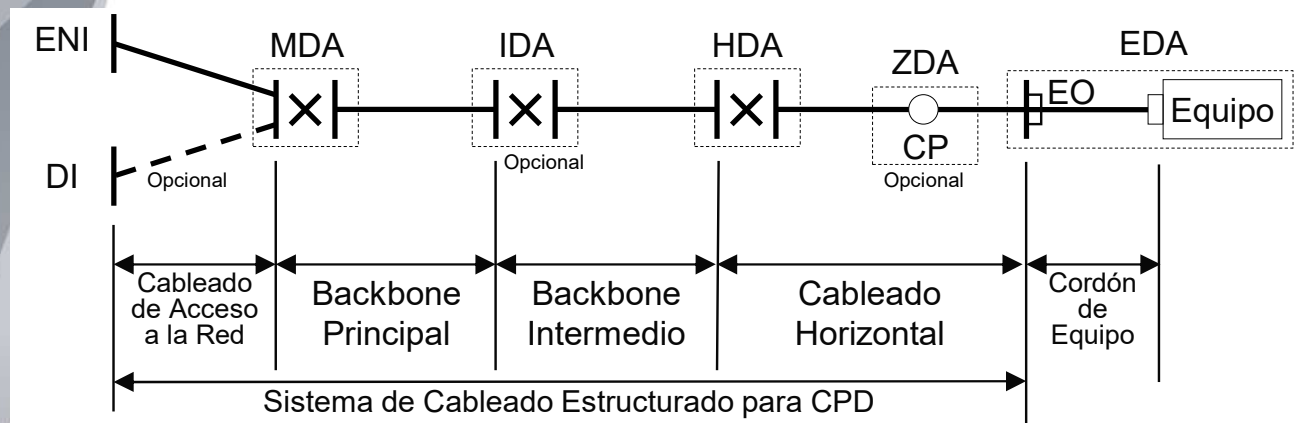
1. ENI (External Network Interface) – Interfaz de Red Externa
2. Cable de Acceso a la Red
3. DI - Distribuidor del Inmueble
4. MDA (Main Distribution Area) – Área de Distribución Principal
5. Backbone Principal
6. IDA (Intermediate Distribution Area) – Área de Distribución Intermedia
7. Backbone Intermedio
8. HDA (Horizontal Distribution Area) – Área de Distribución Horizontal
9. Cableado Horizontal
10. ZDA (Zone Distribution Area) – Área de Distribución Zonal
11. CP (Consolidation Point) – Punto de Distribución Local
12. EDA (Equipment Distribution Area) – Área de Distribución de Equipos
13. EO (Equipment Outlet) – Salida de Equipo



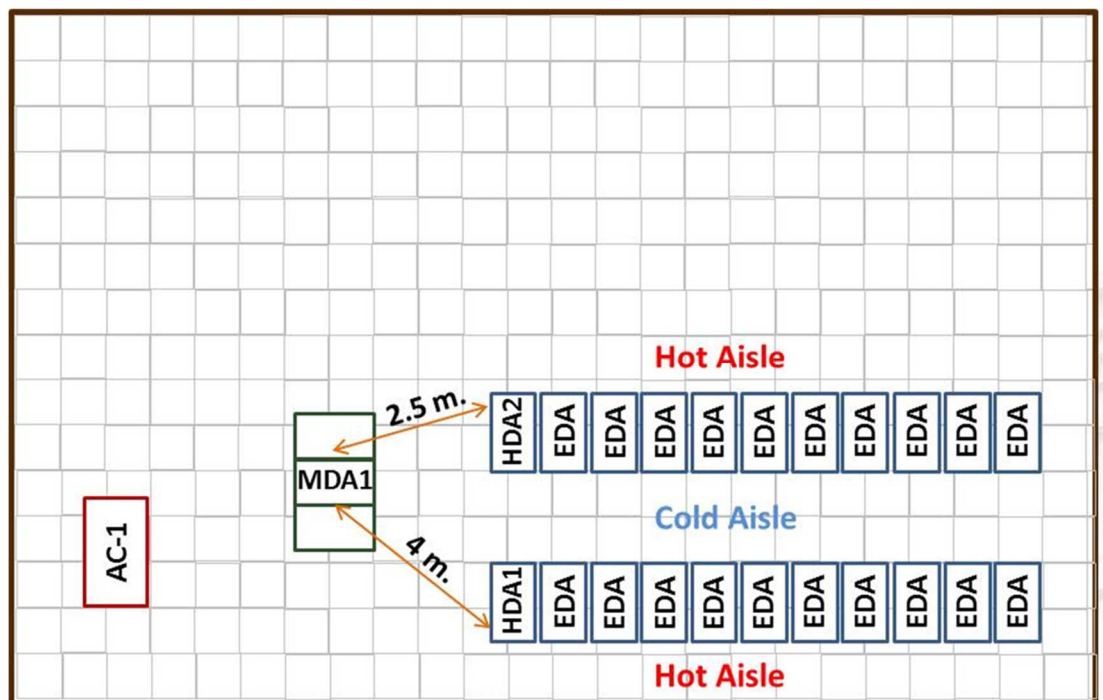
COMUNICACIONES

Conjuntos de estos elementos funcionales se conectan entre sí para formar subsistemas de cableado.

El siguiente esquema ilustra el acomodo de los trece elementos funcionales:



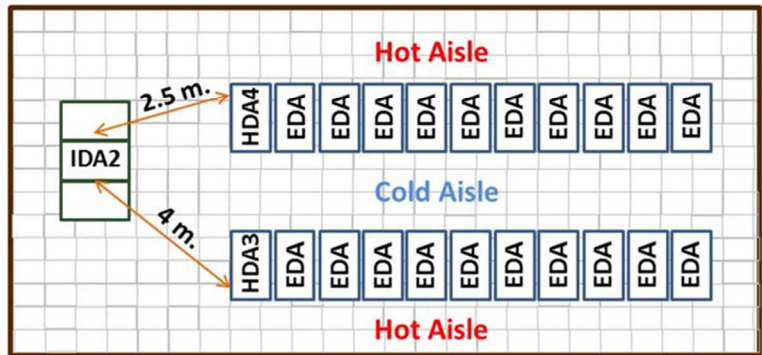
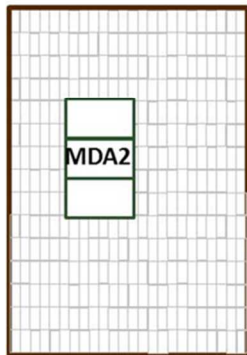
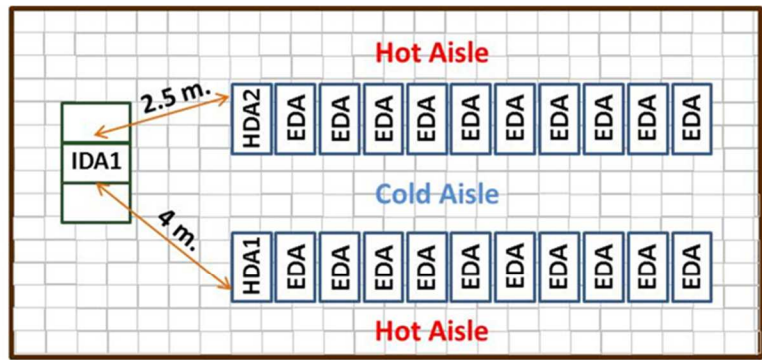
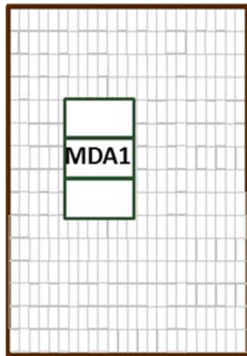
Ejemplo de Lay-out con MDA y HDA





COMUNICACIONES

Ejemplo de Lay-out con MDA, IDA y HDA





COMUNICACIONES

Subsistemas de cableado

El sistema de cableado estructurado para centros de procesamiento de datos debe ser genérico y no debe tener más de cuatro subsistemas jerárquicos:

1. Cableado de Acceso a la Red: se extiende entre el MDA y la ENI, o entre el MDA y uno o varios distribuidores del edificio (CD, BD o FD) conforme a la norma ISO/IEC 11801. Incluye el cable de acceso a la red y sus terminaciones mecánicas.
2. Backbone Principal (cableado vertebral [backbone] conforme a TIA-568-B.1); que se extiende entre el MDA y uno o más IDA. Incluye el cable backbone principal y sus terminaciones mecánicas.
3. Backbone Intermedio (cableado vertebral [backbone] conforme a TIA-568-B.1); que se extiende entre el IDA y uno o más HDA. Incluye el cable backbone intermedio y sus terminaciones mecánicas.
4. Cableado Horizontal (cableado horizontal conforme a TIA-568-B.1); que se extiende entre el HDA y las EO, o entre el MDA y las EO (en caso de no existir IDA ni ZDA). El cableado horizontal puede contener opcionalmente CPs. Incluye el cable horizontal y sus terminaciones mecánicas; el CP (opcional); el cable CP (opcional) y sus terminaciones mecánicas y la EO.

Aunque los cordones que conectan directamente a los equipos activos forman parte del canal de transmisión, no se consideran parte del sistema de cableado, ya que sus especificaciones e interfaces dependen del equipo activo y de la aplicación particular.¹

Los cordones que se utilizan para conectar los equipos activos deben ser de la misma categoría del cableado instalado para conservar el desempeño de canal².

El sistema de cableado estructurado especificado en esta norma restringe el uso de cordones para conexión punto a punto dentro del CPD debido al detrimento que puede causar en la administración y operación del mismo³.

Excepción: Se permiten conexiones de equipos en proximidad entre equipos que no se puedan comunicar sobre sistemas de cableado genérico; por ejemplo, cables tipo DAC (Direct Attached Cable)⁴.

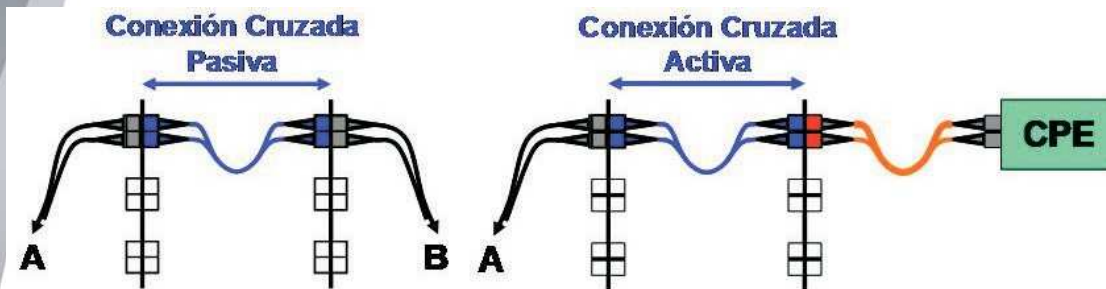
^{1,2,3,4} ICREA Std-131-2021 2da. Ed., Art. 450.3.2 Subsistemas



6. Conexiones

Conexiones Cruzadas

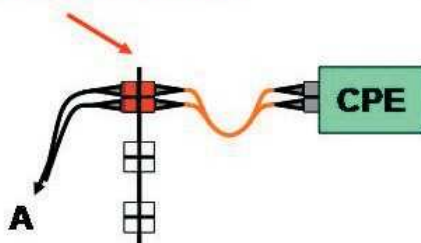
La conexión cruzada emplea dos piezas de hardware de conexión unidos por un cordón de parcheo (patch cord) o puente (jumper).



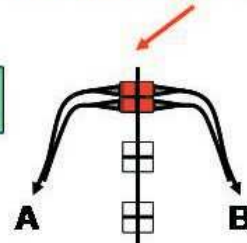
Interconexiones

La interconexión emplea una sola pieza de hardware de conexión, el cual puede unir dos subsistemas de cableado u un subsistema de cableado con un cable o cordón de aplicación específica.

Interconexión Activa



Interconexión Pasiva





COMUNICACIONES

Las conexiones entre subsistemas de cableado pueden ser activas, usando equipo de aplicación específica, o pasivas.

La conexión de equipo activo en el MDA, IDA o en el HDA puede ser por medio de conexiones cruzadas o interconexiones. La conexión de equipo activo en la ENI o en la EO sólo puede utilizar la interconexión.

Las conexiones pasivas entre subsistemas de cableado pueden realizarse por medio de conexiones cruzadas o interconexiones.

El hardware de conexión puede terminar un subsistema de cableado o cable o cordón de aplicación específica.

Los cordones o puentes que se empleen para hacer conexiones cruzadas pertenecen al subsistema de cableado genérico en el cual se utilicen (MDA, IDA o HDA).

Los cordones o cables que se empleen para interconectar los equipos activos son de aplicación específica y por lo tanto no forman parte del sistema de cableado genérico.

En el CP sólo podrán usarse interconexiones pasivas.



7. Canales y enlaces

El canal es la vía de transmisión entre equipos de telecomunicaciones tales como servidores o suites. Un canal típico consiste en un subsistema de cableado junto con los cordones de equipo de aplicación específica.

Para extender el alcance del servicio, los canales pueden consistir en la unión de dos o más subsistemas más los cordones de equipos.

Los enlaces sólo incluyen elementos pertenecientes a los subsistemas de cableado y no incluyen los cordones de equipo.

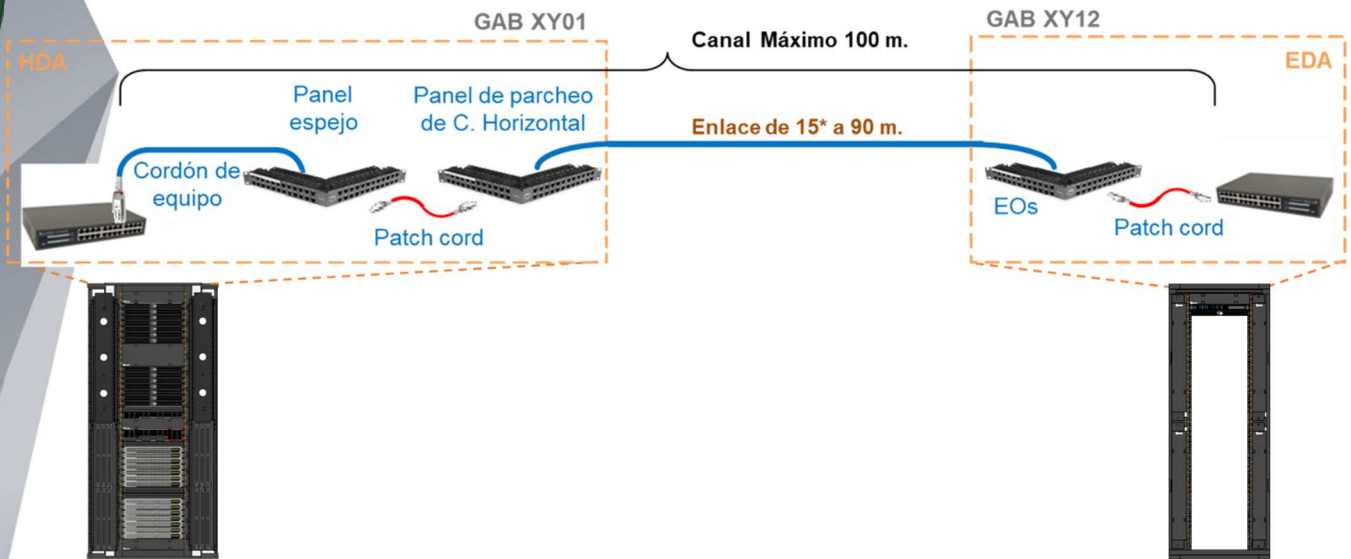


* Se define una distancia mínima de 15 metros entre el primero punto de conexión (panel en el TR) y el CP para minimizar el efecto de Pérdida de Retorno (RL)

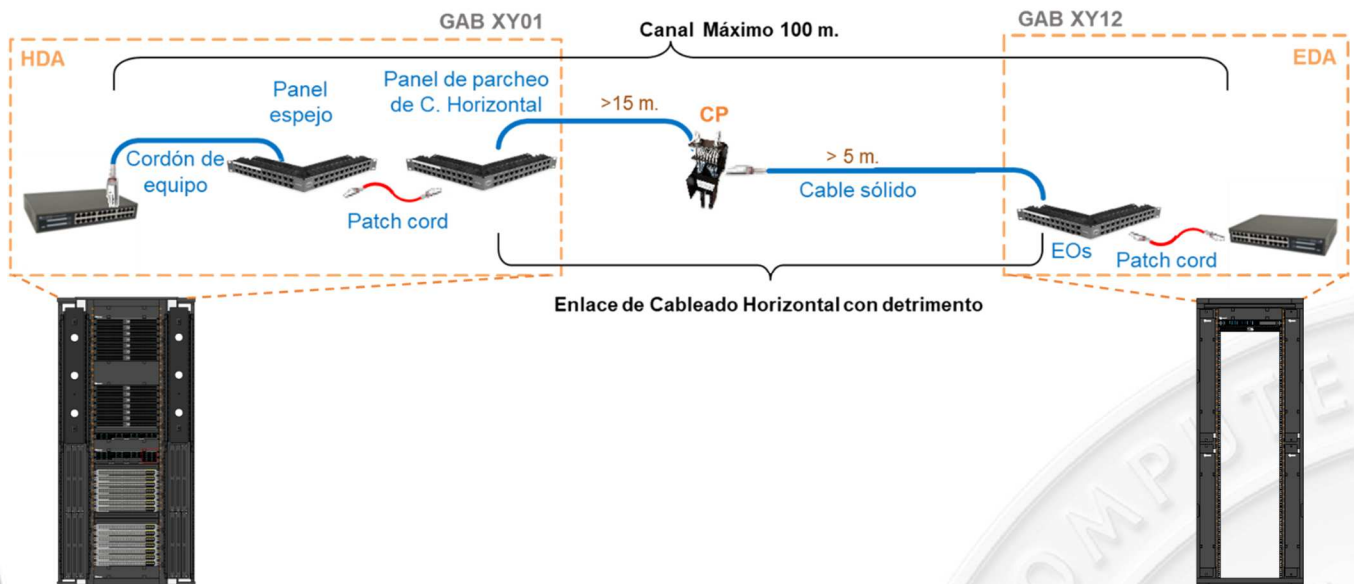


COMUNICACIONES

Canal de Par Trenzado con tres puntos de conexión



Canal de Par Trenzado con cuatro puntos de conexión



* Se define una distancia mínima de 15 metros entre el primero punto de conexión (panel en el TR) y el CP para minimizar el efecto de Pérdida de Retorno (RL)



COMUNICACIONES

8. Distribución de Elementos Funcionales

Interfaz de Red Externa (ENI)

La interfaz de red externa que se encuentre fuera del CPD, debe ubicarse en un sitio permanente, seguro y con acceso controlado de acuerdo con el NIVEL requerido.

Si la interfaz de red externa se instala dentro del CPD, se debe asegurar que personal externo no tenga acceso a otros equipos dentro del CPD.

Para NIVEL II y III la interfaz de red externa principal debe estar ubicada fuera de las áreas AC-0a y AC-0b. La interfaz de red externa secundaria puede estar dentro del área AC-0b siempre que exista una división con acceso controlado e independiente, sin comunicación con los equipos TIC del área AC-0b.

Para NIVEL III, IV y V la separación mínima entre las interfaces de red externa debe ser de 20 m (65 ft) y estar preferentemente en extremos opuestos del CPD. El espacio que aloja a los equipos y distribuidores de cableado de la interfaz de red externa debe estar separado de cualquier otro espacio con equipos o infraestructura de soporte al CPD.

Para NIVEL IV y V ambas interfaces de red externa deben estar ubicadas fuera de las áreas AC-0a y AC-0b.





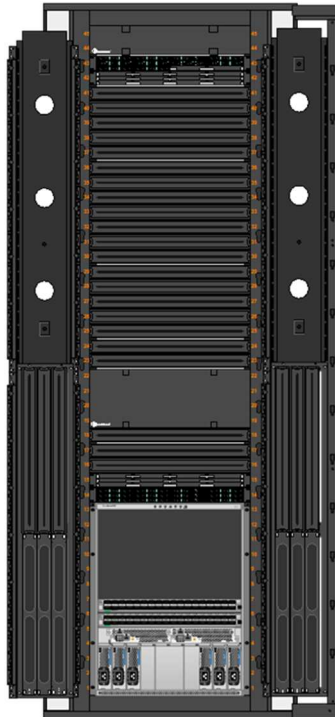
COMUNICACIONES

Área de Distribución Principal (MDA)

El MDA es el punto central del sistema de cableado del centro de cómputo. El MDA puede concentrar:

- El cableado de acceso a la red exterior al centro de procesamiento de datos, ya sea de la acometida de proveedores de servicio o del sistema de cableado del edificio.
- El cableado backbone principal interior al centro de cómputo proveniente de uno o más IDA o HDA.
- El cableado backbone principal interior al centro de cómputo proveniente de uno o más MDA redundantes (este-oeste).
- El cableado horizontal proveniente de las EO que se conecten directamente al MDA.
- El cableado horizontal proveniente de uno o más CP.

Diagrama esquemático típico de componentes en el MDA





COMUNICACIONES

Área de Distribución Intermedia (IDA)

El IDA es el punto intermedio y opcional entre el MDA y el HDA cuando la topología es más compleja y/o extensa. El IDA puede concentrar:

- El cableado backbone principal interior al centro de procesamiento de datos proveniente de uno o más MDA.
- El cableado backbone secundario interior al centro de procesamiento de datos proveniente de uno o más HDA.
- El cableado backbone secundario proveniente de uno o más IDA redundantes (este-oeste).
- El cableado horizontal proveniente de las EO que se conecten directamente al IDA.
- El cableado horizontal proveniente de uno o más CP.

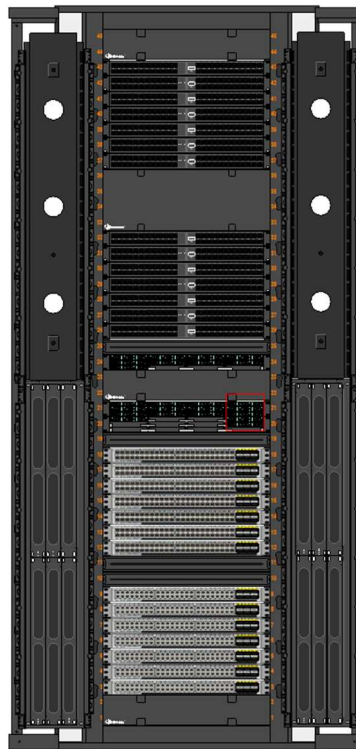
Área de Distribución Horizontal (HDA)

El HDA contiene la interfaz entre el cableado backbone principal o el cableado backbone intermedio y el cableado horizontal hacia las EO. El HDA puede concentrar:

- El cableado backbone principal proveniente de uno o más MDA
- El cableado backbone intermedio proveniente de uno o más IDA
- El cableado horizontal proveniente de otros HDA redundantes (este-oeste)
- El cableado horizontal proveniente de las EO
- El cableado horizontal proveniente de uno o más CP (opcionales)



Diagrama esquemático típico de componentes en el HDA



Punto de Consolidación (CP)

El CP consiste en un punto de conexión en el cableado horizontal, el cual se ubica entre un HDA (o un IDA o un MDA) y una EO. El CP se utiliza cuando se desea una mayor flexibilidad y facilidad para frecuentes adiciones o movimientos de equipos.



COMUNICACIONES

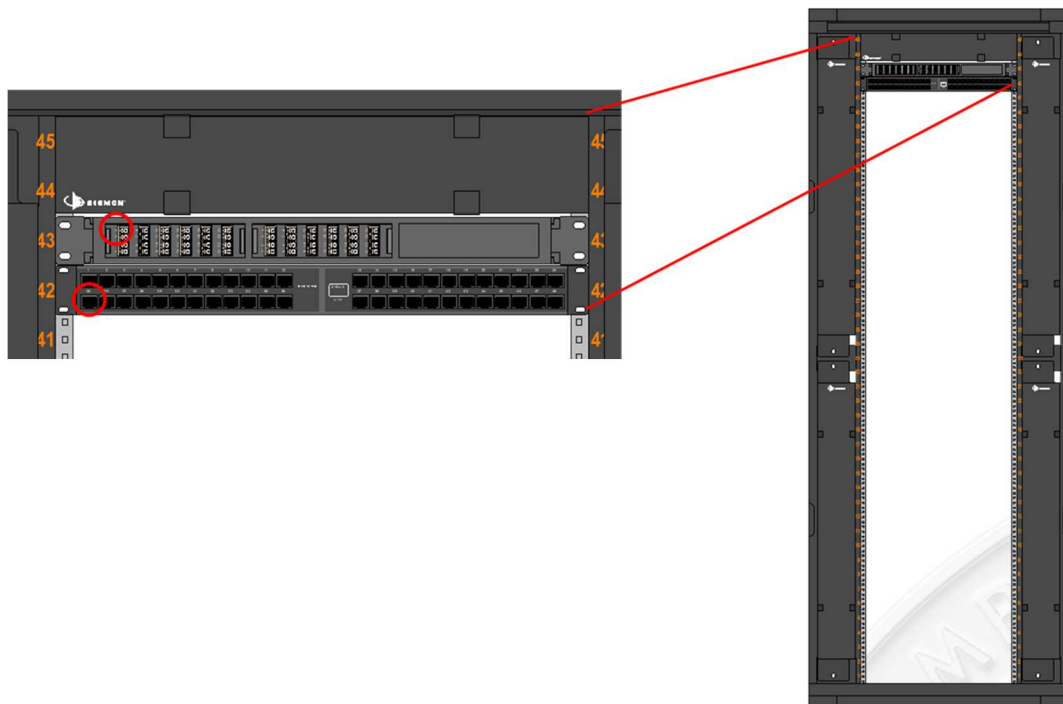
Salida de Equipo (EO)

La EO es el elemento funcional donde se realiza la interconexión de equipos activos tales como servidores, procesadores centrales, dispositivos de almacenamiento, etc., y se encuentra dentro del EDA.

El cableado horizontal que atiende a la EO puede provenir de:

- Uno o más MDA
- Uno o más IDA
- Uno o más HDA
- Uno o más CP

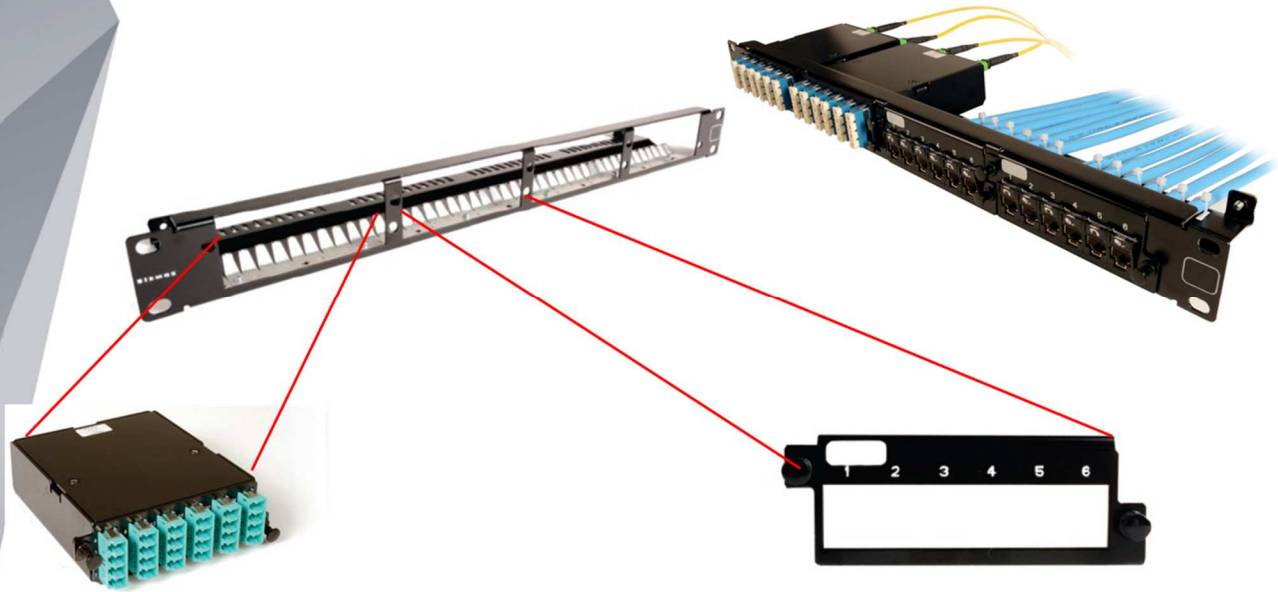
Diagrama esquemático típico de componentes en el EDA





COMUNICACIONES

Optimización de URs para componentes en el EDA





COMUNICACIONES

9. Redundancia

El número y configuración de subsistemas que se incluyen en la implementación de un sistema de cableado dependen de la estructura y tamaño del centro de cómputo, así como de la estrategia del usuario.

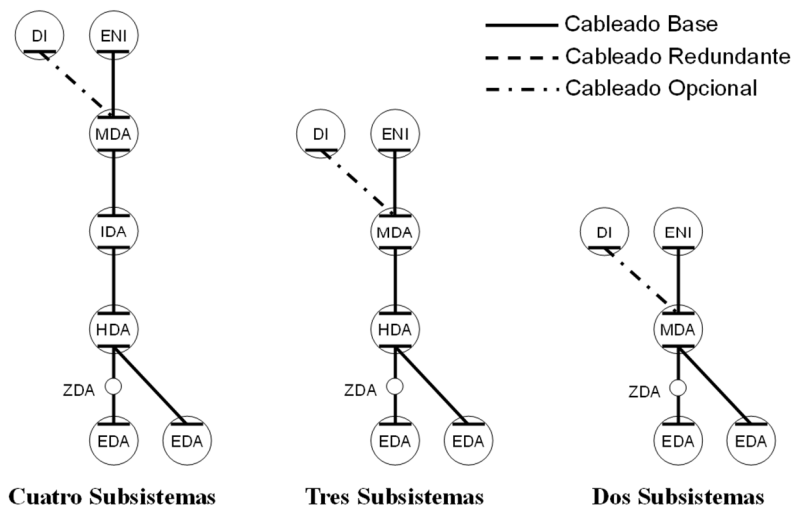
El diseño de los distribuidores debe asegurar que la longitud de cordones de parcheo, puentes y cordones de equipos sean las menores posibles.

Un Área de Distribución Principal (MDA) puede incluir también la función de un Área de Distribución Horizontal (HDA).

Con el fin de incrementar la confiabilidad y seguridad de las conexiones, pueden implementarse esquemas de redundancia donde haya múltiples cableados entre las áreas de distribución siguiendo trayectorias físicamente separadas.

Los cables que se extienden entre los diferentes elementos funcionales pueden seguir rutas físicamente separadas para aumentar el grado de redundancia. Los diagramas de topologías redundantes se muestran a continuación.

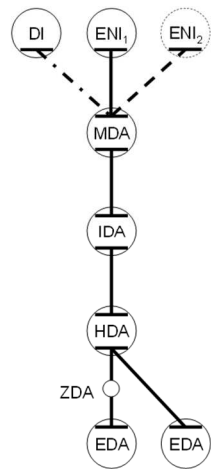
Redundancia Nivel I



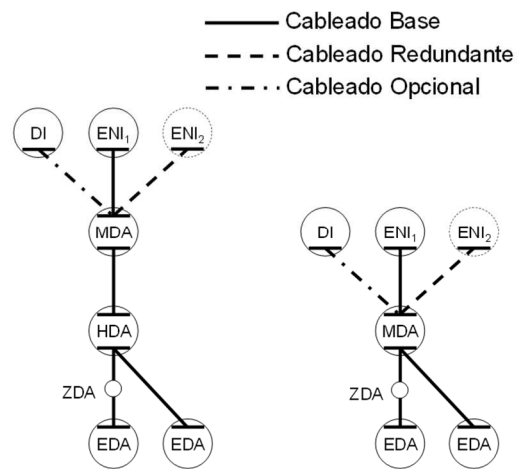


COMUNICACIONES

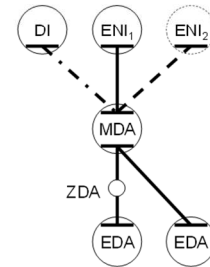
Redundancia Nivel II



Cuatro Subsistemas



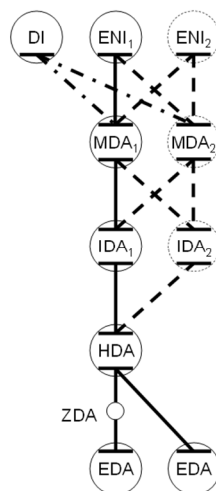
Tres Subsistemas



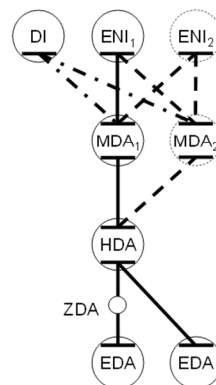
Dos Subsistemas

— Cableado Base
- - - Cableado Redundante
- · - · Cableado Opcional

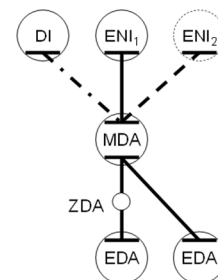
Redundancia Nivel III



Cuatro Subsistemas



Tres Subsistemas



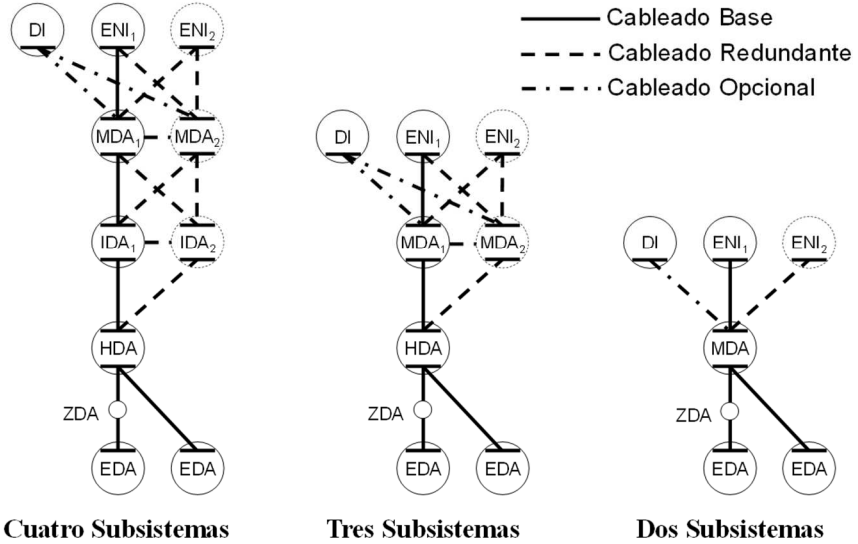
Dos Subsistemas

— Cableado Base
- - - Cableado Redundante
- · - · Cableado Opcional

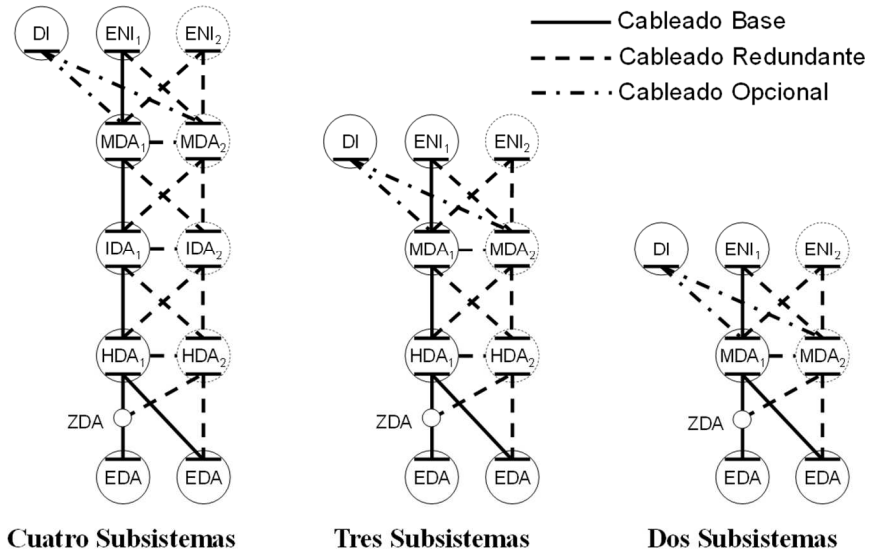


COMUNICACIONES

Redundancia Nivel IV



Redundancia Nivel V





COMUNICACIONES

Consideraciones para redundancia

La redundancia en todos los NIVELES debe abarcar los componentes de cableado, racks/gabinetes, canalizaciones y estructuras de soporte. Las canalizaciones redundantes deberán seguir trayectorias físicas independientes para una mayor seguridad, tolerancia a fallas y continuidad de servicio¹.

Excepción: *Puede ocuparse la misma canalización para el cableado horizontal siguiendo trayectorias diferentes hasta su llegada al EDA y en mazos o manojos de cables separados².*

El hardware de conexión de las áreas de distribución redundantes no deberá estar en la misma ubicación/coordenada del CPD³.

Los subsistemas de cableado redundantes deberán ser terminados en un hardware de conexión independiente al subsistema correspondiente, cada uno en sus respectivas áreas de distribución⁴.

Los diferentes elementos funcionales (ENI, MDA, HDA, IDA y EDA) pueden contener más de un equipo de red; por ejemplo, un MDA puede contener dos o más Switches Core⁵.

10. Desempeño de canal y enlace

El soporte de las aplicaciones depende principalmente del desempeño de transmisión del canal, que a su vez depende de la longitud del cable, número de conexiones, desempeño de los componentes y condiciones ambientales a los cuales el canal está sujeto.

Los canales pueden implementarse por medio de:

- Cableado de acceso a la red únicamente
- Cableado Backbone Principal únicamente
- Cableado Backbone Intermedio únicamente
- Cableado Horizontal únicamente
- Una combinación de uno o más de los anteriores



COMUNICACIONES

Par trenzado balanceado de cobre

Los subsistemas de cableado de Par Trenzado balanceado para el cableado backbone principal, backbone secundario y cableado horizontal deberán cumplir con las especificaciones de canal mínimo de acuerdo con lo siguiente:

De acuerdo con el Nivel requerido como mínimo

- NIVEL I: Como mínimo, Clase E/Categoría 6. Preferible: Clase EA/Categoría 6A o superior.
- NIVEL II, III, IV y V: Como mínimo, Clase EA/Categoría 6A o superior.

Excepción 1: *El cableado Clase D/Categoría 5e podrá ser aceptado únicamente para la certificación del Nivel I, siempre y cuando se proporcione documentación que constate que dicho cableado puede soportar aplicaciones 1 Gb/s (pruebas de certificación o especificaciones de fabricante) o de que el cliente manifieste que no requiere el soporte de dichas aplicaciones.*

Excepción 2: *El cableado Clase E/Categoría 6 podrá ser aceptado para la certificación de los Niveles II, III, IV y V, siempre y cuando se proporcione documentación que constate que dicho cableado puede soportar aplicaciones 10 Gb/s (pruebas de certificación o especificaciones de fabricante) o de que el cliente manifieste que no requiere el soporte de dichas aplicaciones.*



COMUNICACIONES

Parámetros requeridos para pruebas de par trenzado balanceado

<u>Clase/ Categoría</u>	<u>Rango de Frecuencia MHz</u>	<u>Parámetros Normativos</u>	<u>Parámetros Informativos</u>	<u>Nivel de Precisión de Equipo de Prueba</u>
<u>Clase D/ Categoría 5e</u>	<u>1 a 100</u>	<u>Mapeo, Pérdida de Inserción, Pérdida de retorno, NEXT, PS NEXT, ACR-F, PS ACR-F, Retardo de Propagación, Diferencia de Retardos</u>	<u>Longitud, ACR-N, PS ACR-N, Resistencia de bucle en c.c.</u>	<u>Ile</u>
<u>Clase E/ Categoría 6</u>	<u>1 a 250</u>			<u>III</u>
<u>Clase EA/ Categoría 6A¹</u>	<u>1 a 500</u>			<u>IIIe</u>
<u>Clase F/ Categoría 7</u>	<u>1 a 600</u>			<u>IV</u>
<u>Clase FA/ Categoría 7A</u>	<u>1 a 1.000</u>			<u>IV</u>
<u>Clase I/ Clase II/ Categoría 8</u>	<u>1 a 2.000</u>			<u>2G</u>
<p>¹ <u>El Cableado Clase E/Categoría 6 sin blindaje debe cumplir con estos parámetros de desempeño para el soporte de 10GBASE-T hasta un canal de máximo 55 m.</u> ² <u>Estos parámetros pueden cumplirse por diseño: p. ej. al utilizar cableado blindado.</u></p>				



COMUNICACIONES

Ancho de banda y aplicaciones para cada Clase/Categoría

Cableado		Componentes		Frecuencia de caracterización	Construcción	Aplicación máxima recomendada
ISO/IEC	TIA	ISO/IEC	TIA			
Clase A	--	--	--	100 kHz	Blindado y no blindado	Voz
Clase B	--	--	--	1 MHz	Blindado y no blindado	Datos 1MHz
Clase C	Categoría 3	Categoría 3	Categoría 3	16 MHz	Blindado y no blindado	10BASE-T
Clase D	Categoría 5e	Categoría 5	Categoría 5e	100 MHz	Blindado y no blindado	100BASE-T
Clase E	Categoría 6	Categoría 6	Categoría 6	250 MHz	Blindado y no blindado	1000BASE-T
Clase E _A	Categoría 6A	Categoría 6 _A	Categoría 6A	500 MHz	Blindado y no blindado	10GBASE-T
Clase F	--	Categoría 7	--	600 MHz	Blindado	10GBASE-T
Clase F _A	--	Categoría 7 _A	--	1,000 MHz	Blindado	25GBASE-T
Clase I	Categoría 8	Categoría 8.1	Categoría 8	2 GHz	Blindado	40GBASE-T
Clase II	--	Categoría 8.2	--	2 GHz	Blindado	40GBASE-T

Longitud máxima de canal en Par Trenzado

La longitud máxima de canal para el cableado de Par Trenzado balanceado debe ser de 100 metros para las aplicaciones soportadas por Categoría 5e, 6, 6_A, 7 y 7_A.

Para las aplicaciones soportadas por Categoría 8 (TIA), Clase I (ISO) y Clase II (ISO) la longitud máxima debe ser 30 metros de acuerdo con ANSI/TIA-568.0-D.

Longitud máxima de enlace permanente en Par Trenzado

La longitud máxima de enlace permanente para el cableado de Par Trenzado balanceado debe ser de 90 metros para las aplicaciones soportadas por Categoría 5e, 6, 6_A, 7 y 7_A.

Para las aplicaciones soportadas por Categoría 8 (TIA), Clase I (ISO) y Clase II (ISO) la longitud máxima de enlace permanente debe ser de 24 metros, considerando la selección adecuada de los cordones de equipo con el factor de detrimento y longitud correspondientes.



COMUNICACIONES

Fibra óptica

Los cableados de fibra óptica deberán cumplir con las especificaciones de desempeño de canal clases OF-300, OF-500 y OF-2000, definidas en la norma ISO/IEC 11801:2002, para los siguientes parámetros:

- Atenuación de canal (channel attenuation)
- Retardo de propagación (propagation delay) Clasificación de canales de fibra óptica
- Los canales clase OF-300 soportan aplicaciones hasta 300 m
- Los canales clase OF-500 soportan aplicaciones hasta 500 m
- Los canales clase OF-2000 soportan aplicaciones hasta 2000 m

Canal	Multimodo		Monomodo	
	850 nm	1300 nm	1310 nm	1550 nm
OF-300	2.55	1.95	1.8	1.8
OF-500	3.25	2.25	2	2
OF-2000	8.5	4.5	3.5	3.5

La elección de componentes de fibra óptica estará determinada por los requisitos de longitud máxima de canal y pérdida de inserción máxima de canal para las aplicaciones soportadas

Para cableados de fibra óptica en todos los Niveles (I, II, III, IV y V) los cableados backbone principal, backbone secundario y cableado horizontal deberán asegurar como mínimo:

- Multimodo OM3 para longitudes de 2 hasta 300 m.
- Multimodo OM4 para longitudes de 2 hasta 400 m.
- Monomodo OS1 para longitudes de 2 hasta 10 Km.
- Monomodo OS2 para longitudes de 2 hasta 40 Km.

Excepción 1: En el Nivel I, para cableados preexistentes, se permitirá como mínimo multimodo OM1, para longitudes de 2 hasta 300 m, lo cual limitará las aplicaciones que dicho cableado puede soportar.

Excepción 2: En el Nivel II, para cableados preexistentes, se permitirá como mínimo multimodo OM2, para longitudes de 2 hasta 300 m, lo cual limitará las aplicaciones que dicho cableado puede soportar.



COMUNICACIONES

Como mínimo, la Fibra Óptica debe permitir el soporte de Ethernet 10G y estar preparada para Ethernet 40G y Ethernet 100G.

Las siguientes tablas indican las aplicaciones para Fibra Óptica y sus requisitos máximos de longitud y pérdida de inserción (sumarizado). Para mayor referencia ver Tablas 450.3.32-1, 450.3.32-2, 450.3.32-3 y 450.3.32-4 del estándar ICREA.

Aplicaciones dúplex Ethernet sobre fibra multimodo

Aplicación	Longitud de onda	OM1	OM2	OM3	OM4/OM5
1000BASE-SX	850 nm	2.6 dB 275 m	3.6 dB 550 m	(Ver 1GFC)	(Ver 1GFC)
1000BASE-LX	1300 nm	2.3 dB 550 m	2.3 dB 550 m	2.3 dB 550 m	2.3 dB 550 m
10GBASE-S	850 nm	2.4 dB 33 m	2.3 dB 82 m	2.6 dB 300 m	2.9 dB 400 m
10GBASE-LX4	1300 nm	2.5 dB 300 m	2.0 dB 300 m	2.0 dB 300 m	2.0 dB 300 m
10GBASE-LRM	1300 nm	1.9 dB 220 m	1,9 dB 220 m	1.9 dB 220 m	1.9 dB 220 m
25GBASE-SR	850 nm	-	-	1.8 dB 70 m	1.9 dB 100 m
50GBASE-SR	850 nm	-	-	1.8 dB 70 m	1.9 dB 100 m



COMUNICACIONES

Aplicaciones dúplex Fibre Channel sobre fibra multimodo

Aplicación 850 nm		OM1	OM2	OM3	OM4/OM5
1G Fibre Channel	100-MX-SN-I	3.0 dB 300 m	3.9 dB 500 m	4.6 dB 860 m	4.6 dB 860 m
2G Fibre Channel	200-MX-SN-I	2.1 dB 150 m	2.6 dB 300 m	3.3 dB 500 m	3.3 dB 500 m
4G Fibre Channel	400-MX-SN	1.8 dB 70 m	2.1 dB 150 m	2.9 dB 380 m	3.0 dB 400 m
8G Fibre Channel	800-MX-SN	1.6 dB 21 m	1.7 dB 50 m	2.0 dB 150 m	2.2 dB 190 m
8G Fibre Channel	800-MX-SA	1.6 dB 40 m	1.9 dB 100 m	2.6 dB 300 m	2.2 dB 300 m
10G Fibre Channel	1200-MX-SN-I	2.4 dB 33 m	2.2 82 m	2.6 dB 300 m	2.9 dB 400 m
16G Fibre Channel	1600-MX-SN	-	1.6 dB 35 m	1.9 dB 100 m	2.0 dB 125 m
32G Fibre Channel	3200-MX-SN-I 3200-MX-SN-S	-	2.0 dB 20 m	1.9 dB 70 m	1.9 dB 100 m
64G Fibre Channel	64GFC-SW	-	-	1.8 dB 70 m	1.9 dB 100 m

Aplicaciones dúplex Ethernet sobre fibra monomodo

Aplicación	Longitud de onda	Atenuación	Distancia
1000BASE-LX	1310 nm	4.5 dB	5,000 m
10GBASE-LX4	1310 nm	6.3 dB	10,000 m
10GBASE-L	1310 nm	6.2 dB	10,000 m
10GBASE-E	1550 nm	11.0 dB	40,000 m
25GBASE-LR	1310 nm	6.3 dB	10,000 m
25GBASE-ER	1310 nm	18.0 dB	40,000 m
50GBASE-FR	1310 nm	4.0 dB	2,000 m
50GBASE-LR	1310 nm	6.3 dB	10,000 m
50GBASE-ER (Draft IEEE 802.3cn)	1310 nm	18.0 dB	40,000 m
40GBASE-LR4	1310 nm	6.7 dB	10,000 m
40GBASE-FR	1310 nm	4.0 dB	2,000 m
100GBASE-LR4	1310 nm	6.3 dB	10,000 m
100GBASE-DR	1310 nm	2.6 dB	500 m
200GBASE-FR4	1310 nm	4.0 dB	2,000 m
200GBASE-LR4	1310 nm	6.3 dB	10,000 m
200GBASE-ER4 (Draft IEEE 802.3cn)	1310 nm	18.0 dB	40,000 m
400GBASE-FR8	1310 nm	4.0 dB	2,000 m
400GBASE-LR8	1310 nm	6.3 dB	10,000 m
4000GBASE-ER8 (Draft IEEE 802.3cn)	1310 nm	18.0 dB	40,000 m



COMUNICACIONES

Aplicaciones paralelas sobre fibra multimodo

Aplicación		Nº de hilos	OM3	OM4	OM5
Ethernet 40G	40GBASE-SR4	8	1.9 dB 100 m	1.5 dB 150 m	1.5 dB 150 m
Ethernet 100G	100GBASE-SR10	20	1.9 dB 100 m	1.5 dB 150 m	1.5 dB 150 m
	100GBASE-SR4	8	1.8 dB 70 m	1.9 dB 100 m	1.9 dB 100 m
	100GBASE-SR2	4	1.9 dB 70 m	1.5 dB 100 m	1.5 dB 100 m
Ethernet 200G	200GBASE-SR4	8	1.8 dB 70 m	1.9 dB 100 m	1.9 dB 100 m
Ethernet 400G	400GBASE-SR16	32	1.8 dB 70 m	1.9 dB 100 m	1.9 dB 100 m
	400GBASE-SR8 (Draft IEEE 802.3cm)	16	1.8 dB 70 m	1.9 dB 100 m	1.9 dB 100 m
	400GBASE-SR4.2 (Draft IEEE 802.3cm)	8	1.8 dB 70 m	1.9 dB 100 m	2.0 dB 150 m
Fibre Channel 128G	128GFC-SW4	8	1.4 dB 70 m	1.5 dB 100 m	1.5 dB 100 m

Aplicaciones paralelas sobre fibra monomodo

Aplicación	Nº de hilos	Atenuación	Distancia
Ethernet 200G. 200GBASE-DR4	8	3.0 dB	500 m
Ethernet 400G. 400GBASE-DR4	8	3.0 dB	500 m
Fibre Channel 128G. 128GFC-PSM4	8	11.0 dB	40,000 m



COMUNICACIONES

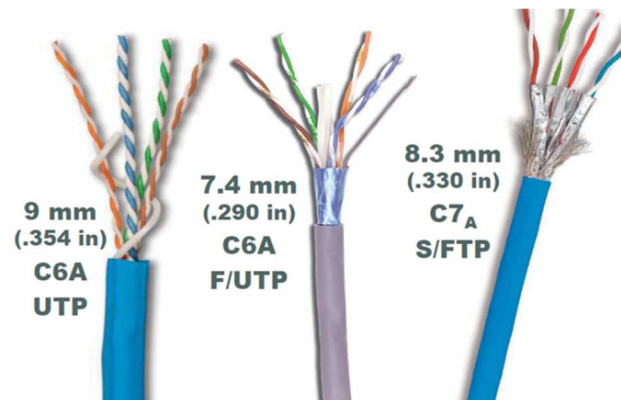
11. Componentes de cableado

Deben utilizarse cables, cordones, conectores y hardware de conexión que cumplan con las especificaciones de la norma ISO/IEC 11801:2002.

Cables de Par Trenzado Balanceado

Los cables de par trenzado balanceado deberán cumplir con las especificaciones contenidas en indicadas en las cláusulas 9.2 y 9.3 de la norma ISO/IEC 11801.

Con base en los reglamentos eléctricos que correspondan y en las especificaciones que estos determinen, los cables que se utilicen en los centros de procesamiento de datos deberán estar clasificados como: CM, CMG, CMR, CMP, LSOH/LSZH.



Cables de Fibra Óptica

Los cables de fibra óptica deberán cumplir con las especificaciones indicadas en la cláusula 9.4 de la norma ISO/IEC 11801.

Con base en los reglamentos eléctricos que correspondan y en las especificaciones que estos determinen, los cables que se utilicen en los centros de cómputo deberán estar clasificados como OFN, OFC, OFNR, OFCR, OFNP, OFCP, LSOH/LSZH.



COMUNICACIONES



La atenuación de los cables de fibra óptica no deberá exceder los valores de la siguiente tabla:

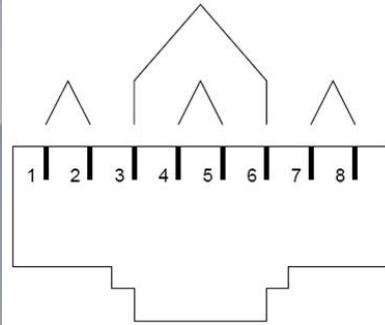
Tabla 450.3.33. Especificaciones de la Fibra Óptica¹²⁰.

Tipo de Fibra Óptica	Características	Longitud de Onda (µm)	Atenuación Máxima (dB/km)	Ancho de Banda modal Mínimo Sobrellenado (MHz-km)	Ancho de Banda modal Mínimo Efectivo
Multimodo OM3	50/125 µm Optimizado para láser	850	3.5	1500	2000
		1300	1.5	500	No Requerido
Multimodo OM4	50/125 µm Optimizado para láser	850	3.5	1500	4700
		1300	1.5	500	No Requerido
Monomodo OS1a	Interiores	1310	1	N/A	N/A
		1383	1	N/A	N/A
		1550	1	N/A	N/A
Monomodo OS2	Interiores/ Exteriores	1310	0.5	N/A	N/A
		1383	0.5	N/A	N/A
		1550	0.5	N/A	N/A
	Exteriores	1310	0.4	N/A	N/A
		1383	0.4	N/A	N/A
		1550	0.4	N/A	N/A

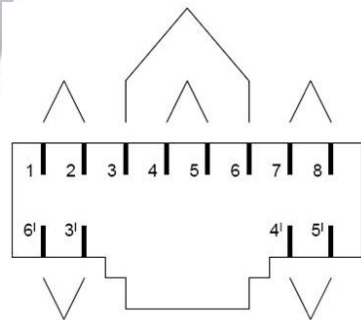


COMUNICACIONES

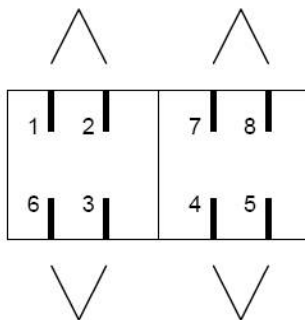
Conectores para Par Trenzado balanceado



Asignaciones de pares en el hardware de la serie 60603-7 (excepto 60603-7-7)



Asignaciones de pares en el hardware de conexión 60603-7-7



Asignaciones de pares en el hardware de conexión 61076-3-104



COMUNICACIONES

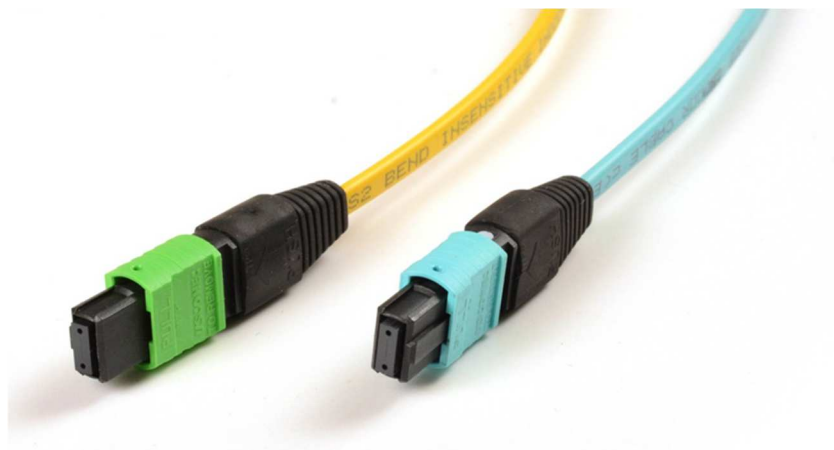
Conectores para Fibra Óptica

El hardware de conexión de fibra óptica deberá cumplir las especificaciones indicadas en la cláusula 10.3.1 de la norma ISO/IEC 11801.

Para interfaces con una o dos fibras ópticas, conectores que cumplan con las especificaciones de las normas IEC 61754-20 y TIA-604-10A (interfaz LC)



Para la terminación de más de dos fibras, la interfaz deberá cumplir con lo especificado en la norma IEC 61754-7 y TIA-604-5-D (interfaz tipo MPO o MTP).





COMUNICACIONES

12. Cableado de alta densidad

Las aplicaciones de alta densidad pueden requerir hardware de alta densidad. Dichas aplicaciones pueden incluir:

- Servidores tipo blade
- Switches tipo blade
- Conexiones de alta densidad en sustitución de conectores para la EO
- Hardware de conexión y cable multi unidad para interfaces de equipo expandido a campos de conexión cruzada.

En situaciones de alta densidad deberá especificarse adecuadamente el tipo de hardware de conexión y los componentes especialmente diseñados para tales situaciones. Ejemplos de dichos componentes son:

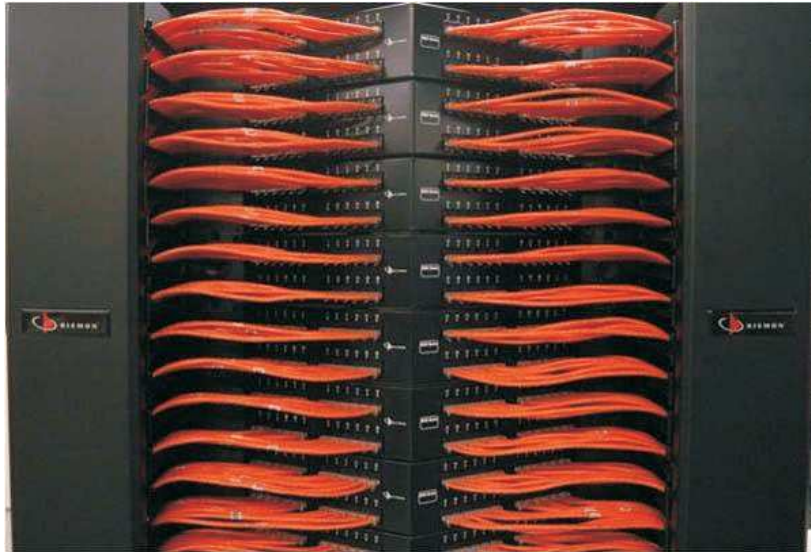
- Cables de diámetro reducido sin perjuicio de su desempeño

Media	Augmented Category 6A UTP	Augmented Category 6A F/UTP	Category 7/Class F S/FTP
Cable Construction	<p>OD: 9.0mm Typ. (0.354")</p>	<p>OD: 7.37mm Typ. (0.290")</p>	<p>OD: 8.38mm Typ. (0.330")</p>
Maximum Recommended Conduit Fill	60%	60%	60%



COMUNICACIONES

- Paneles de parcheo angulados



- Organizadores verticales y horizontales de alta capacidad



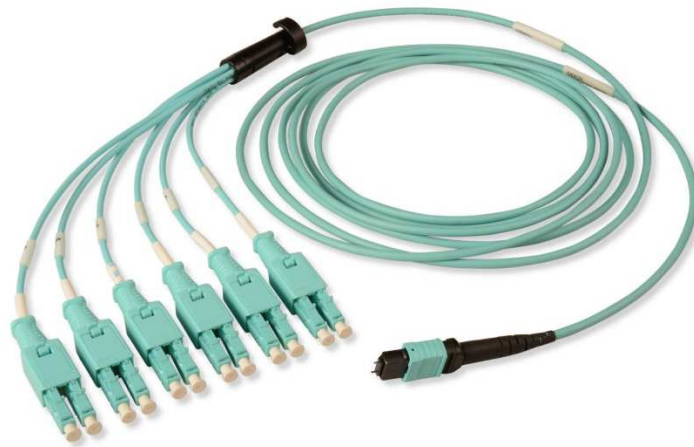


COMUNICACIONES

- Cordones de alta densidad tipo push/pull



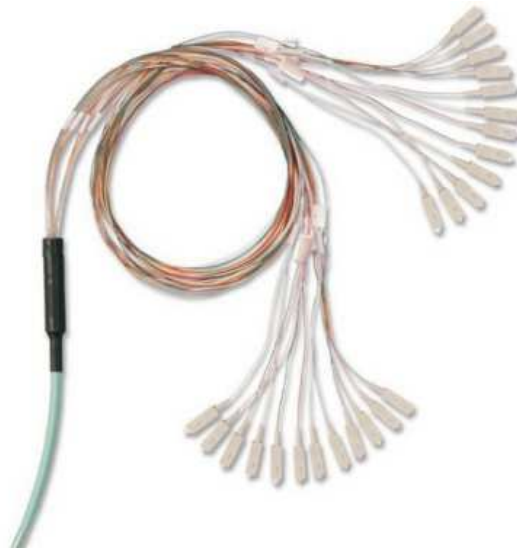
- Conectores y cables multiunidad de fibra óptica tipo MPO o MTP





COMUNICACIONES

- Cables troncales de fibra óptica



- Cables troncales de par trenzado





COMUNICACIONES

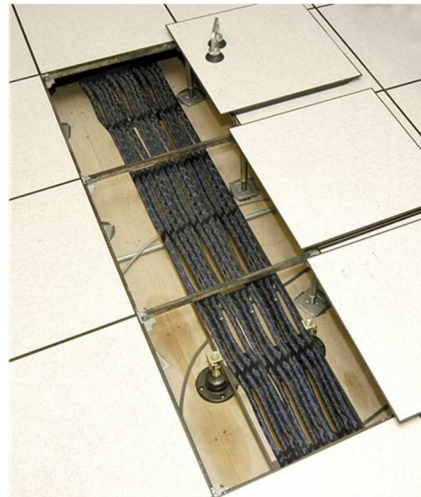
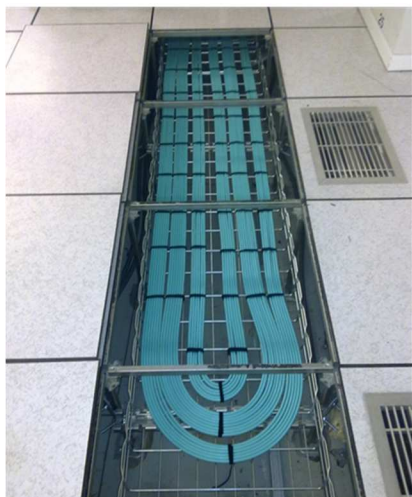
- Distribuidores de FO de Ultra Alta Densidad



Cables troncales

Los cables troncales son cables pre terminados multiunidad, es decir, agrupan en un mismo forro varias unidades de cable las cuales están terminadas en ambos extremos.

Los cables troncales, ya sean de par trenzado o de fibra óptica, maximizan el espacio en canalizaciones para un mejor flujo de aire y flexibilidad.





COMUNICACIONES

Algunos de los problemas presentes en los centros de cómputo que pueden ser solucionados con los cables troncales son los siguientes:

- La terminación en sitio de fibra es laboriosa, requiere muchas herramientas especiales y es susceptible a prácticas de mala calidad.
- La terminación de cobre en sitio (particularmente 10 Gb/s) puede limitar sustancialmente el desempeño.
- Los cables pobremente acomodados y el cable abandonado desperdician el valioso espacio para cableado y manejo de aire.
- Los “nidos de rata” del cable crean barreras que limitan la efectividad de enfriamiento para los equipos.
- Canalizaciones desordenadas
- Rastrear canales para MACs y actualizar la documentación se vuelve costoso, laborioso y lento
- Manejando un stock balanceado se puede dar respuesta casi inmediata a problemas de conectividad o atender ampliaciones inesperadas.

Los cables troncales, al agrupar varias unidades en un solo cable y al estar terminados en fábrica, ofrecen varios beneficios:

- Instalaciones terminadas más rápidamente.
- Reduce la instalación en sitio hasta en un 75%. Elimina la laboriosa terminación en campo. Reduces el tiempo de jalado y acomodo de cables.
- La configuración en mazos y múltiplos de seis cables es más manejable para los instaladores. Limita el riesgo de retrasos en ventanas de mantenimiento, esencial en centros de cómputo.
- Instalaciones terminadas con menos riesgo.
- Los cables troncales con conectores individuales son más fáciles de instalar en canalizaciones, ya que los conectores agrupados en módulos (cassettes) no permiten su instalación en conduit y pueden dificultar la instalación en charolas o escalerillas.
- La malla cerrada de uso rudo evita torceduras y protege al cable más eficazmente que las envolturas delgadas o amarradas.
- Diseño estandarizado.
- Provee una solución consistente, simple, recién desempaquetada. Los cables se ordenan a la medida
- Las pruebas en fábrica eliminan la precertificación y aseguran un desempeño óptimo antes de su envío.
- Menos desperdicios y residuos (cable, alambres, empaques).
- Costos más predecibles.
- Los sistemas troncales aumentan la calidad de la instalación al eliminar la variabilidad.



COMUNICACIONES

- El ensamblado en fábrica ofrece un ambiente controlado con procesos consistentes.
- Reduce la variabilidad que puede afectar el desempeño.
- Ayuda a organizar las canalizaciones.
- Proporciona una apariencia consistente y pulcra.
- Los cables troncales organizan múltiples canales, eliminando “nidos de rata”.
- Los cables troncales se distinguen fácilmente del cable abandonado, facilitando la remoción de canales sin uso.
- Se rastrea fácilmente para MACs.

13. Prácticas de Instalación

El objetivo de esta sección es posibilitar la instalación adecuada de un sistema de cableado genérico para centros de cómputo; con base en los requisitos de componentes y diseño, y en las recomendaciones suministradas en otras secciones de este módulo.

Debido a que estos procedimientos se refieren a la forma y cuidado con que se llevan a cabo las conexiones y el manejo de cable, los procedimientos de cableado son un factor importante en el desempeño y facilidad de administración del sistema de cableado instalado.

En los centros de cómputo es de vital importancia tomar medidas de precaución antes de realizar cualquier trabajo de instalación:

- Si se requiere remover o reemplazar cables o cordones existentes, éstos deberán estar etiquetados adecuadamente identificando los equipos y puertos en que se conectan en ambos extremos.
- Deberá tenerse sumo cuidado de no desconectar ningún enlace o canal durante los trabajos de instalación.
- Cualquier incidente deberá ser informado a detalle a la brevedad
- Deberá realizarse un plan de abandono y contingencia en caso de fallas en el plan de instalación, modificación o migración.

Deberán seguirse procedimientos apropiados para garantizar un desempeño inicial y continuo del sistema de cableado durante su ciclo de vida útil. Esto es especialmente cierto para cables de alto desempeño, incluyendo cableados de cobre y fibra óptica.

Los cables de cobre de alto desempeño son sensibles a las anomalías externas. Por ejemplo, destrenzar un par de conductores de cobre más allá del máximo especificado por las normas puede afectar negativamente las características de transmisión del par o los pares afectados.



COMUNICACIONES

Al violar los requisitos mínimos del radio de curvatura se puede afectar también las características del desempeño de transmisión del cable.

A medida que aumenta la frecuencia de transmisión, mayor es el riesgo de que un cable impropriadamente instalado pueda afectar el desempeño del sistema.

Recomendaciones generales de instalación

- Se debe mantener una separación de al menos 1 m donde el acceso para servicio sea requerido. Por ejemplo, al frente y atrás de racks y gabinetes.
- La tensión máxima de jalado para cables de par trenzado balanceado de 4 pares, no deberá exceder los 110 N para evitar el estiramiento de los conductores durante la instalación.
- El radio mínimo de curvatura, en condiciones de no-tensión deberá ser de 4 veces el diámetro exterior para cable UTP, 5 cm para F/UTP y S/FTP de 4 pares con diámetros mayores a 6 mm., y de 10 veces para cables multi pares e híbridos.
- La terminación de los cables de par trenzado deberá mantener al mínimo el retiro de forro que se requiera para su correcta conexión.
- Deberán de usarse cinturones de cierre y apertura rápida tipo velcro o similar que no deforme ni dañe el cable al sujetarlo u organizarlo. Recomendable que sean de material con retardo a flama.
- No destrenzar o re-trenzar el cable más de lo mínimo requerido para su terminación. El destrenzado máximo permitido es de 13 mm. (1/2 in) para categoría 5e o superior.
- No someter el cable a temperaturas o condiciones ambientales que puedan afectar su desempeño o en su caso aplicar el factor de corrección.
- Utilizar canalizaciones adecuadamente diseñadas e instaladas, que permitan la instalación del cable sin tensiones excesivas y con los radios de curvatura permitidos.
- Los cables no se colocarán sobre bordes de canalizaciones, gabinetes, cajas, accesorios, o delimitadores de curvatura, que excedan los requisitos de radios mínimos de curvatura especificados por el fabricante del cable.
- El radio de curvatura para cable de backbone de fibra óptica de interiores no será menor al especificado por el fabricante. Si no se proporciona ninguna especificación, entonces el radio de curvatura no será menor a 10 veces el diámetro externo del cable bajo condiciones de no-tensión y no menor a 15 veces bajo condiciones de tensión.
- El radio de curvatura para cable de fibra óptica de planta externa no será menor a 10 veces el diámetro externo del cable bajo condiciones de no-tensión y no menor a 20 veces bajo condiciones de tensión
- La tensión máxima de jalado para cables de fibra óptica interiores no deberá exceder los 220 N para evitar el estiramiento de los conductores durante la instalación.
- La tensión máxima de jalado para cables de fibra óptica exteriores no deberá exceder los 267 N para evitar el estiramiento de los conductores durante la instalación.



COMUNICACIONES

- Para canalizaciones en espacios de techo falso, los sistemas de soporte de cable se diseñarán e instalarán con un mínimo de 75 mm por encima de la rejilla del techo falso que soporta las placas modulares.
- Para canalizaciones tipo charola y ducto, en espacios de techo falso, los sistemas de soporte de cable se diseñarán e instalarán con un mínimo de 30 cm por encima del peralte de la canalización.
- Para canalizaciones tipo charola, bandeja y ducto en espacios de piso técnico, los sistemas de soporte de cable se diseñarán e instalarán con un mínimo de 25 mm (1 in) por debajo de la baldosa del piso técnico.
- Para canalizaciones tipo charola, bandeja y ducto en espacios de piso falso, los sistemas de soporte de cable se diseñarán e instalarán con un mínimo de 15 cm (6 in) de espacio libre por encima entre canalizaciones paralelas.
- Las canalizaciones se instalarán o seleccionarán de manera que el radio mínimo de curvatura de los cables se mantenga dentro de las especificaciones del fabricante durante y después de la instalación.
- Para tubos conduit con un diámetro interno de 50 mm (2 in) o menos, el radio interno de una curvatura en el conducto debe ser por lo menos 6 veces el diámetro interno. Para conductos con diámetro más grande el radio de curvatura interior debe ser por lo menos 10 veces el diámetro interior.
- Los tubos conduit que emerjan en el piso deben sobresalir de 25 mm a 75 mm (1 a 3 in) por encima de la superficie del piso, para evitar la infiltración de líquidos y contaminantes.
- Ningún segmento de conduit contendrá más de dos curvas de 90° o su equivalente entre puntos de acceso. No debe haber segmentos con curvaturas inversas (en “U”).

14. Sistemas de administración

Un sistema de cableado efectivo es aquel que está adecuadamente instalado, actualizado y que goza de un buen mantenimiento. Para poder mantener y actualizar un sistema de cableado de una manera eficiente, se requiere de un sistema de administración adecuado.

Un sistema de administración consiste en una serie de registros que documentan la ubicación de todos los componentes de telecomunicaciones y de las identificaciones únicas que les han sido asignadas. Este sistema detalla los procedimientos para asignar las identificaciones y etiquetas a dichos componentes.

El sistema de administración provee una infraestructura donde los movimientos, adiciones y cambios (MACs), así como los retiros de cableados y componentes, pueden incorporarse fácilmente en la documentación.



COMUNICACIONES

El sistema de administración puede ser, dependiendo del tamaño y complejidad de la instalación, un simple sistema elaborado en papel, hasta un sistema elaborado en computadora, o que se base en programas de software especializados, o incluso sistemas que utilicen hardware de monitoreo y control.

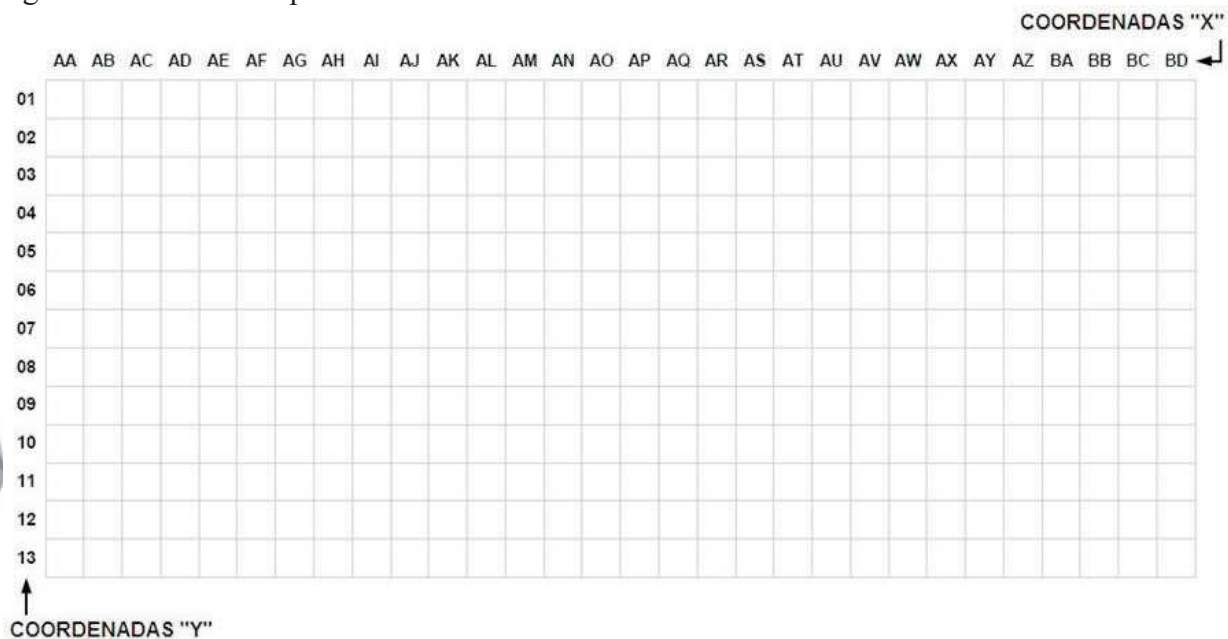
Las identificaciones únicas asignadas a los componentes de cableado, se basan en los enlaces de los subsistemas del sistema de cableado genérico, y toman como referencia la ubicación de dichos enlaces en la ubicación de los espacios de telecomunicaciones, posición del hardware de conexión y la posición del puerto donde dicho enlace se conecta.

Deben identificarse todos los componentes de cada enlace de cableado (cables, cordones y hardware de conexión en ambos extremos).

La administración de los sistemas de cableado para centros de cómputo deberá seguir las especificaciones de las normas ISO/IEC 14763-1 y con las especificaciones contenidas en esta sección.

Esquema de Identificación en Espacios con Piso Falso

Deberán identificarse y rotularse en el perímetro cada fila y cada columna de módulos de piso falso. Este rotulado servirá como base para la identificación de equipos, racks y gabinetes a partir de las coordenadas de su ubicación. La mayoría de los centros de cómputo requieren al menos dos letras y dos dígitos numéricos para identificar cada módulo de piso de 61 cm x 61 cm (2 ft x 2 ft). La siguiente figura ilustra dicho esquema:





COMUNICACIONES

Identificación y etiquetado

Deberán de seguirse los siguientes lineamientos generales para la identificación de los diferentes elementos, componentes y canalizaciones de Comunicaciones:

- Para la identificación y localización de los equipos y centros de cableado, se debe formar una cuadrícula de acuerdo con lo establecido en el artículo 460.5 de esta norma.
- Todos los racks y gabinetes deben etiquetarse con su identificación en la parte superior, tanto de la cara frontal como de la posterior. La identificación utilizada debe incluir las coordenadas de la cuadrícula del cuarto. Si se requiere por la altura del gabinete se debe añadir la identificación también en la parte inferior por ambos lados.
- Deben identificarse todos los paneles, bloques y demás tipos de hardware de conexión. Dicha identificación debe incluir el nombre del rack/gabinete y uno o más caracteres indicando la posición del hardware de conexión (en el rack o gabinete). Los organizadores horizontales no cuentan para determinar la posición del hardware de conexión.
- Debe asignarse una identificación única a cada puerto del hardware de conexión la cual puede ser la numeración impresa por el fabricante.
- Deben identificarse todos los paneles, bloques y demás tipos de hardware de conexión. Dicha identificación debe incluir el nombre del rack o gabinete y uno o más caracteres que indiquen la posición del hardware de conexión (en el rack o gabinete). Los organizadores horizontales no cuentan para determinar la posición del hardware de conexión.
- Los cables y cordones deben identificarse en ambos extremos dentro de los primeros 30 cm (12 in) de su terminación con el nombre de la conexión en ambos extremos del cable.
- Las etiquetas utilizadas para identificar los componentes de cada enlace de cableado deben ser legibles, uniformes, e imprimirse utilizando una etiquetadora portátil o cualquier otro dispositivo mecánico o electrónico. La etiqueta debe tener una durabilidad que garantice la identificación del componente durante todo el ciclo de vida del cableado.
- Todas las canalizaciones deben identificarse con la leyenda "COMUNICACIONES". Esta identificación se recomienda repetir como mínimo cada 6 m. a lo largo de la canalización.



COMUNICACIONES

Sistemas de Administración Inteligente

Los sistemas de administración que utilizan componentes de hardware para monitorear las conexiones de los enlaces de cableado, y un programa de software para documentar, mantener y actualizar la información, se denominan sistemas de administración inteligente para infraestructura de telecomunicaciones.

Algunas de estos sistemas son capaces de:

- Detectar los puertos donde se realiza una conexión cruzada e incluso una interconexión
- Descubrir dispositivos de red con base en su dirección MAC o en su dirección IP y asociarlo a su ubicación física.
- Establecer un sistema de documentación que organice en una estructura de árbol jerárquico todos los componentes del sistema de cableado.
- Asociar identificaciones de enlaces en planos de ubicación, documentos de registros, trayectorias y esquemas de racks.
- Generar órdenes de servicios y automáticamente actualizar la documentación cuando sean completadas.
- Generar reportes y evaluaciones

Los sistemas de administración inteligente más avanzados son capaces de rastrear dinámicamente las conexiones físicas en los distribuidores de cableado, ya que cuentan con sensores integrados en paneles y cordones de cobre y fibra. En los cordones se utiliza un conductor adicional con una corriente directa de 5 V que indica los puertos específicos en los que el enlace ha sido conectado. Del panel sale dicha corriente hacia un analizador que rastrea las conexiones de puertos y lo informa al software de administración.

Aunque no todos los sistemas inteligentes tienen las mismas funciones, entre las características más relevantes se encuentran:

- Facilita la administración y flexibilidad de la red física.
- Asociar los dispositivos activos con una ubicación física.
- Importar planos CAD y mostrar sus conexiones.
- Ofrecer una vista jerárquica de la infraestructura.
- Mostrar en 2-D racks y gabinetes.
- Proveer un trazado de circuito punta a punta.
- Poseer la función de enrutado automático que ayuda a diseñar el mejor trayecto para nuevos circuitos.
- Mostrar diagramas de circuitos, incluyendo equipo activo.



COMUNICACIONES

Estudios actuales han demostrado que:

- Una red falla en promedio 70 veces al año.
- 70% de las caídas de red son ocasionadas por el cableado.
- 80% del tiempo de reparación es sólo para diagnóstico.
- 20% es el tiempo efectivo para resolver el problema.

Al proveer un esquema detallado en tiempo real de las conexiones y canales del centro de cómputo, los movimientos adiciones y cambios se documentan de una manera simple y automática.

Una característica importante de los sistemas de administración inteligente es que contribuyen a mantener las medidas de seguridad para la protección de los recursos de las empresas.

Los sistemas de administración inteligente de infraestructura ofrecen capacidades robustas de seguridad en la capa física. Algunas de sus características son:

- Definir el nivel de seguridad a nivel de puerto.
- Rastrear cambios a la capa física no autorizados.
- Rastrear conexiones de equipos no autorizadas.
- Obtener la ubicación física de dispositivos intrusos.
- Enviar e-mails de alertas ante eventos no autorizados.
- Respaldar la base de datos para recuperación ante desastres.
- Mantener un registro de eventos de red para auditoría.

International
Computer
Room
Experts
Association



CERTIFICACIÓN - CCRD

Certified Computer Room Designer

CAPÍTULO X

T E M A

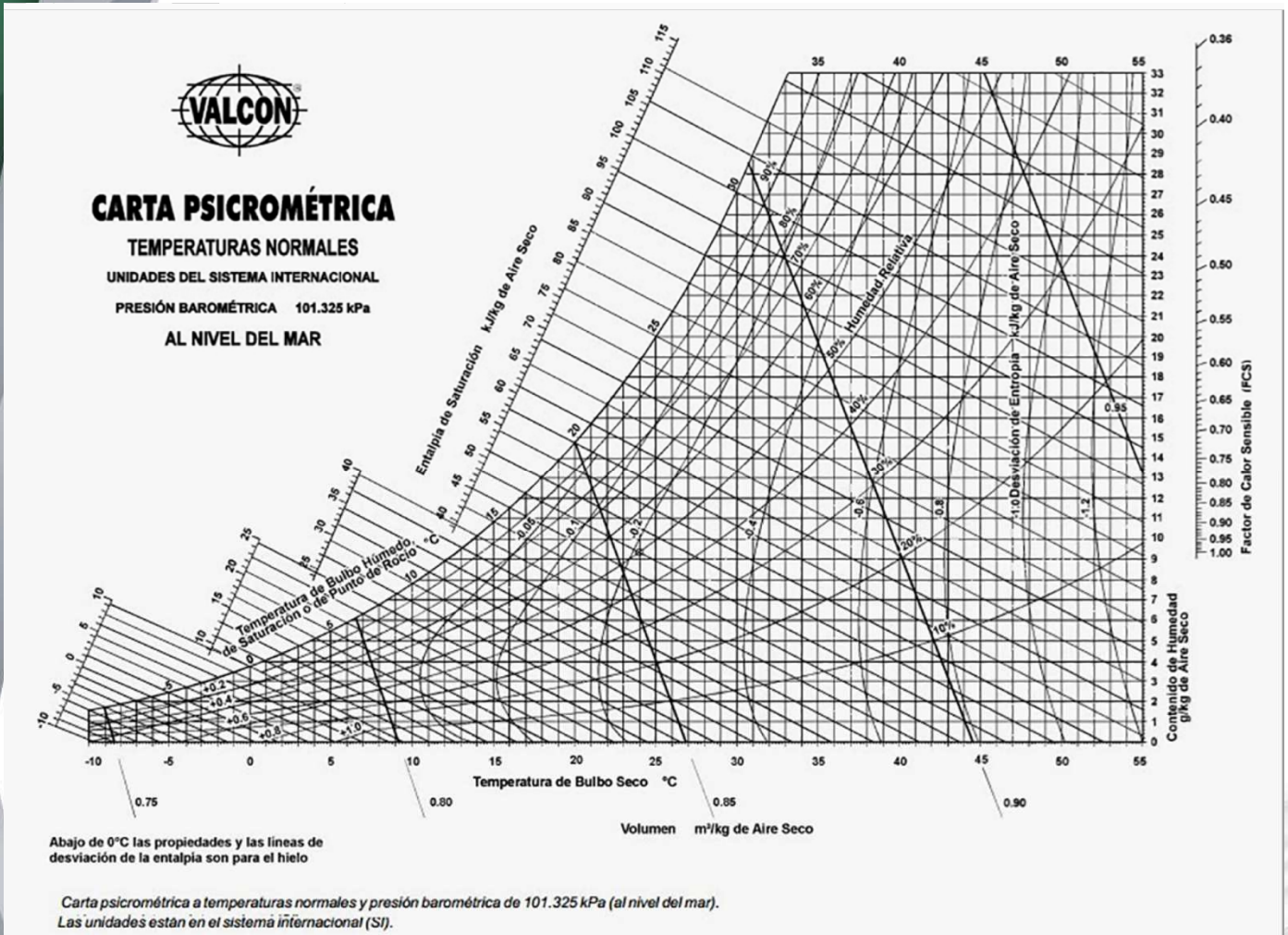
Climatización

– *Carta Psicométrica*





CLIMATIZACIÓN CARTA PSICROMÉTRICA



International
Computer
Room
Experts
Association



CERTIFICACIÓN - CCRD

Certified Computer Room Designer

CAPÍTULO X

T E M A

Climatización

*– Dimensionamiento de Cálculo
de Precisión*





CLIMATIZACIÓN DIMENSIONAMIENTO DE CÁLCULO DE PRECISIÓN

International
Computer
Room
Experts
Associations



CALCULO DE CARGA

Proyecto: _____
Ubicación: _____
Fecha: _____

No.	Descripción	Mts.2		Factor		Btu/hr.
1.0	MUROS					
a)	Expuestos al sol	_____ M2	_____ - Ft2	x	11	_____ -
b)	No expuestos a carga solar	_____ M2	_____ - Ft2	x	5	_____ -
2.0	VENTANAS CON CRISTAL THERMOPAN					
a)	Cristal Natural (sin protección)					
	Este, Sureste, Suroeste, Oeste	_____ M2	_____ - Ft2	x	77	_____ -
	Noreste, Noroeste	_____ M2	_____ - Ft2	x	46	_____ -
	Sur	_____ M2	_____ - Ft2	x	68	_____ -
	Norte	_____ M2	_____ - Ft2	x	27	_____ -
b)	CON SHADES O BLINDS					
	Este, Sureste, Suroeste, Oeste	_____ M2	_____ - Ft2	x	51	_____ -
	Noreste, Noroeste	_____ M2	_____ - Ft2	x	32	_____ -
	Sur	_____ M2	_____ - Ft2	x	46	_____ -
	Norte	_____ M2	_____ - Ft2	x	21	_____ -
3.0	PARTICIONES (EXPUESTOS A ESPACIO SIN A/A)					
a)	Doble partición	_____ M2	_____ - Ft2	x	8	_____ -
b)	Partición Sencilla	_____ M2	_____ - Ft2	x	14	_____ -
4.0	LOSA ENTREPISO (EXPUESTO A ESPACIO SIN A/A)	_____ M2	_____ - Ft2	x	4	_____ -
5.0	LOSA DE AZOTEA					
a)	De 4" aligerada	_____ M2	_____ - Ft2	x	4	_____ -
b)	Delgada sin aligerar	_____ M2	_____ - Ft2	x	7	_____ -
6.0	PISO					
a)	Espacio de bodega (Planta)	_____ M2	_____ - Ft2	x	5	_____ -
b)	Espacio con alta ganancia de calor (Cuarto de Máquinas, etc.)	_____ M2	_____ - Ft2	x	9	_____ -
7.0	LUMINARIAS (Total de Watts)	_____ Watts	_____ - Watts	x	3,41212	_____ -
8.0	GENTE (Total de Personas en el área)	_____ Personas	_____ - Personas	x	5000	_____ -
9.0	VENTILACION ((a) o (b) Considerando 15CFM por persona de acuerdo a codigos locales))					
a)	Aire de espacios acondicionados	_____ CFM	_____ - CFM	x	23	_____ -
b)	Aire exterior @ 35°C y 24°C	_____ CFM	_____ - CFM	x	55	_____ -
10.0	EQUIPO DE COMPUTO (Incluyendo todo el equipo auxiliar)	_____ KW	_____ - KW	x	3412.12	_____ -
	Carga Total de Enfriamiento					_____ -
	Ventana de crecimiento y/o Factor de seguridad (10%)					_____ -
	TOTAL DE CARGA SENSIBLE					_____ -
	Total en toneladas de refrigeración:					_____ -

International
Computer
Room
Experts
Association



CERTIFICACIÓN - CCRD

Certified Computer Room Designer

CAPÍTULO X

T E M A

Climatización

– Diseño de Enfriamiento CPD I

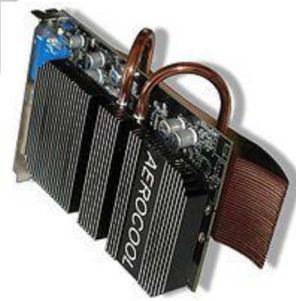


DISEÑO DE CLAMTIZACIÓN PARA CENTROS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Principios Básicos de Refrigeración

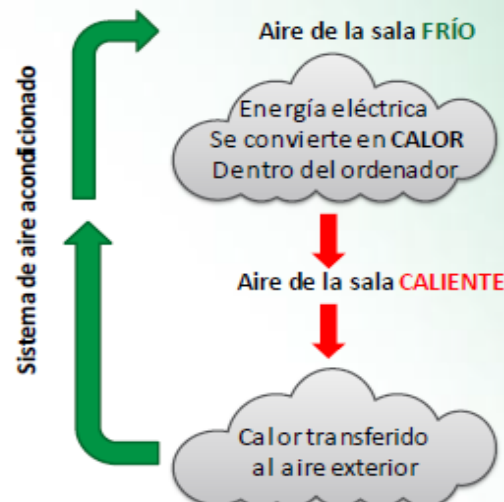
A medida que los equipos de TI van ganando en densidad dentro de los centros de datos, la carga térmica aumentará de forma correspondiente.

Donde antes era habitual tener 2kW - 3kW por rack, en la actualidad, son habituales en muchos centros de datos los racks que superan los 40kW.



La alimentación de los equipos de TI consume el 50% de la energía entrante. La refrigeración y las pérdidas de los equipos representan el resto.

Movimiento del calor - Equipos informáticos y de comunicaciones típicos





DISEÑO DE CLAMTIZACIÓN PARA CENTROS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Opciones de Refrigeración

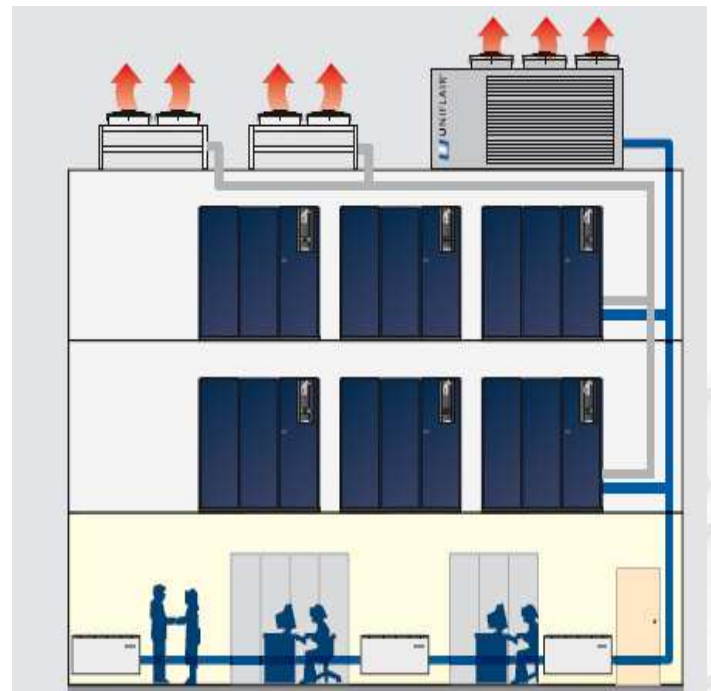
Para mantener el entorno dentro de las especificaciones operativas de los fabricantes de los equipos, a menudo es necesario contar con una fuente de refrigeración adicional.

Esto puede hacerse utilizando equipos mecánicos para suministrar aire acondicionado o empleando aire exterior a temperatura ambiente, y vamos a analizar estas dos opciones.



Componentes del aire acondicionado

- Acondicionado de aire para salas informáticas (CRAC, por sus siglas en inglés) con compresor de refrigeración interno.
- Manejadora del aire de salas informáticas (CRAH, por sus siglas en inglés) que emplea agua refrigerada.
- Sistema de expansión directa (DX) condensado por aire.
- Sistema de expansión directa (DX) condensado por agua.
- Refrigerador mecánico - integrado o dividido.
- Torres de agua - directa o indirecta.
- Refrigeración en rack (gabinete) – CO2 o agua





DISEÑO DE CLAMTIZACIÓN PARA CENTROS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Acondicionador de aire para salas informáticas (CRAC) – sistemas DX

- Los componentes incluyen:
- Evaporador refrigerante (serpentín de refrigeración) para absorber el calor procedente de la sala informática.
- Compresor.
- Ventilador para mover el aire.
- Filtros de aire.
- Los sistemas divididos incluyen un condensador remoto (refrigerador seco).



Manejadora de aire de salas informáticas (CRAH) – sistemas de agua refrigerada

Los componentes incluyen:

- Intercambiador de calor (serpentín de refrigeración) para absorber el calor procedente de la sala informática y descargarlo en el agua refrigerada.
- Ventilador para mover el aire.
- Filtros de aire.

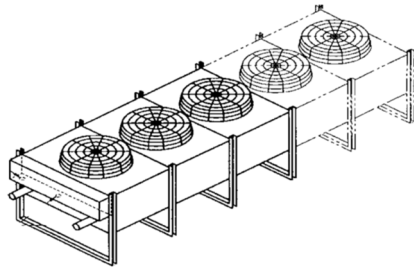




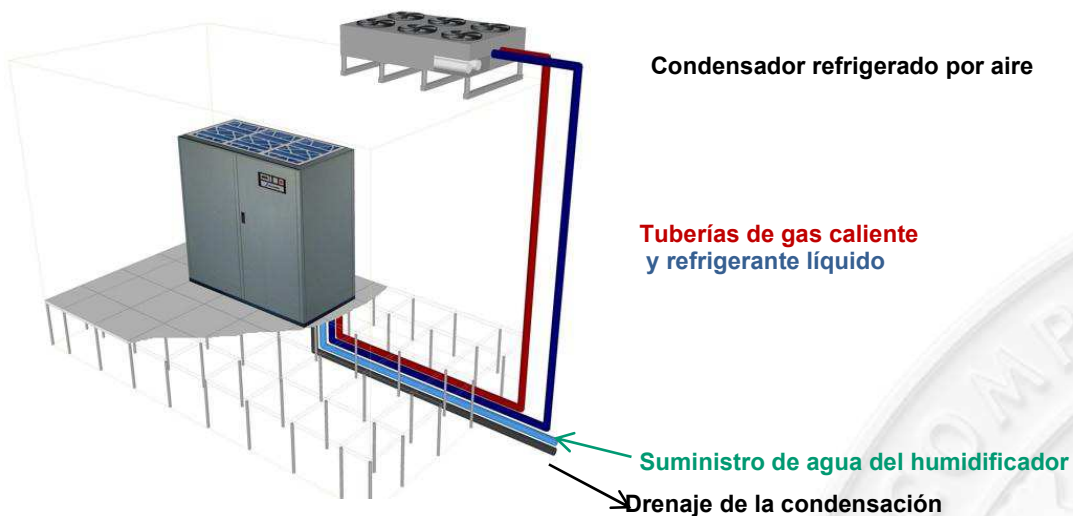
DISEÑO DE CLAMTIZACIÓN PARA CENTROS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Condensador refrigerado por aire o refrigerador seco

- Los serpentines de refrigerante o de glicol descargan el calor a la atmósfera.
- Los ventiladores mueven el aire a través de los serpentines.
- La capacidad de descarga de calor se reduce.
- significativamente en los días calurosos.
- Vulnerabilidad latente – puede estar provocada.
- por las adiciones de terceros a la planta.
- La cercanía puede provocar la recirculación.
- del aire caliente que entra en el refrigerador adyacente.



Expansión directa – Condensación por aire (DX - sistema dividido)





DISEÑO DE CLAMTIZACIÓN PARA CENTROS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Expansión directa – Condensación por aire Ventajas

Sistema independiente modular

- Pasos de pequeña capacidad que se ajustan fácilmente a la carga variable con un escaso Sobredimensionamiento.
- Facilidad para añadir capacidad rápidamente.
- Redundancia distribuida
 - Se precisa un técnico de refrigeración, que suele contratarse fuera, pero de lo contrario se necesita una formación/dotación de personal mínima.
 - Múltiples unidades - puntos de fallo individuales mínimos.



Expansión directa – Condensación por aire

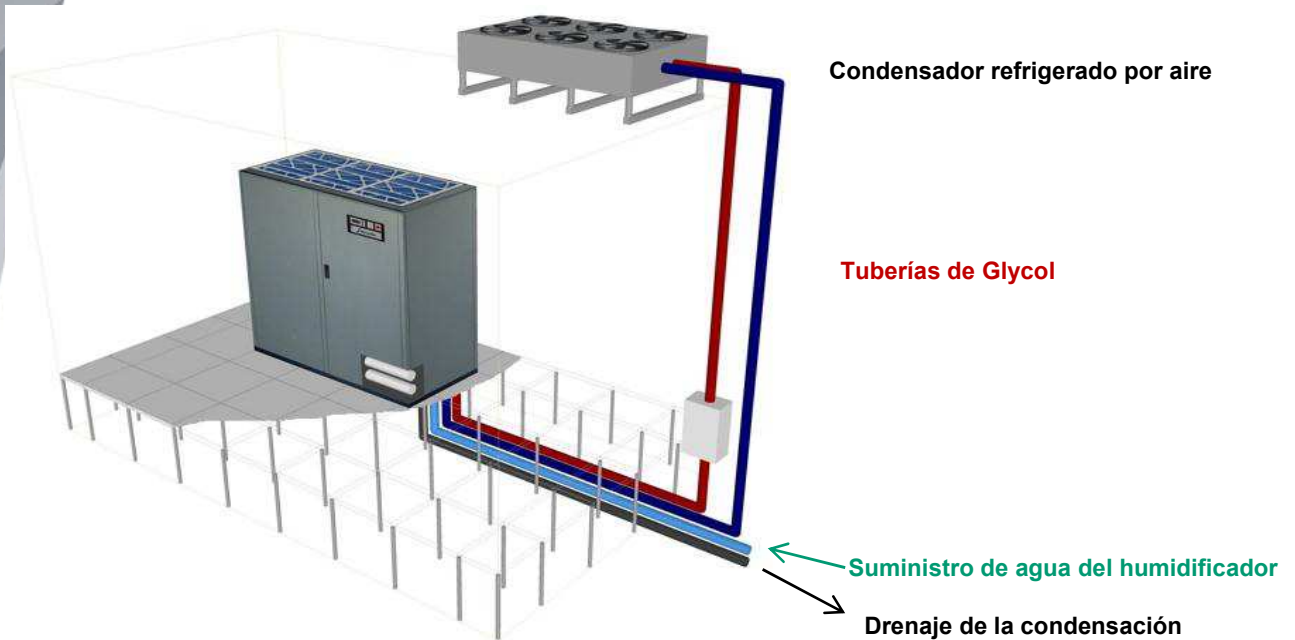
Desventajas

- Sin posibilidad de free-cooling, ya que se precisa un compresor para que circule el refrigerante.
 - Limitaciones en la longitud de las tuberías de refrigerante (200'/60m) y separación de altura (50'/15m) con respecto a la condensadora de aire.
 - El sistema de condensador debe dimensionarse para tener en cuenta las consideraciones de calor/humedad en la zona.
- Todo el sistema se carga con refrigerante
- Resulta extremadamente difícil detectar las fugas debido a la elevada velocidad del aire debajo del suelo técnico; los sistemas están frecuentemente bajos de carga.



DISEÑO DE CLAMTIZACIÓN PARA CENTROS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Expansión directa - Refrigeración por glicol



Expansión directa - Refrigeración por glicol

Ventajas

- Las unidades de glicol pueden ser independientes o combinarse en un gran sistema de refrigerador seco por glicol.
- Resulta sencillo añadir capacidad.
- Refrigerante confinado en unidades CRAC.
- El glicol no se congela.
- Es posible el free-cooling en los climas fríos.

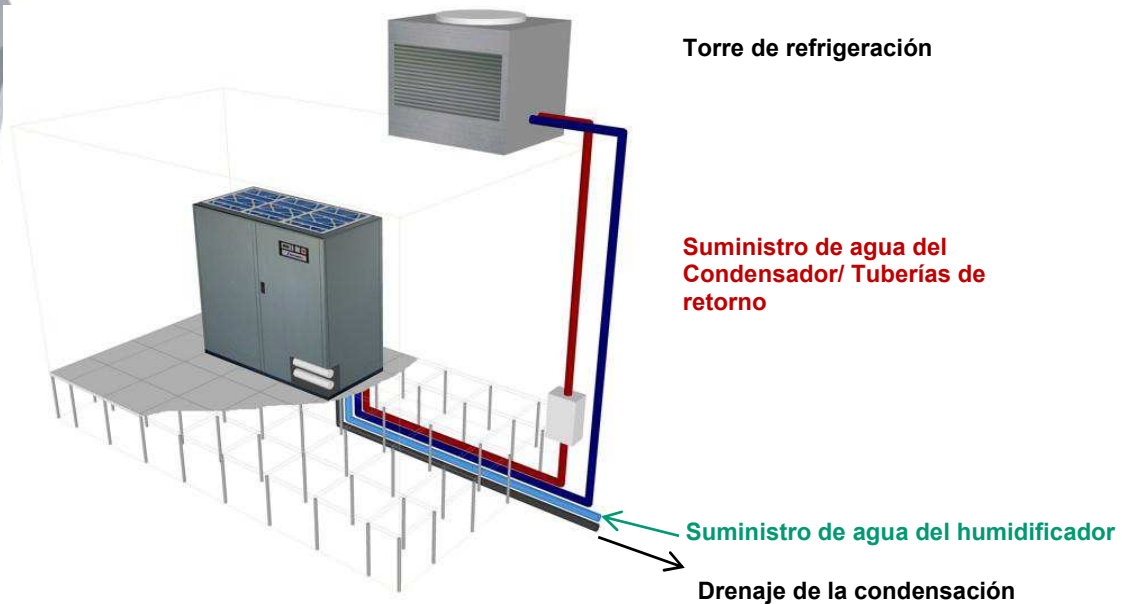
Desventajas

- La transferencia de calor por volumen unitario de glicol es menos efectiva que el agua.
- El sistema debe dimensionarse para tener en cuenta los días de calor/humedad en la zona.
- Si se combinan unidades de condensador para respaldar varias unidades CRAC, las tuberías de agua del condensador deben dimensionarse de acuerdo con la capacidad última de la sala informática.



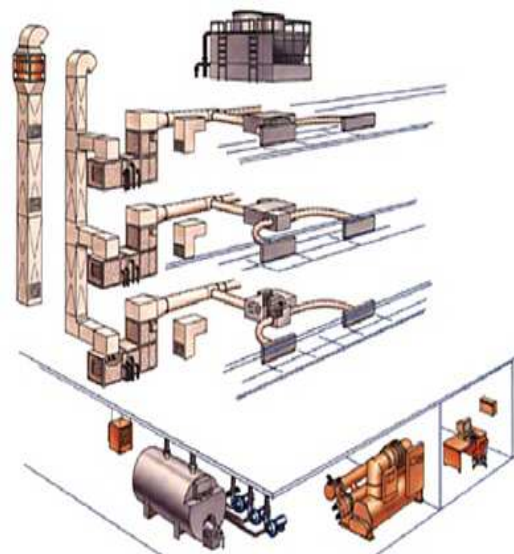
DISEÑO DE CLAMTIZACIÓN PARA CENTROS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Expansión directa - Condensación por agua



Expansión directa – Condensación por agua Ventajas

- Unidades refrigeradas por agua conectadas al circuito de agua del condensador - facilidad para añadir capacidad.
- Refrigerante confinado en unidades CRAC.
- El free-cooling es posible en los climas fríos y secos.
- Coste de la capacidad añadida relativamente bajo en la sala informática.
- Coste de explotación del sistema DX más bajo.
- Transferencia del calor más eficiente que el glicol.





DISEÑO DE CLAMTIZACIÓN PARA CENTROS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Expansión directa – Condensación por agua

Desventajas

- Las tuberías del circuito de agua del condensador inicial deben dimensionarse de acuerdo con la capacidad definitiva.
- Inversión inicial mayor y mayores incrementos para las actualizaciones totales de capacidad del sistema.
- El uso de una torre de refrigeración precisa:
 - Personal cualificado las 24 horas del día y los 7 días de la semana.
 - Estrategias especiales en los climas más fríos (congelación).
 - Almacenamiento de agua de reposición o pozo.
 - Tratamiento químico del agua.
 - Espacio para los equipos de expulsión del calor al exterior.
 - Tratamiento biocida y control – legal.

Expansión directa – Todos los tipos

Desventajas

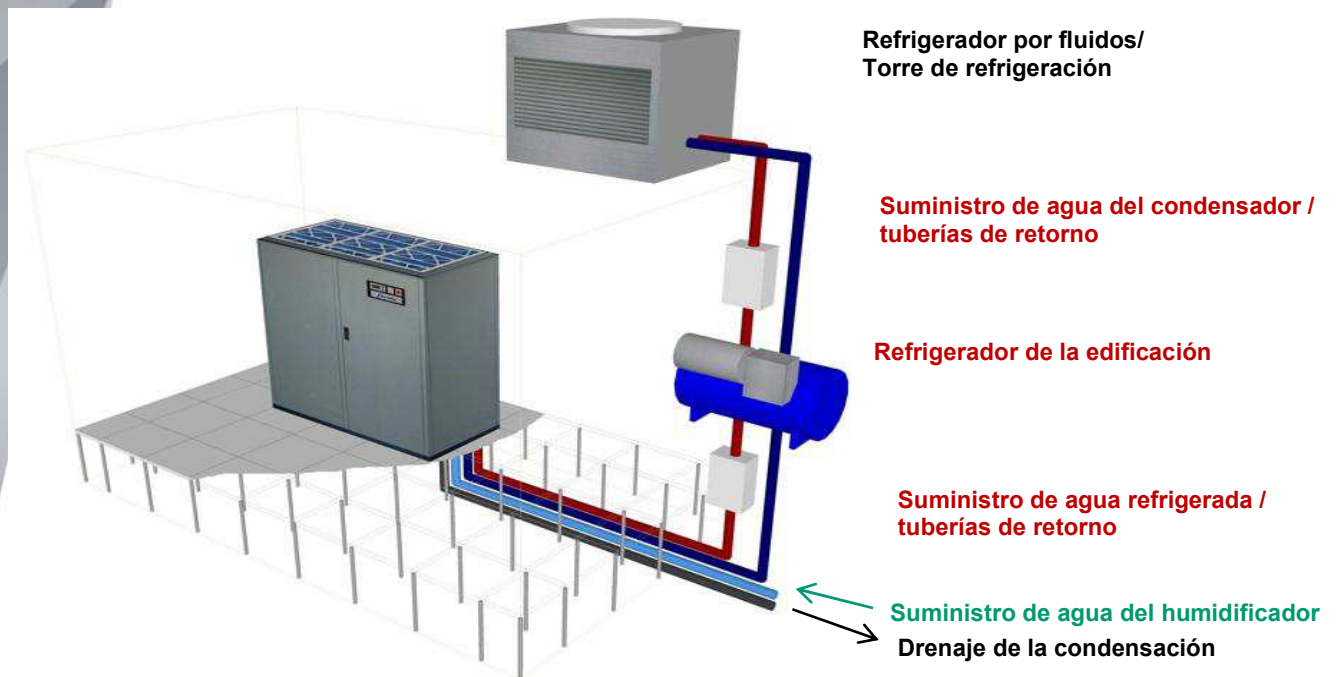
(Aire, Glicol, Agua)

- El serpentín de refrigeración provoca una deshumidificación inherente que exige capacidad de humidificación (A/G/A).
- Se precisa más que un espacio adecuado en el tejado para evitar los ciclos cortos del refrigerador seco (A/G).
- La capacidad de expulsión del calor se reduce en los días de calor (A/G).
- El refrigerante y los compresores de sustitución deben llevarse a la sala informática (A/G/A).
- Es más difícil una refrigeración sin interrupciones (A/G/A).
- Explotación cara (A/G/A).



DISEÑO DE CLAMTIZACIÓN PARA CENTROS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Agua refrigerada - refrigeración por agua



Agua refrigerada – Refrigeración por agua

Ventajas

- Costo de explotación y capital más bajo para los emplazamientos de tamaño medio a grande.
- No se deshumidifica si se selecciona la temperatura adecuada para el agua refrigerada.
- Ausencia de compresores o refrigerante en el suelo técnico, minimizando el mantenimiento en la sala informática.
- Es más fácil lograr una refrigeración sin interrupciones y almacenamiento térmico.
- Múltiples formas de alcanzar tolerancia a los fallos y el mantenimiento concurrente.
- Menor costo incremental por añadir capacidad CRAH.
- El free-cooling es posible en los climas secos.



DISEÑO DE CLAMTIZACIÓN PARA CENTROS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Agua refrigerada – Refrigeración por agua

Desventajas

- Inversión inicial mayor, mayores incrementos por la capacidad adicional, las tuberías deben dimensionarse de acuerdo con la capacidad definitiva.
- Si se emplea una torre de refrigeración, se precisan:
 - Estrategias especiales en los climas más fríos (congelación).
 - Almacenamiento de agua de reposición o pozo.
 - Tratamiento químico del agua.
 - Tratamiento biocida y control – legal.
- Se necesita espacio para la planta mecánica central y los equipos de expulsión del calor al exterior.

Refrigeradores mecánicos



Refrigeración por aire



Refrigeración por agua

Sistema evaporativo indirecto A / C

- Enfriamiento evaporativo indirecto, enfría el aire sin humedad añadida. Mediante el uso de un intercambiador de calor estriado transversal, el agua nunca entra en contacto con el aire. El uso de la refrigeración por evaporación indirecta para la primera etapa de enfriamiento de aire del maquillaje reduce los costos de energía. La segunda etapa es manejado por el aire acondicionado convencional. El uso de un sistema de enfriamiento evaporativo indirecto en conjunción con la refrigeración de un sistema mecánico A / C juntos, reducen significativamente el consumo de energía durante las condiciones de diseño de pico.

Munters EPX utiliza un intercambiador de calor de polímero resistente a la corrosión para producir aire seco, fresco y sin refrigeración. El núcleo intercambiador de calor incorpora tubos de polímeros únicos, horizontal. El agua fluye hacia abajo sobre los tubos como se sopla aire a través de los tubos



DISEÑO DE CLAMTIZACIÓN PARA CENTROS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

en un sentido contrario. Este aire puede ser el aire ambiente al aire o escape del tesoro desde el espacio. Cuando el aire de escape se en ruta a través de la EPX, el sistema se vuelve aún más eficiente, ya que recupera la energía de refrigeración desde el espacio. En los meses de invierno, el EPX puede recuperar el calor que escapa del espacio.

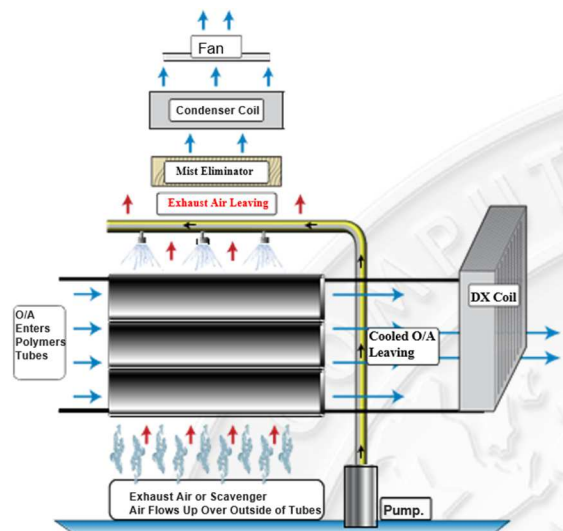
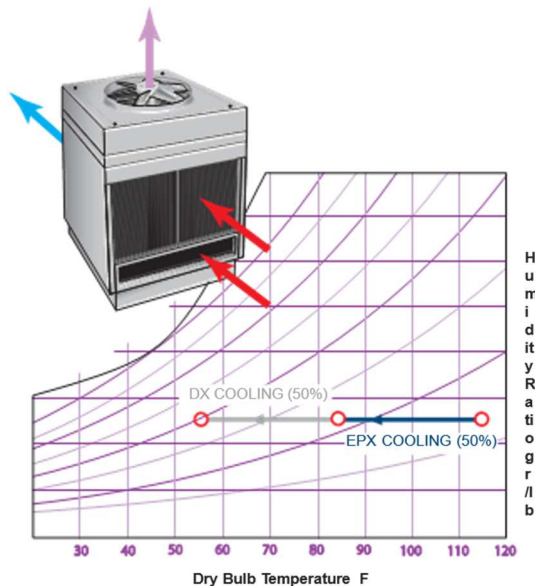
El aire suministrado al espacio fluye a través de los tubos y se enfría sensiblemente

- No hay humedad agregó. En muchos casos, en un día de bulbo seco del verano del diseño, la EPX puede bajar la temperatura del aire entrante 30 ° F o más. En el invierno mes el EPX puede recuperar 50% del calor agotado del área.

Sistema Evaporativo Indirecto de A/C



Opciones de Refrigeración





DISEÑO DE CLAMTIZACIÓN PARA CENTROS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Reducir los costos de energía del centro de datos hasta en un 75%

- Sistemas de refrigeración tradicionales son un medio ineficiente de rechazar el calor de los centros de datos modernos. Con Munters Oasis™ indirecta Aire Side economizador (IASE) y economizador de bulbo húmedo (WBE) los productos, la energía necesaria para eliminar el calor se reduce significativamente. Munters sistemas utilizan estrategias de refrigeración de rechazo / calor que logran un equilibrio entre fiabilidad y eficiencia energética para centros de datos, algunos usando tan poco como 20% de la energía de enfriamiento requerido por los sistemas de refrigeración convencionales.

Hay tres diferentes tendencias que producen el incremento de consumo energético: Aumento tremendo en los datos transmitidos, liderado por las redes sociales, vídeo, música, y la transmisión de voz y la computación en nube.

Capacidad de la electrónica para operar a temperaturas más altas.

Aumento de la utilización de los equipos de TI mediante el uso de la computación virtual que conduce a una mayor densidad de potencia por unidad de área de un centro de datos.

Munters ofrece diseños de sistemas a medida que integran DX, agua refrigerada, evaporador directa e indirecta y los ciclos del economizador para satisfacer las necesidades específicas de cualquier instalación.

El economizador del lado del aire indirecta

El economizador del lado del aire indirecta (IASE) es un enfoque relativamente nuevo para el centro de datos de eliminación de calor. Utiliza el aire exterior para rechazar el calor, con el aire exterior no entra en el proceso o espacio en blanco. El Oasis™ IASE utiliza un intercambiador de calor aire-aire (HX) para transferir el calor del centro de datos a una corriente de aire exterior independiente ("el aire sensible").

Figura 1 muestra los detalles de un tipo de sistema Munters Oasis™ IASE que utiliza intercambiadores de calor de tubo horizontal polímero. Con este diseño, el aire sensible al aire libre se extrae a través de la parte exterior de los tubos elípticos, que son humedecidas por una bomba de agua de recirculación. La forma elíptica de los tubos intercambiadores de calor maximiza el área de superficie admisible para el rechazo de calor y es suficientemente elástica tal que su sutil expansión y contracciones, como resultado de la operación normal, la ayuda en el derramamiento de sólidos residuales que son un subproducto de la evaporación. Con el aire que fluye sobre *scavenger* las superficies exteriores de tubos húmedos, la transferencia de calor por evaporación enfría eficientemente el aire del centro de datos fluye a través del interior de los tubos. Aunque sólo 45% a 51% de efectividad cuando se opera seca, cuando se humedece la parte exterior del tubo de

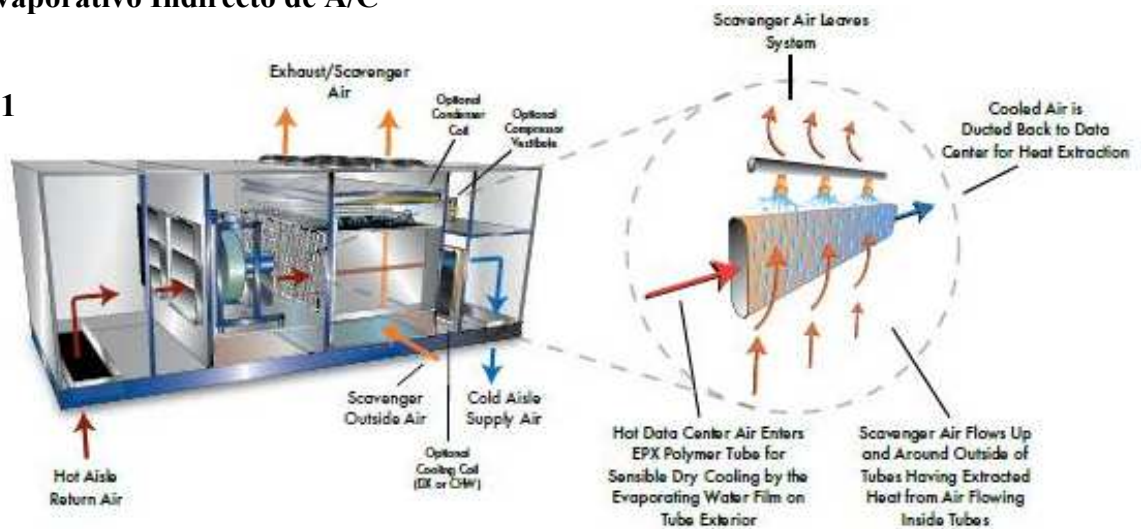


DISEÑO DE CLAMTIZACIÓN PARA CENTROS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

polimerización HX opera con 70% a 80% de bulbo húmedo eficacia depresión (WBDE) como un enfriador evaporativo indirecto. WBDE es una medida de la aproximación de la temperatura de bulbo seco-caliente pasillo a la temperatura de bulbo húmedo del aire exterior.

Sistema Evaporativo Indirecto de A/C

Figura 1



International
Computer
Room
Experts
Association



CERTIFICACIÓN - CCRD

Certified Computer Room Designer

CAPÍTULO X

T E M A

Climatización

– Diseño de Enfriamiento CPD II-A



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A

Recomendaciones de ASHRAE

La American Society of Heating, Refrigeration and Air-conditioning Engineers fue la responsable de la creación de "The Thermal Guidelines for Data Processing Environments", que se ha generalizado como la especificación mundialmente aceptada para los centros de datos. ASHRAE es una de las pocas asociaciones industriales cuyas recomendaciones se aceptan a escala internacional.



Humedad

Los valores de temperatura y humedad del aire son interdependientes. Lo que ha hecho posible su representación gráfica, junto con otras propiedades psicométricas en gráficos.

La psicometría puede describirse como la rama de la física relativa a la medición o determinación de las condiciones atmosféricas, especialmente las relacionadas con la humedad del aire.

Definiciones

- Humedad absoluta
 - El peso del agua en gramos por kg de aire.
- Humedad relativa
 - La proporción del contenido de agua en relación con el contenido de agua máximo que podría presentar el aire a determinada temperatura.
- Punto de Rocío
 - Temperatura a la que habría que reducir el aire para que se produzca la condensación del agua que contiene.
- Temperatura de bulbo seco
 - Temperatura del aire registrada por un termómetro.



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A

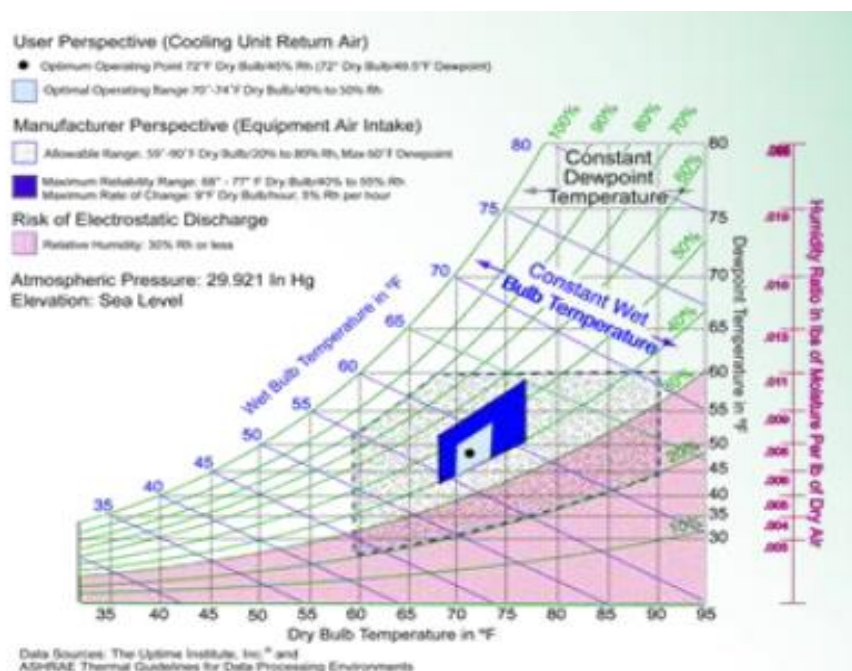
- Temperatura del bulbo húmedo
 - Temperatura registrada por un termómetro cuyo bulbo se ha cubierto con una mecha húmeda colocada en un lugar con una corriente de rápido movimiento de aire.
- Entalpía
 - Contenido de calor por kg de refrigerante.

Límites ambientales - antes

- Temperatura ambiente
 - 59-90 °F (15-32 °C) permisible.
 - 68-77 °F (20-25 °C) recomendable.
- Tasa de cambio de temperatura máxima
 - 9 °F (5°C).
- Humedad Relativa
 - 20-80% permisible.
 - 40-50% recomendada.
- Punto de rocío máximo
 - 63 °F (17°C).

Estas condiciones son a nivel del mar

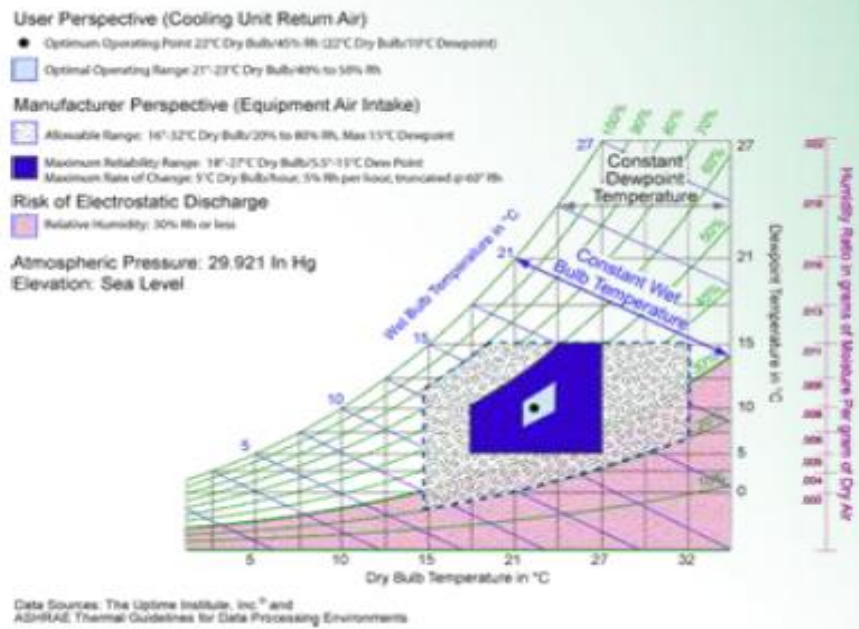
Límites medioambientales – antes (*La curva de ASHRAE*)





CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A

Límites medioambientales – nuevos (la curva de ASHRAE)



Límites medioambientales - nuevos

- ¿Quién desarrolló los nuevos límites?
 - AHSRAE TC 9.9, incluidos los representantes de los fabricantes de equipos informáticos.
- Rangos de temperatura
 - Recomendada.
 - Permisible.
 - Exposición prolongada.

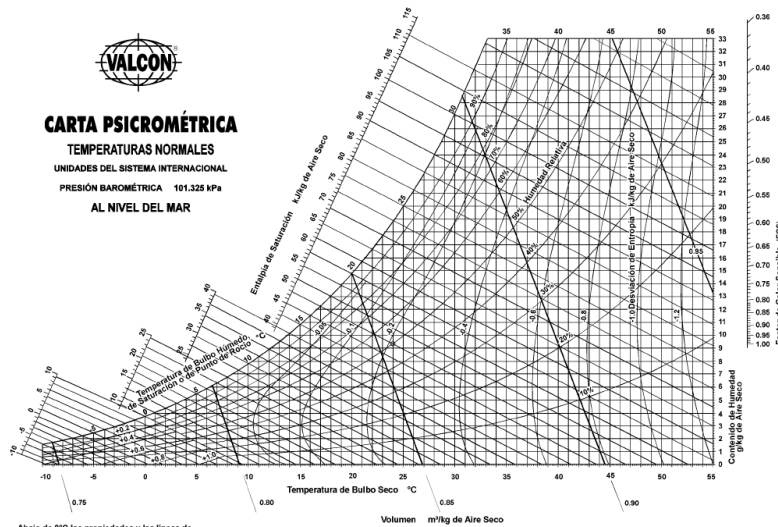
Uso De La Carta Psicrométrica Límites ambientales - nuevos

- Beneficios
 - Mayor entorno medioambiental.
 - Rangos de temperatura más amplios 18 hasta 27°C (64.4 -80.6°F).
 - Cambio de la humedad relativa al punto de rocío
 - Rango de 5.5°C (42°F) a 15°C (59°F).
 - Mayor posibilidad de Free-Cooling.
 - Reducción del 2% de la energía por cada °C de incremento en la temperatura del aire suministrado (16° a 25°C = 18%) (60°F a 77°F = 18%).



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A

- Problemas
 - Niveles de humedad relativa bajos y punto de temperatura bajo y temperaturas altas.
 - Refrigeración latente con sistemas de serpentín frío y puntos de rocío por encima de 10°C (50°F).



Abajo de 0°C las propiedades y las líneas de desviación de la escala son para el hielo.
 Figura 13.11 - Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI).

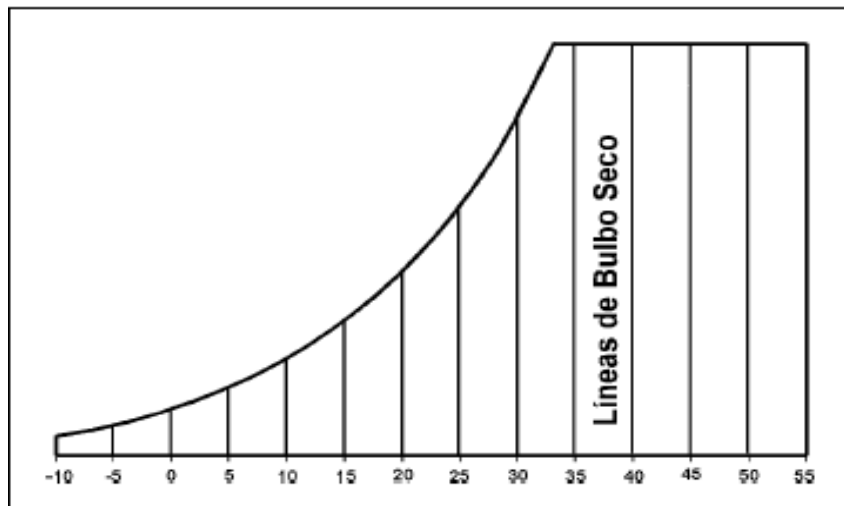


Figura 13.12 - Líneas de temperatura de bulbo seco °C.



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A

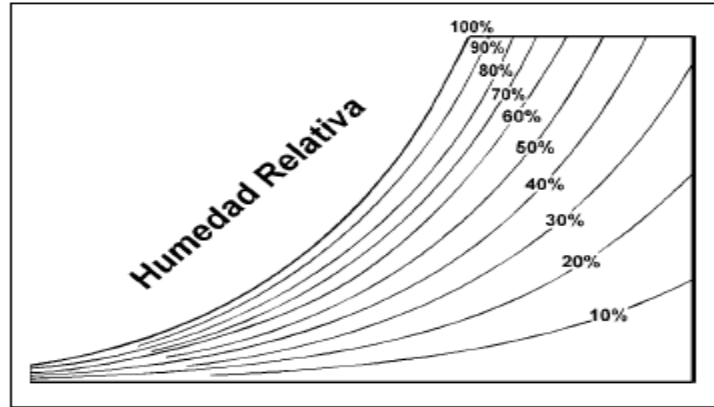


Figura 13.15 - Líneas de humedad relativa %.

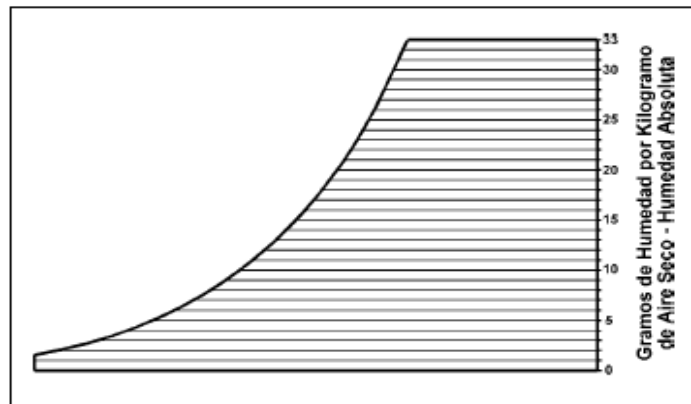


Figura 13.16 - Líneas de humedad absoluta en gramos/kg.

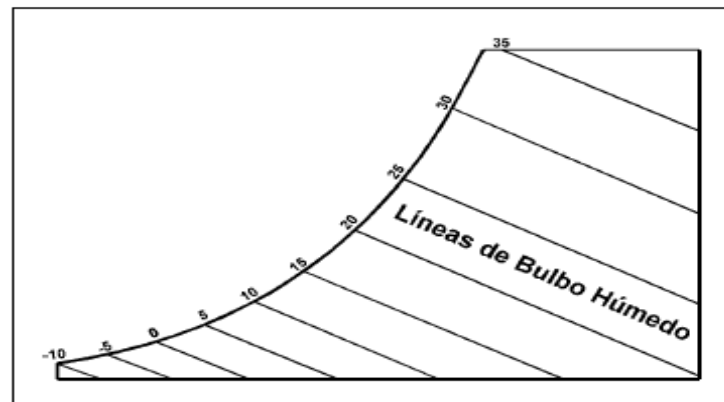


Figura 13.13 - Líneas de temperatura de bulbo húmedo °C.



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A

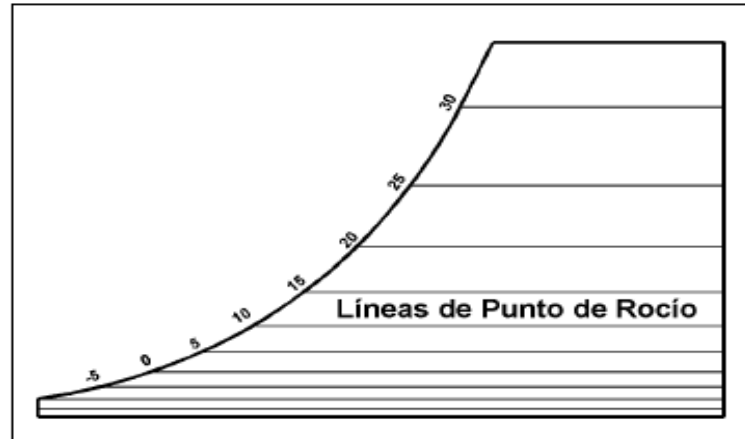


Figura 13.14 - Líneas de temperatura de punto de rocío °C.

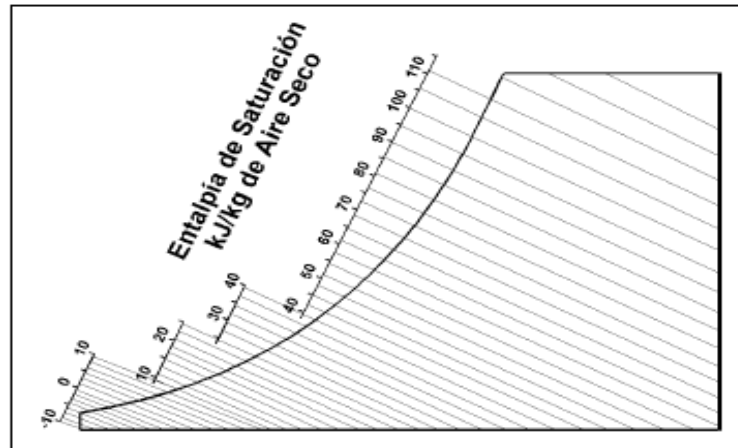


Figura 13.18 - Líneas de entalpía en kJ/kg de aire seco.

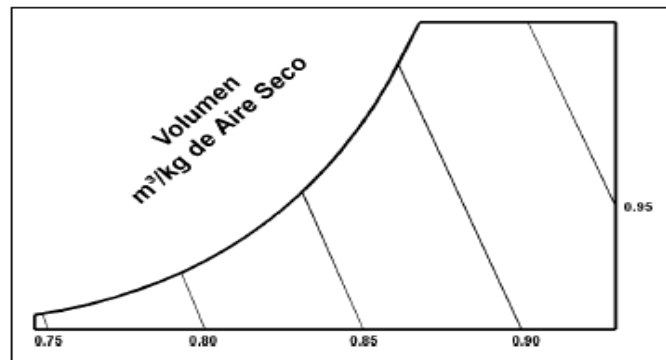


Figura 13.19 - Líneas de volumen específico en m³/kg de aire seco.

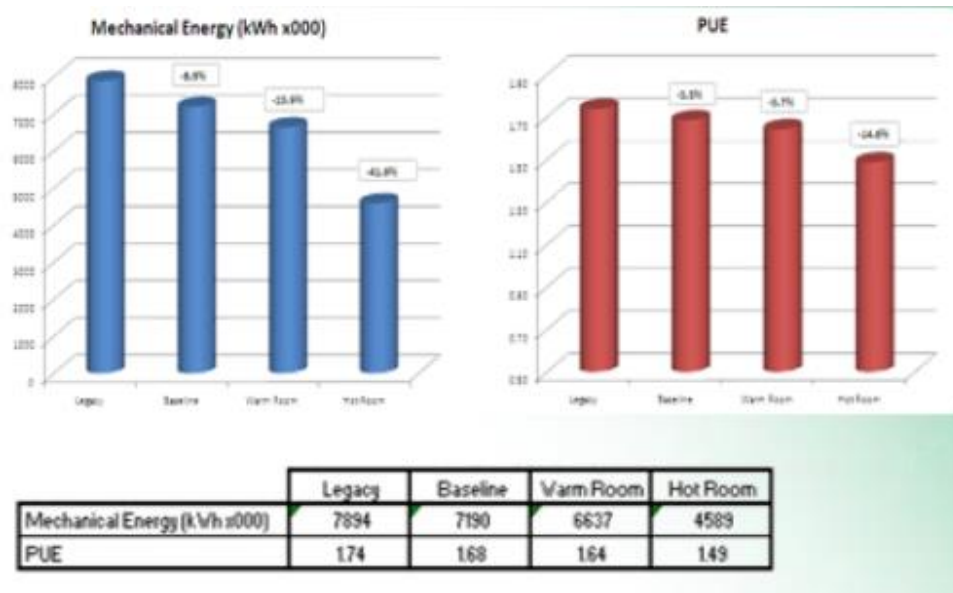


CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A

Ejercicios

- Si con un psicrómetro se toman las lecturas de temperaturas de bulbo húmedo y seco, siendo éstas de 24°C y 17°C, respectivamente. ¿Cuál será la humedad relativa?
- A una muestra de aire se le midió con un higrómetro la humedad relativa y ésta es de 60%. Si la temperatura de bulbo seco es de 27°C, ¿cuál será el punto de rocío?
- Encontrar la humedad relativa cuando la temperatura seca es de 32°C y el contenido de humedad es de 14 gr/kg aire seco.
- Si a un aire se le toman las temperaturas de bulbo seco (35°C) y bulbo húmedo (22°C), ¿cuáles serán las demás propiedades?

Recomendaciones de la ASHRAE





CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A

Eliminación de la terminología Watts/ft² (W/m²)

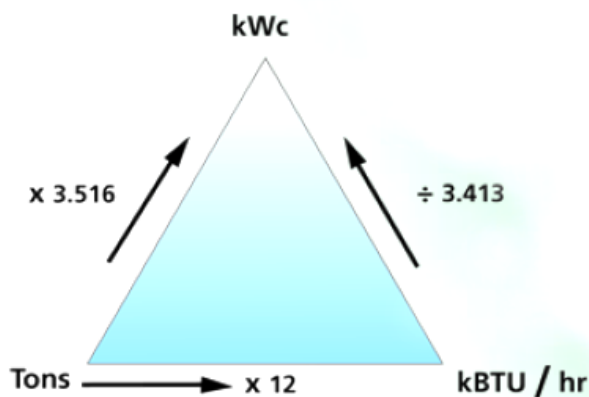
- ¿Qué alimentación debería ser utilizada: UPS, UPS + mecánica, o entrada de servicios en la edificación?
- ¿Se debería emplear la huella del producto, el espacio utilizable o alquilable, el espacio bruto (en la sala informática) o la huella del edificio como divisor del cálculo de W/ft²(W/m²)?
- ¿Quién quiere conocerlos?
- Fabricante de hardware (huella de producto)
- Constructor del suelo técnico (producto + espacio para los servicios)
- Ingeniero de instalaciones (huella de sala informática bruta)
- Planificador de los servicios eléctricos (huella del edificio)

Terminología mejor

- En lugar de W/ft² (W/m²)
- Es mejor utilizar los kW/rack
- Medio
- Rango
- Y aún mejor deben utilizarse kW/superficie de la sala
- Ejemplo: 200kW por espacio edificado

La capacidad de refrigeración debe expresarse como kW de refrigeración (kWc)

kWc a toneladas a kBTU/Hr



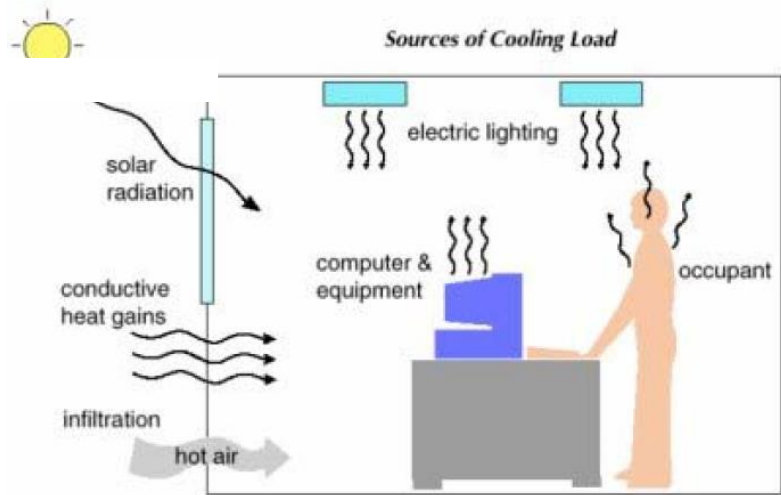


CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A

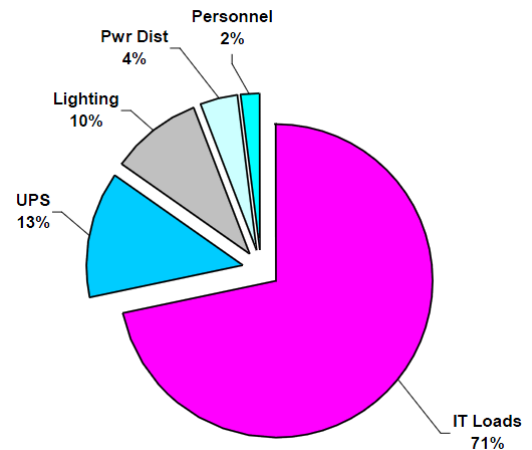
Cálculo de Capacidad Térmica

- Dimensionamiento

Fuentes de Carga Térmica

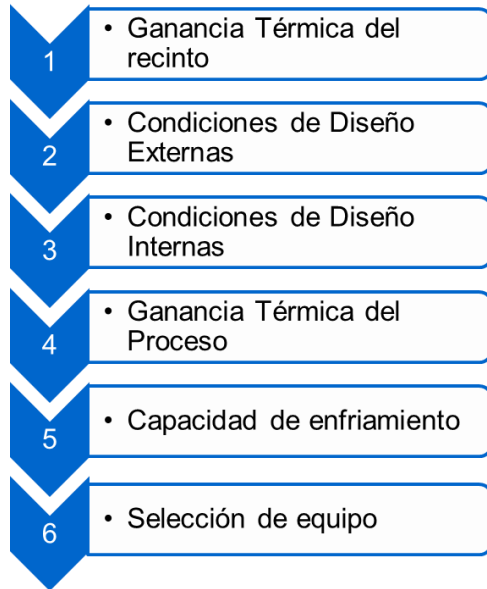


Distribución de carga térmica

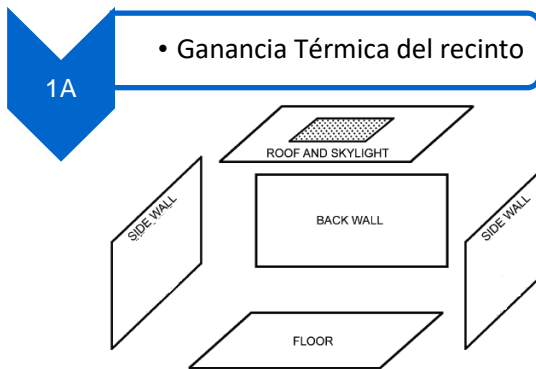




CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A



- Obtener ganancia térmica:
 - Recinto
 - Proceso (CPD, Oficina, Industria, etc.)
- Metodologías ASHRAE (más usadas)
 - TFM (Transfer Function Method)
 - RTS (Radiant Time Series)
- Herramientas
 - Hoja de cálculo: Pre-Ingeniería
 - Programa de Computo:
 - Carrier HAP (Hour Analysis Program)
 - Trane (Trace)



DETERMINAR:

- Dimensiones
 - Área de paredes, techo, piso.
 - Tipo de material, grosor, color y coeficiente de transferencia de calor (U)
- Orientación
 - Latitud
 - Longitud
 - Nivel del mar
 - Uso horario

Características de la cubierta

Color superficie exterior Oscuro
 Valor de U global **0,249** W/(m²-°K)

Detalles de las capas de la cubierta (Interior a exterior)

Capas	Grosor mm	Densidad kg/m ³	Specific Ht. kJ / (kg - °K)	Resistencia (m ² -°K)/W	Peso kg/m ²
Inside surface resistance	0,000	0,0	0,00	0,12064	0,0
Steel deck	0,853	7833,0	0,50	0,00002	6,7
Board insulation	77,000	32,0	0,92	3,70748	2,5
Built-up roofing	20,000	1121,3	1,47	0,12293	22,4
Outside surface resistance	0,000	0,0	0,00	0,05864	0,0
Total	97,853	-	-	4,00970	31,6



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A

2

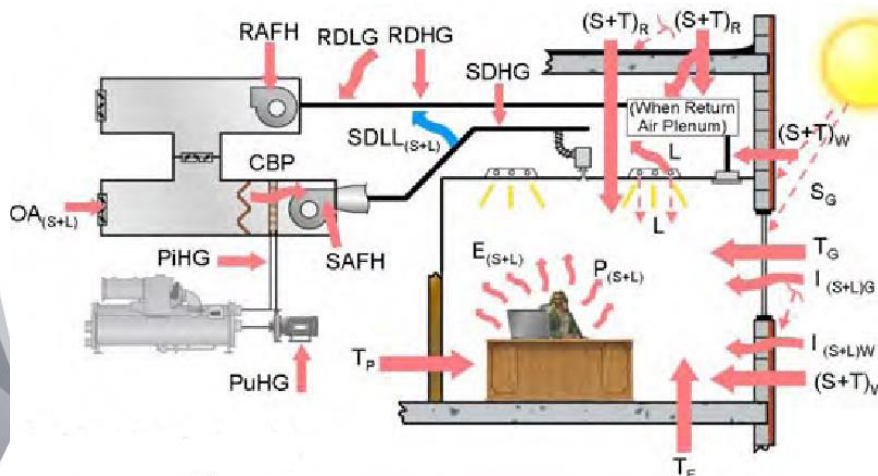
- Condiciones de Diseño Externas

DETERMINAR:

- Valores 24 horas en verano, invierno:
 - Temperatura de bulbo seco
 - Temperatura de bulbo húmedo del aire
 - Humedad relativa
 - Flujo solar
- Mes/Día/Hora más caliente y más frío del año.
- Factores de corrección
 - Densidad de aire
 - Ganancia de calor

3

- Condiciones de Diseño Internas



DETERMINAR:

- Tipo de cargas
 - Iluminación
 - Equipo de Cómputo
 - Personal
- Temperatura interior
- Humedad
- Ventilación



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A

4

• Ganancia Térmica del Proceso

DETERMINAR:

- Ganancia térmica de las Zonas
 - Recinto
 - Iluminación
 - Proceso (Eq. de Cómputo)
 - Personal
- Ganancia térmica del Sistema
 - Plenum (techo, iluminación)
 - Perdida Ductos
 - Ventilación
 - Generada por abanicos
- Temperatura picos de Operación
 - OA, Mixed Air

ZONE LOADS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Roof Transmission	4806 ft²	6904	-	4806 ft²	7793	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	4806 ft²	0	-	4806 ft²	6264	-
Partitions	5522 ft²	0	-	5522 ft²	0	-
Ceiling	4806 ft²	0	-	4806 ft²	0	-
Overhead Lighting	14419 W	34437	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	630000 W	2149525	-	0	0	-
People	30	6311	13650	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	2197176	13650	-	14056	0
Zone Conditioning	-	2193819	13650	-	13603	0
Plenum Wall Load	10%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	50%	6904	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	30%	14759	-	0	0	-
Return Fan Load	130070 CFM	0	-	130070 CFM	0	-
Ventilation Load	600 CFM	11773	22619	600 CFM	19408	779
Supply Fan Load	130070 CFM	260342	-	130070 CFM	-260342	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	2%	43944	-	2%	281	-
>> Total System Loads	-	2531541	36269	-	-227050	779
Central Cooling Coil	-	2531541	36377	-	-227050	0
>> Total Conditioning	-	2531541	36377	-	-227050	0



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A

5

• Càlculo de Capacidad Térmica

DETERMINAR:

- Toneladas
- CFM
- Capacidad del evaporador
 - Sensible
 - Latente
 - Total
- Galones por minutos (caso chiller)

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	214.0	Tons
Total coil load	2567.9	MBH
Sensible coil load	2531.5	MBH
Coil CFM at Jul 1700	130070	CFM
Max block CFM	130070	CFM
Sum of peak zone CFM	130070	CFM
Sensible heat ratio	0.986	
ft ² /Ton	22.5	
BTU/(hr-ft ²)	534.3	
Water flow @ 10.0 °F rise	513.86	gpm

Supply Fan Sizing Data

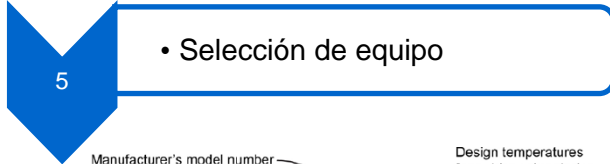
Actual max CFM	130070	CFM
Standard CFM	122133	CFM
Actual max CFM/ft ²	27.06	CFM/ft ²

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow CFM	600	CFM
CFM/ft ²	0.12	CFM/ft ²



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A



Manufacturer's model number: 24ABC3

Design temperatures for outdoor air entering the condenser

DETAILED COOLING CAPACITIES#

EVAPORATOR AIR	CONDENSER ENTERING AIR TEMPERATURES: F (°C)												
	75 (23.9)				85 (29.4)				95 (35)				
CFM	FWR F (°C)	Capacity MBtuh		Total Sys. KW**	Capacity MBtuh		Total Sys. KW**	Capacity MBtuh		Total Sys. KW**	Capacity MBtuh		Total Sys. KW**
		Total	Sens±		Total	Sens±		Total	Sens±		Total	Sens±	
24ABC35 HIGH Outdoor Section With 2Y/WV210 Indoor Section													
000	57 (13.9)	22.73	22.73	1.53	22.01	22.01	1.89	21.22	21.22	1.86	20.35	20.35	2.04
	63 (17.2)†	24.00	16.79	1.54	23.17	16.64	1.70	22.12	16.25	1.86	20.09	14.24	2.05
	67 (19.4)	26.66	17.43	1.56	25.50	16.77	1.71	24.42	16.11	1.86	23.17	15.43	2.06
	72 (22.2)	29.46	14.50	1.58	28.27	13.87	1.73	27.00	13.23	1.90	25.65	12.59	2.09
715	57 (13.9)	24.27	24.27	1.56	23.40	23.40	1.72	22.58	22.58	1.90	21.68	21.64	2.07
	63 (17.2)†	25.57	18.25	1.57	24.48	17.57	1.73	23.32	16.95	1.89	22.09	16.18	2.08
	67 (19.4)	27.65	18.86	1.59	26.45	16.30	1.74	25.20	17.00	1.91	23.87	15.89	2.09
	72 (22.2)	30.60	15.80	1.61	29.22	14.84	1.76	27.85	14.18	1.93	26.40	13.51	2.11
750	57 (13.9)	24.68	24.68	1.57	23.85	23.85	1.73	22.95	22.95	1.90	21.67	21.67	2.08
	63 (17.2)†	26.32	23.05	1.58	24.25	20.53	1.73	23.12	21.58	1.90	22.01	22.01	2.08
	67 (19.4)	27.65	19.87	1.59	24.69	17.68	1.74	23.50	17.29	1.90	22.24	18.58	2.09
	72 (22.2)	29.85	19.44	1.59	26.66	16.74	1.75	25.09	16.04	1.92	24.04	17.33	2.10
800	57 (13.9)	26.25	15.79	1.62	25.44	15.13	1.77	24.06	14.48	1.94	22.59	13.78	2.12
	63 (17.2)†	28.21	25.23	1.65	24.38	24.38	1.74	23.49	23.49	1.91	22.42	22.42	2.06
	67 (19.4)	29.83	23.80	1.59	24.55	23.18	1.74	23.49	22.48	1.91	22.45	22.45	2.10
	72 (22.2)	31.08	18.19	1.63	26.73	15.62	1.78	25.31	14.84	1.95	23.81	14.16	2.13

Conditions for indoor air entering the evaporator coil as wet bulb temperature

Total and Sensible Capacities in MBtu/h

Four discrete CFM values

DETERMINAR:

- Limitaciones
 - Espacio disponible
 - Distancia entre evaporador y condensador
 - Presupuesto
 - PUE/DCIE
- Tecnología
 - Expansión Directa
 - Chiller eléctrico enfriado por aire o agua
 - Chiller de compresión enfriado por aire o agua
 - Unidades combinadas
- Nivel de certificación objetivo
 - Redundancia
 - Mantenimiento concurrente

No.	Descripción	Mts.2	Factor	Btu/hr.
1.0	MUROS			
a)	Expuestos al sol	0 M2	- Ft2	x 11
b)	No expuestos a carga solar	0 M2	- Ft2	x 5
2.0	VENTANAS CON CRISTAL THERMOPAN			
a)	Cristal Natural (sin protección)			
	Este, Sureste, Suroeste, Oeste	0 M2	- Ft2	x 77
	Noreste, Noroeste	0 M2	- Ft2	x 46
	Sur	0 M2	- Ft2	x 68
	Norte	0 M2	- Ft2	x 27
b)	CON SHADES O BLINDS			
	Este, Sureste, Suroeste, Oeste	0 M2	- Ft2	x 51
	Noreste, Noroeste	0 M2	- Ft2	x 32
	Sur	0 M2	- Ft2	x 46
	Norte	0 M2	- Ft2	x 21
3.0	PARTICIONES (EXPUESTOS A ESPACIO SIN A/A)			
a)	Doble partición	0 M2	- Ft2	x 8
b)	Partición Sencilla	0 M2	- Ft2	x 14
4.0	LOSA ENTREPISO (EXPUESTO A ESPACIO SIN A/A)	0 M2	- Ft2	x 4
5.0	LOSA DE AZOTEA			
a)	De 4" aligerada	0 M2	- Ft2	x 4
b)	Delgada sin aligerar	0 M2	- Ft2	x 7
6.0	PISO			
a)	Espacio de bodega (Planta)	0 M2	- Ft2	x 5
b)	Espacio con alta ganancia de calor (Cuarto de Máquinas, etc.)	0 M2	- Ft2	x 9
7.0	LUMINARIAS (Total de Watts)	0 Watts	- Watts	x 3.41212
8.0	GENTE (Total de Personas en el área)	0 Personas	- Personas	x 5000
9.0	VENTILACION ((a) o (b) Considerando 15CFM por persona de acuerdo a codigos locales))			
a)	Aire de espacios acondicionados	300 CFM	- CFM	x 23
b)	Aire exterior @ 35°C y 24°C	120 CFM	- CFM	x 55
10.0	EQUIPO DE COMPUTO (Incluyendo todo el equipo auxiliar)	0 KW	- KW	x 3412.12

Carga Total de Enfriamiento	-
Ventana de crecimiento y/o Factor de seguridad (10%)	-
TOTAL DE CARGA SENSIBLE	-
Total en toneladas de refrigeración	-



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A

Elaborar Ejemplo

- Dimensionar la capacidad térmica para el siguiente Centro de Procesamiento de Datos, recomendar la cantidad y capacidad de los equipos, para que se tenga una redundancia de N+1
- Estas son las cargas actuales se tienen 2 UPS de 50 kva y cada uno alimenta a dos tableros de 42 espacios

UPS 1 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN "A"

SERVICIO	POLOS	AMP	CIRCUITO	CIRCUITO	SERVICIO	POLOS	AMP
			1	22			
G18	1X30	0	2	23	G9	2X30	1.2
G18	1X30	2.2	3	24			1.1
G17	1X30	4.5	4	25	G9	2X30	8.8
G16	1X30	4.9	5	26			8.7
G15	1X30	1.3	6	27	G10	2X30	1.2
G2	3X30	2.48	7	28			1.2
		2.44	8	29	G10	2X30	8.2
		2.36	9	30			8.3
G16	2X30	0	10	31			
		0	11	32			
			12	33			
			13	34			
			14	35			
			15	36			
G14	1X30	6	16	37			
G13	1X30	8.1	17	38			
			18	39	G12	2X30	2.8
			19	40			2.8
G11	2X30	2.1	20	41			
		2.4	21	42			



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A

UPS 1 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN "B"

SERVICIO	POLOS	AMP	CIRCUITO	CIRCUITO	SERVICIO	POLOS	AMP
G7	2X30	5.15	1	22	G12	2X50	6.2
		5.19	2	23			6.2
G7	2X30	4.96	3	24			
		5.07	4	25			
G7	2X30	4.79	5	26	G1	2X30	4.1
		4.94	6	27			4.23
G7	2X30	5.29	7	28			
		5.28	8	29			
G7	2X30	3.87	9	30	G5	2X30	2.58
		3.9	10	31			2.54
G6	2X30	3.3	11	32	G4	2X20	4.3
		3.2	12	33			4.4
G6	2X30	1.35	13	34			
		1.33	14	35			
G5	2X30	3.84	15	36			
		3.8	16	37	G3	2X30	7
G5	2X30	1.84	17	38			
				1.8	18	39	
			19	40			
			20	41			
			21	42			



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A

UPS 2 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN "A"

SERVICIO	POLOS	AMP	CIRCUITO	CIRCUITO	SERVICIO	POLOS	AMP
			1	22			
G19	1X30	1.7	2	23	G9	2X30	1
G18	1X30	2.2	4.3	24			1
G17	1X30	1.6	4	25	G9	2X30	9.8
G17	1X30	1.5	5	26			10.1
			6	27	G10	2X30	1.2
		2.48	7	28			1.2
G2	3X30	2.43	8	29	G10	2X30	8.2
		2.4	9	30			8.3
G15	2X30	1.6	10	31			
		1.7	11	32			
			12	33	G8	2X30	5.8
			13	34			5.6
			14	35			
			15	36			
G14	1X30	8.3	16	37			
G13	1X30	8.1	17	38			
			18	39	G12	2X30	1.8
			19	40			1.7
			20	41	G11	2X30	1
			21	42			1



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A

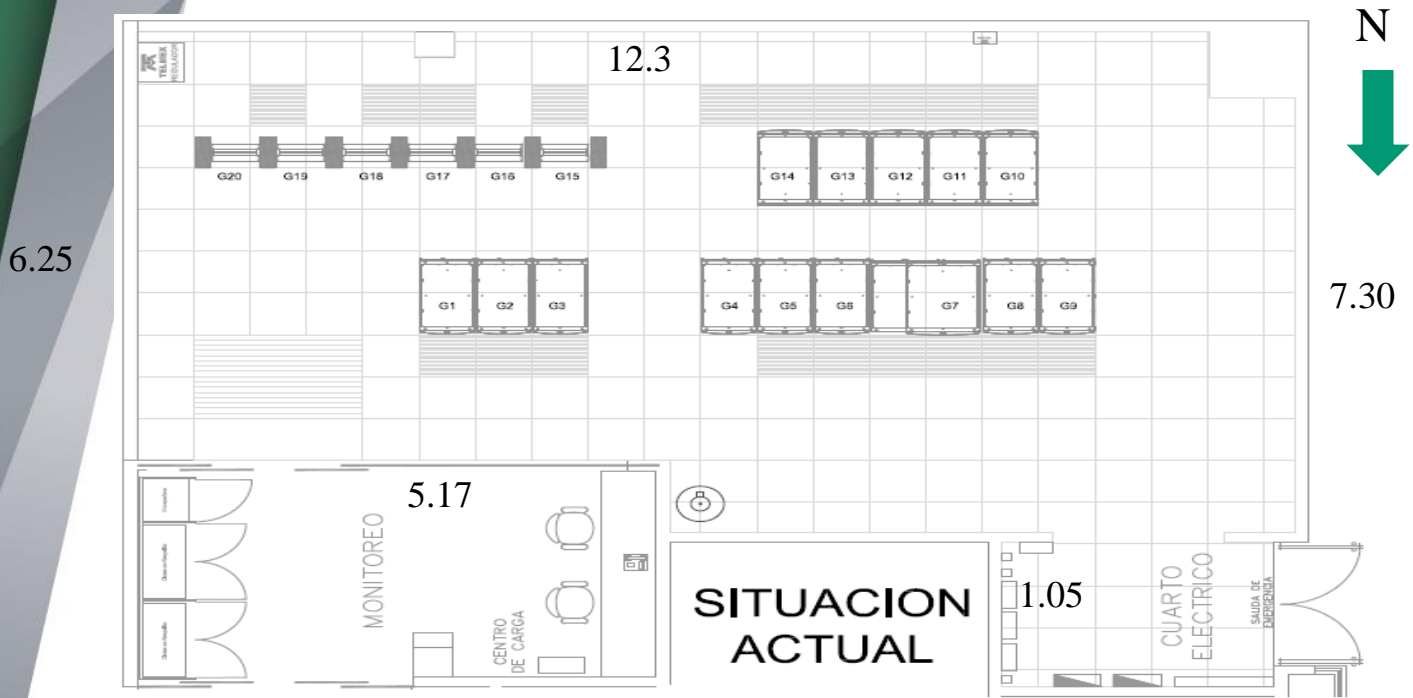
UPS 2 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN "B"

SERVICIO	POLOS	AMP	CIRCUITO	CIRCUITO	SERVICIO	POLOS	AMP
G7	2X30	2.5	1	22	G12	2X50	6.3
		2.52	2	23			6.2
G7	2X30	5.26	3	24			
		5.3	4	25			
G7	2X30	4.9	5	26	G1	2X30	6.6
		4.96	6	27			6.4
G7	2X30	1.4	7	28	G3	2X30	7
		1.98	8	29			6.7
G7	2X30	3.87	9	30	G5	2X30	2.65
		3.83	10	31			2.6
G6	2X30	3.45	11	32	G4	2X20	4.3
		3.5	12	33			4.4
G6	2X30	1	13	34			
		1	14	35			
G5	2X30	3.95	15	36			
		3.9	16	37			
G5	2X30	1.55	17	38			
		1.57	18	39			
			19	40			
			20	41			
			21	42			



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-A

- Este es el Plano (Altura de piso firme a piso falso 30 cms, de piso falso a techo son 2:60 mts no se tiene plafón)



International
Computer
Room
Experts
Association



CERTIFICACIÓN - CCRD

Certified Computer Room Designer

CAPÍTULO X

T E M A

Climatización

– Diseño de Enfriamiento CPD II-B

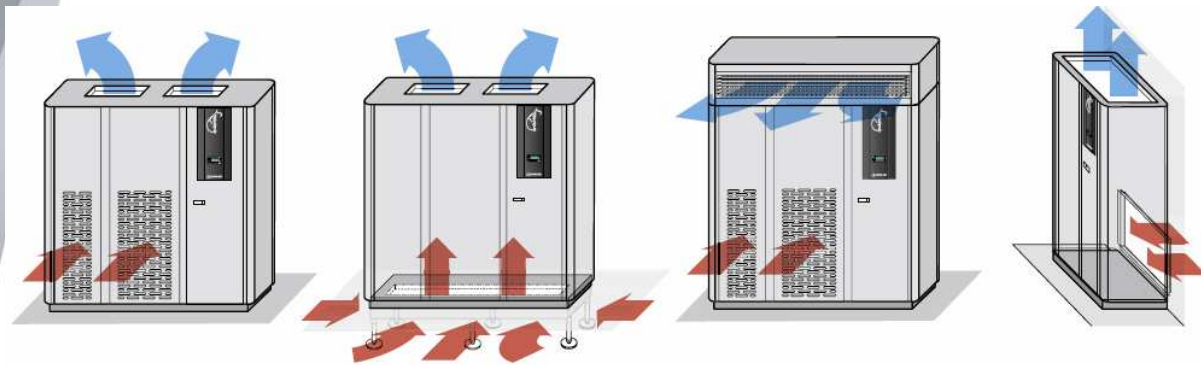


CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-B

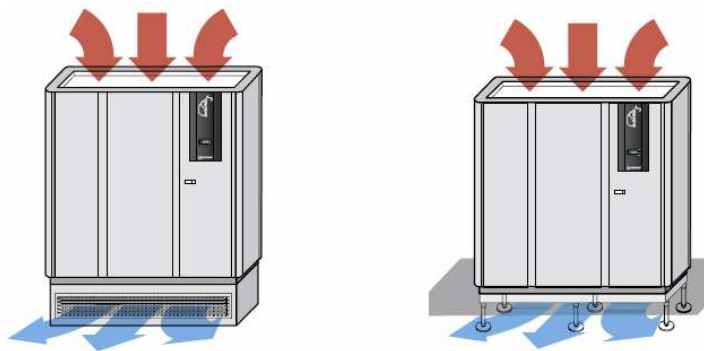
Instalación Aires Tipo DX

Las **Unidades UP Flow** (con descarga de aire hacia arriba) están diseñados para distribuir el aire a través de un sistema de conductos o por medio de un falso techo.

La Toma de aire es generalmente a través de la parte delantera de la unidad, pero también están disponibles versiones con la ingesta de aire a través de la parte trasera o la base de la unidad.



Las **Unidades Down Flow** (con la baja de descarga de aire) manejar grandes volúmenes de aire que se distribuyen de manera uniforme en el medio ambiente por medio de un vacío debajo de un suelo técnico. El aire entra en la unidad directamente desde el medio ambiente, o a través de un techo o falso ventilado.



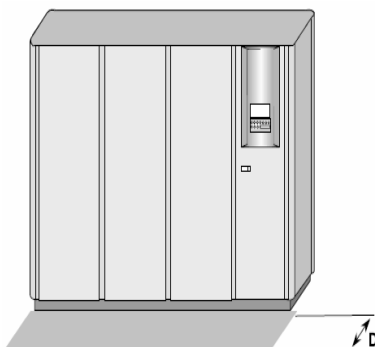


CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-B

El área de instalación debe tener las siguientes características:

- Para facilitar el mantenimiento, deje un espacio libre (distancia D) de al menos 700 mm gratuito en frente de la unidad. Compruebe que las conexiones de entrada de aire y de descarga no están bloqueados en modo alguno, ni siquiera parcialmente.
- El sistema de distribución de energía eléctrica debe respetar las normas CEI, adecuado a las características de la unidad.
- La suministradora de distribución de agua fría (si un humidificador va a ser instalado).
- Las líneas de tuberías para la conexión a la unidad de condensación.
- Una salida de aire externa (de una entrada de aire fresco que se vaya a instalar).
- Sistema del drenaje de la condensación.

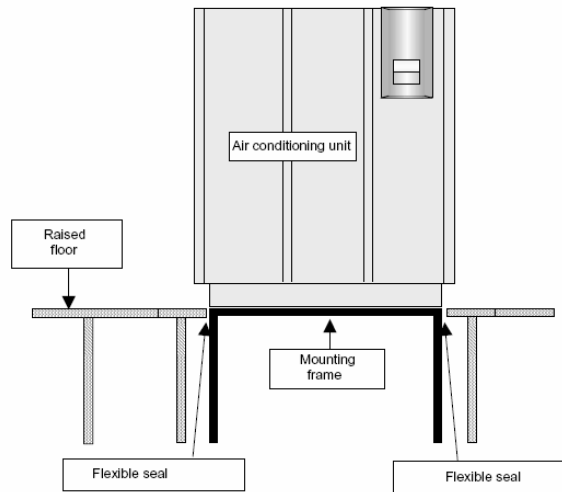
ADVERTENCIA! Si la superficie donde se coloca la unidad no es uniforme y horizontal, existe el riesgo de un desbordamiento de la bandeja de condensación; se permite una diferencia máxima de altura de 5 mm entre los extremos de la unidad



- Las unidades que estén predispuestas para la instalación en suelo de acceso elevado (Piso falso) se utiliza bases de montaje o soportes de suelo adecuadas.
- Las bases permiten la instalación de la unidad antes de instalar el piso elevado, aumenta el ruido y las vibraciones absorción y la facilitación de los tubos de conexión y cables.
- Los modelos de flujo ascendente (hacia arriba del flujo de aire) con la toma de aire trasera o frontal se pueden instalar sin necesidad de utilizarla base de montaje.



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-B



Para instalar la unidad de suelo elevado utilizando la base de montaje, llevar a cabo los siguientes procedimientos:

- Un sello flexible al menos 5 mm de espesor debe instalarse entre los paneles de piso elevado y la base de montaje que también debe ser aislado de la estructura del piso metálico.
- Colocar la unidad a la base de montaje y fijarla con los orificios roscados que se encuentran en la base de la unidad.

El circuito de refrigeración debe estar conectado a la unidad de condensación por tubos de cobre.

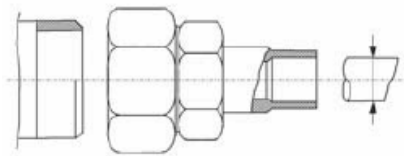
El diámetro de los tubos debe ser elegido de acuerdo a la longitud de la propia línea de refrigerante (preferiblemente menos de 30 m), por lo tanto, es posible que el diámetro interno de las válvulas Rotalock suministrados por el fabricante no coincidirá con el diámetro de las tuberías.

Para conectar el circuito de refrigeración para la unidad de condensación, llevar a cabo el siguiente procedimiento:

- Compruebe que el diámetro de las válvulas *Rotalock* coincide con el diámetro de la tubería de conexión.
- Soldar la válvula de *Rotalock* a las tuberías de entrada y de salida de la unidad de condensación.
- Utilizando las juntas de rosca de teflón las válvulas *Rotalock* a las tuberías de entrada y de salida del circuito de refrigeración del acondicionador.



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-B



Dimensionamiento de la Tubería Refrigerante

ADVERTENCIA! Las tuberías siempre deben estar protegidos del sol.

La tubería de descarga debe estar dimensionado para garantizar el flujo del aceite, en particular cuando se opera a carga parcial, evitando el retorno del refrigerante condensado a la cabeza del compresor y evitar vibraciones excesivas y ruido debido a las pulsaciones de gas caliente, vibraciones del compresor, o ambos.

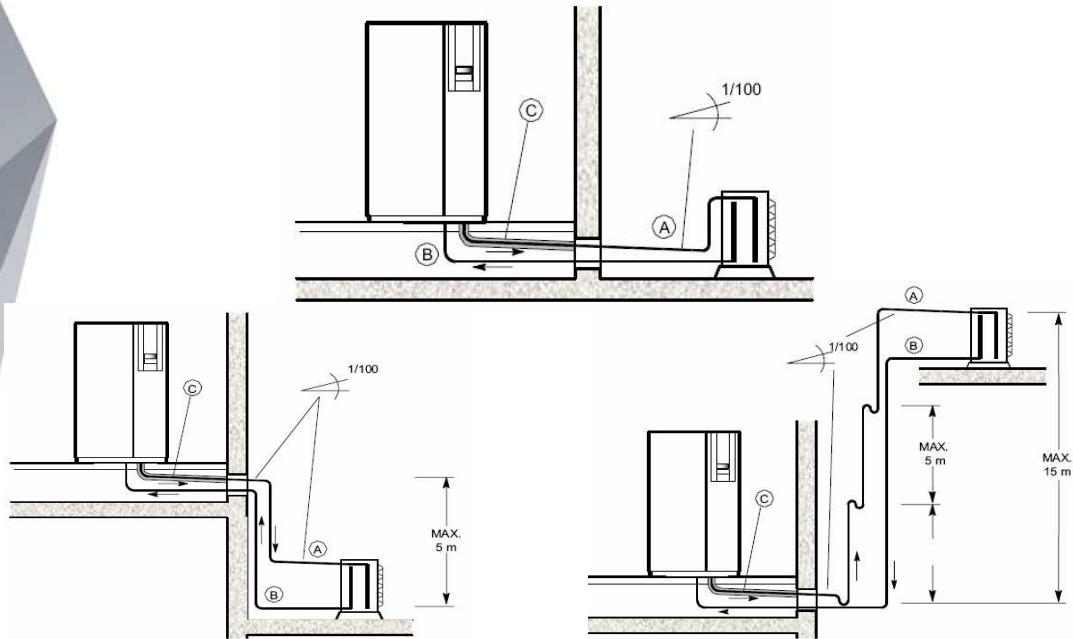
La pérdida de carga a lo largo de la línea de descarga provoca un aumento en la temperatura de condensación y por lo tanto una disminución en la capacidad de refrigeración del acondicionador; cada punto porcentual de disminución de la capacidad de refrigeración corresponde a una disminución de 1 ° C de la temperatura máxima de funcionamiento.

Incluso si sería preferible tener bajas pérdidas de la carga a lo largo de la línea, una línea de descarga de gran tamaño, es necesario reducir la velocidad del refrigerante de manera que no provoca una reducción del flujo de aceite.

Además, cuando la máquina utiliza más compresores para el circuito de refrigeración, la línea de descarga debe transportar el aceite a todos los niveles de funcionamiento.

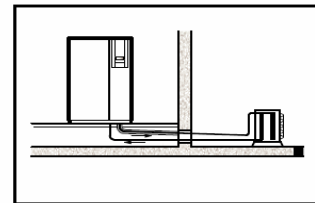
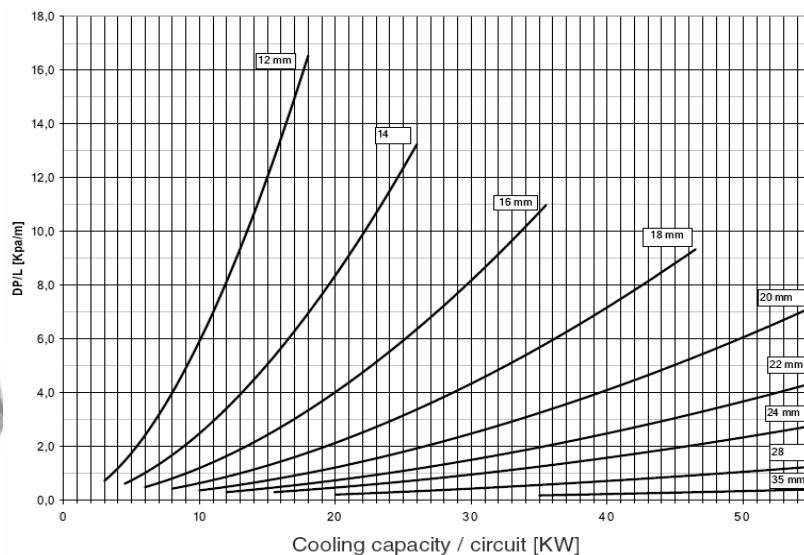


CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-B



Los diámetros mínimos necesarios para garantizar el flujo del aceite se encuentran en los siguientes cuadros para las líneas horizontales y verticales; estos diagramas dependen del tipo de refrigerante.

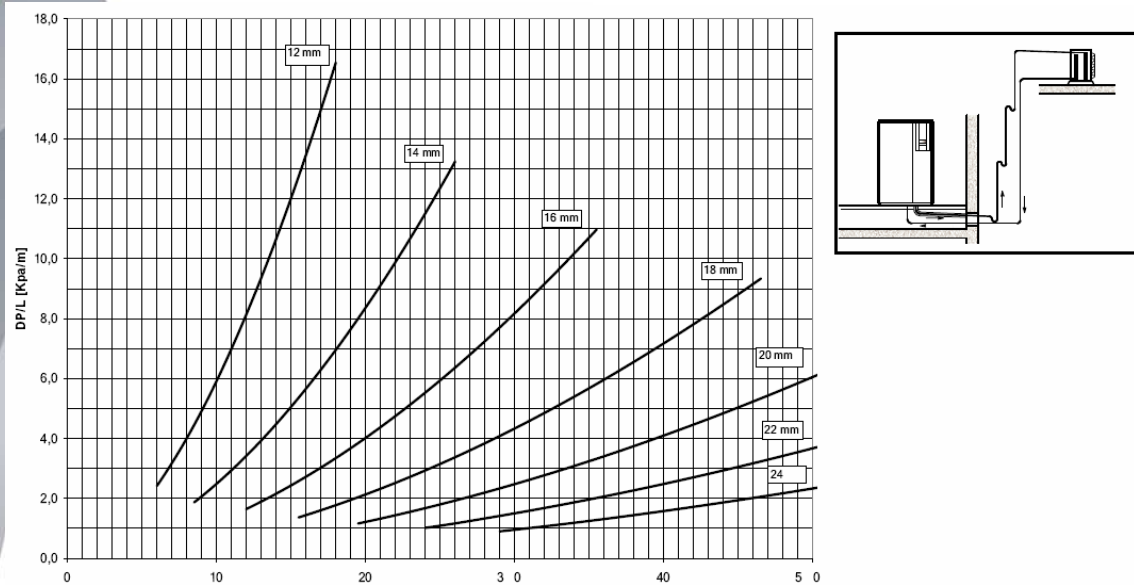
Dimensionamiento de la Línea de Descarga horizontal para R407C (Gráfico 1)



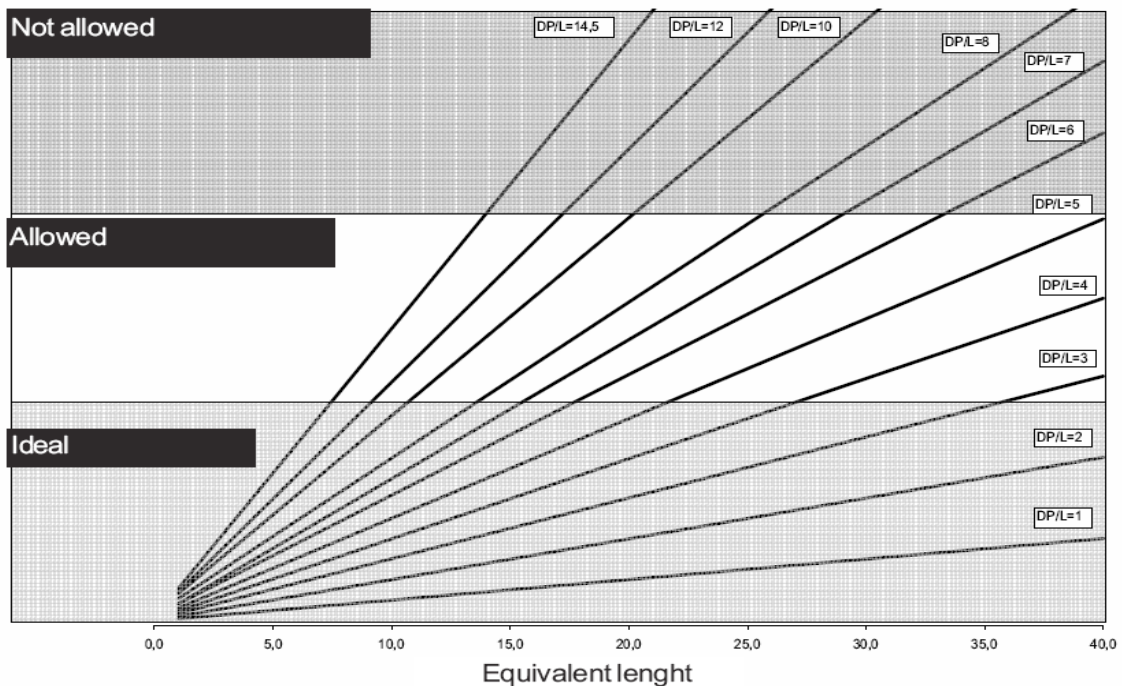


CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-B

Dimensionamiento de la Línea de Descarga vertical para R407C (Gráfico 2)

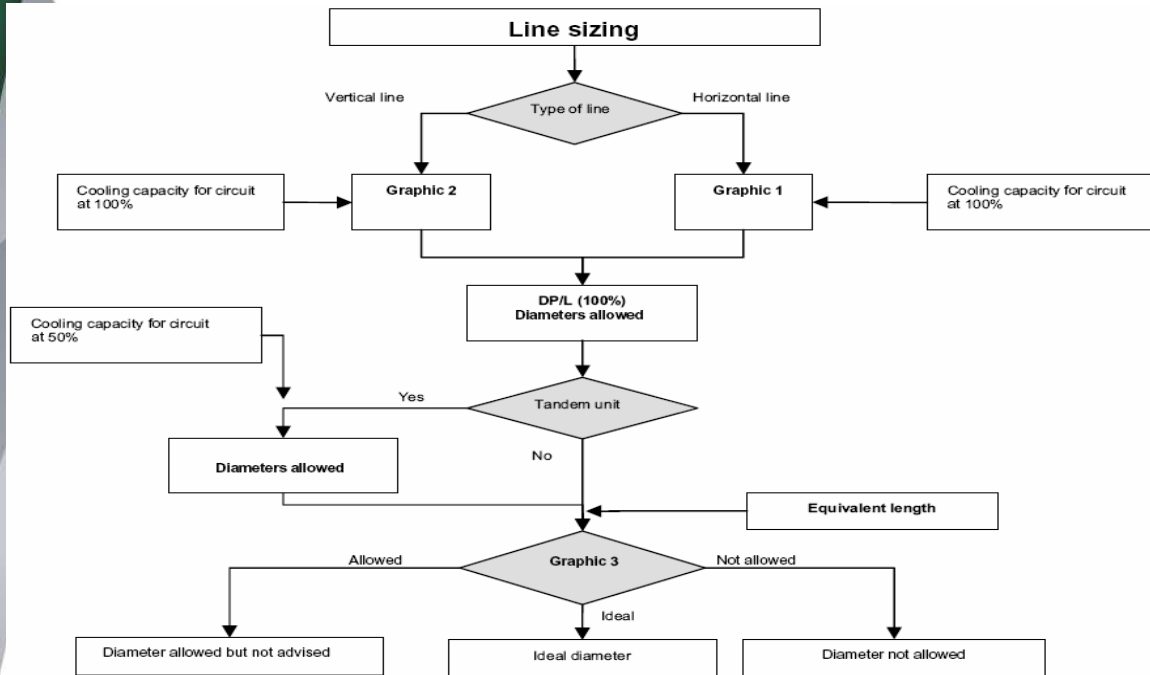


Pérdidas de carga para R407C (Gráfico 3)





CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-B



Ejemplo de Selección de Tubería de Descarga:

Unidad seleccionada: TDAR0721A R407C (1 circuito, 2 compresores en tándem)

Capacidad de refrigeración por circuito: 24 kW

Línea de descarga: Vertical

Longitud equivalente de la línea: 20 m

1 ° paso a Gráfico 2:

Operando a 100% (2 compresores - capacidad por circuito = 24kW de enfriamiento), los posibles diámetros son:

- 20mm à DP / L = 1,8 kPa / m
- 18mm à DP / L = 3,0 kPa / m
- 16mm à DP / L = 6,0 kPa / m
- 14mm à DP / L = 11,5 kPa / m

Operando a 50% (1 compresor - capacidad por circuito = 12 KW de refrigeración), los posibles diámetros son:

- 16mm à DP / L = 1,7 kPa / m
- 14mm à DP / L = 3,4 kPa / m



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-B

2 ° paso à Gráfico 3:

Operando a 100% (2 compresores)

Diámetro = 16 mm à DP / L = 6,0 kPa / m à Diámetro permitido

Diámetro = 14 mm à DP / L = 11,5 kPa / m Diámetro No permitido

El diámetro es de 16 mm recomendado

Ejemplo de Selección de Tubería de la línea líquida:

Para evitar el desarrollo de gas dentro de la línea y asegurar la presión adecuada se alcanza dentro de la unidad de laminación, la línea de líquido debe estar dimensionada correctamente.

En general, los sistemas están diseñados de manera que la pérdida de presión a lo largo de la línea provoca una variación de la temperatura de saturación entre 0,5 ° C y 1 ° C.

ADVERTENCIA! Durante la instalación de la unidad de refrigeración, una válvula de retención debe instalarse en la línea de líquido entre la unidad interior y el condensador externo, para evitar el mal funcionamiento y para proteger el compresor de la migración no deseada de líquido durante el arranque.

	TDA* - TDT* - TUA* - TUT*				
MODEL	0511	0611	0721 - 0921	0722 - 0922	1322 - 1422
			1021 - 1321	1022 - 1122	1622 - 1822
Liquid line	1 x	1 x	1 x	2 x	2 x
External diameter	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm

	TDA* - TDT* - TUA* - TUT*			
MODEL	2222	2522	-	-
	2242	2542	2842	3342
Liquid line	2 x	2 x	2 x	2 x
External diameter	18 mm	18 mm	22 mm	22 mm



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-B

Programa para el dimensionamiento de las tuberías

Line Sizing

English

REFRIGERANT LINE SIZING

Project description:

Refrigerant:

OPERATING CONDITION

Condensing temperature [°C]	<input type="text" value="45"/>	
Evaporating temperature [°C]	<input type="text" value="23"/>	
Subcooling [°C]	<input type="text" value="6"/>	
Overheating [°C]	<input type="text" value="6"/>	
Cooling Capacity (100%) [kW]	<input type="text" value="24"/>	
Unit type	<input type="text" value="Tandem"/>	
Discharge line temperature [°C]	<input type="text" value="90"/>	

SUCTION LINE

Equivalent length [m]	<input type="text"/>	Refrigerant velocity[m/s]	<input type="text"/>
Pipe External Diameter [mm]	<input type="text"/>	Refrigerant pressure drop [kPa]	<input type="text"/>

DISCHARGE LINE

Type of line	<input type="text" value="Vertical"/>	Refrigerant velocity[m/s]	<input type="text" value="15,49655"/> 8-14 [m/s]
Equivalent length [m]	<input type="text" value="20"/>	Refrigerant pressure drop [kPa]	<input type="text" value="157,9981"/> <44[kPa]
Pipe External Diameter [mm]	<input type="text" value="16"/>	Refrigerant velocity 50% [m/s]	<input type="text" value="7,748277"/> >8 [m/s]

LIQUID LINE

Equivalent length [m]	<input type="text"/>	Refrigerant velocity[m/s]	<input type="text"/>
Pipe External Diameter [mm]	<input type="text"/>	Refrigerant pressure drop [kPa]	<input type="text"/>

UNIFLAIR S.p.a. - Calculation Program - LINE SIZING vers. 1.0.0

Conexión directa a los desagües del edificio.

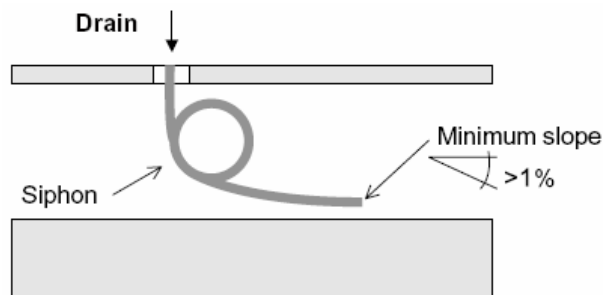
Conectar el tubo de drenaje de la unidad a los desagües del edificio utilizando un caucho o tubo de plástico con un diámetro interno de 25 mm.



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-B

Conexión Hidráulica

El tubo de drenaje externo debe ser sifón para evitar olores desagradables. Mantener una pendiente mínima del 1% abajo del sifón.



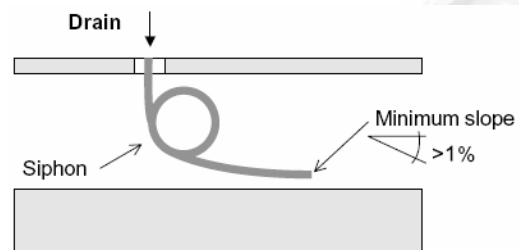
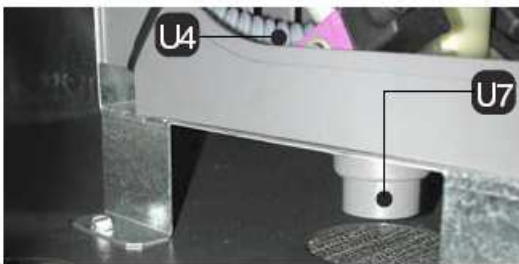
La conexión al humidificador (opcional) y de los desagües del edificio.

ADVERTENCIA! El agua descargada desde el humidificador está a una temperatura muy alta. El tubo de drenaje tiene que soportar altas temperaturas (por lo menos 100 ° C) y debe mantenerse alejado de los cables eléctricos. El tubo de drenaje externo debe ser sifón para evitar olores desagradables. Mantener una pendiente mínima del 1% abajo del sifón.

Conectar el tubo de drenaje de la unidad a la bandeja recolectora (U4) del humidificador.

Conectar el tubo de drenaje del humidificador (U7) a los desagües del edificio mediante un tubo de pvc, que es resistente a altas temperaturas (mínimo 100 ° C) con un diámetro interno de 22 mm.

El tubo de drenaje externo debe ser sifón para evitar olores desagradables y un desbordamiento del agua de la bandeja del humidificador. Mantener una pendiente mínima de 1% aguas abajo del sifón.





CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE II-B

La conexión del Drene de Gas

El circuito de refrigeración está equipado con una válvula de seguridad para la descarga del gas refrigerante.

La intervención de la válvula permite la descarga del fluido refrigerante, posiblemente a altas temperaturas; en el caso de instalación en un ambiente cerrado, donde el riesgo de causar daños a las personas en las inmediaciones existe, un tubo de transporte debe ser utilizado desde la descarga al exterior del Centro de Cómputo.

Cuando no sea posible la instalación de un tubo de transporte es una buena práctica para crear una aireación adecuada del medio ambiente, e indicar, a través de signos específicos, la presencia de la fuga.

Compruebe también que la descarga de la válvula no se ubique detrás de los tableros eléctricos o equipos eléctricos.

SAFETY VALVE
OUTLET



International
Computer
Room
Experts
Association



CERTIFICACIÓN - CCRD

Certified Computer Room Designer

CAPÍTULO X

T E M A

Climatización

– Diseño de Enfriamiento CPD III-A



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-A

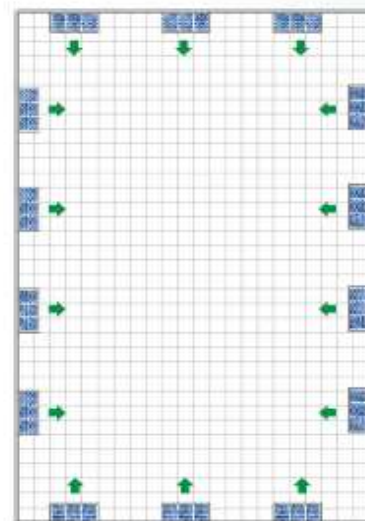
Consideración de Diseño

Una vez estudiadas las necesidades de refrigeración y definido el tipo de equipo, es importante analizar las opciones de disposición para los equipos de refrigeración internos.

Las unidades de aire acondicionado tienen que competir por el espacio con PDU, CDU y bastidores de interconexión. Será preciso reservar rutas subterráneas para el cableado independiente de cobre de datos y alimentación, teniendo en cuenta la longitud máxima de los cables.

Disposición clásica de las unidades de refrigeración

- Enfoque común “hacer circuito con los carromatos”.
- Es preciso ocuparse de los problemas de circulación de aire.
- La ventaja es que si se produce una fuga de agua refrigerada, estará alejada de los cables de datos.
- En las salas informáticas de alta densidad, el espacio de las paredes debe compartirse con las unidades de distribución de energía (PDU).



Disposición incorrecta en planta de las unidades

- Colocación aleatoria.
- Solución a puntos calientes.
- Posibilidad de fugas de agua y daños en los cables de datos de cobre.
- Contratistas de mantenimiento demasiado cerca de los racks informáticos.
- Dificultad para alcanzar más de 5kW de refrigeración por rack.

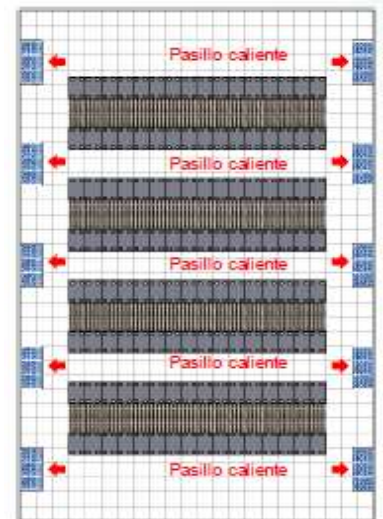




CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-A

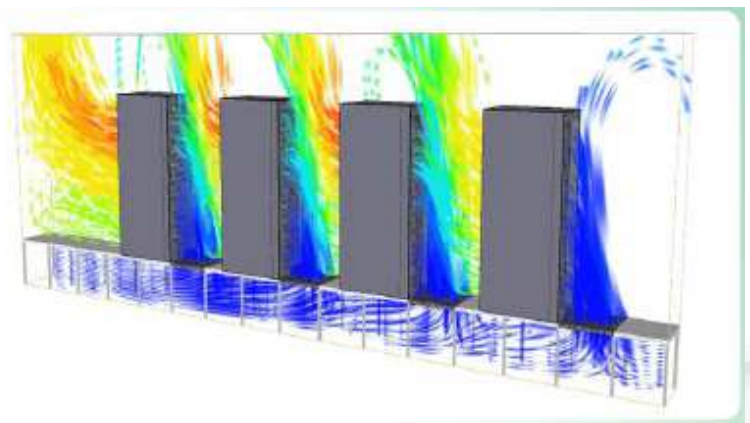
Disposición de las unidades de refrigeración correctamente planificada

- Minimiza el efecto de la elevada velocidad de descarga de las unidades.
- Minimiza el diferencial de presión estática que provoca la salida aún mayor a través de las rejillas.
- Distancia al primer rack activo: 1.8 m.
- Los racks pasivos pueden situarse más cerca del CRAC/CRAH.



Disposición clásica:

- Todos los racks miran en la misma dirección.
- Todos los pasillos tienen una temperatura "mixta" elevada.
- Imposible obtener unas temperaturas de entrada del aire predecibles.



Pasillo frío (lado de entrada del aire)

- Las máquinas/racks están uno frente a otro.
- Frontal de las máquinas o racks en la línea de las losetas.
- Anchura mínima del pasillo: 48" (1.2 m) (2 losetas).
- Unidades de refrigeración perpendiculares a las filas de equipos.
- Colocación (repetir espaciado)
 - 7 baldosas o 14' (4.2m) para racks hasta 42" (1.05m) de fondo.
 - 8 baldosas o 16' (4.8m) para racks hasta 48" (1.2m) de fondo.

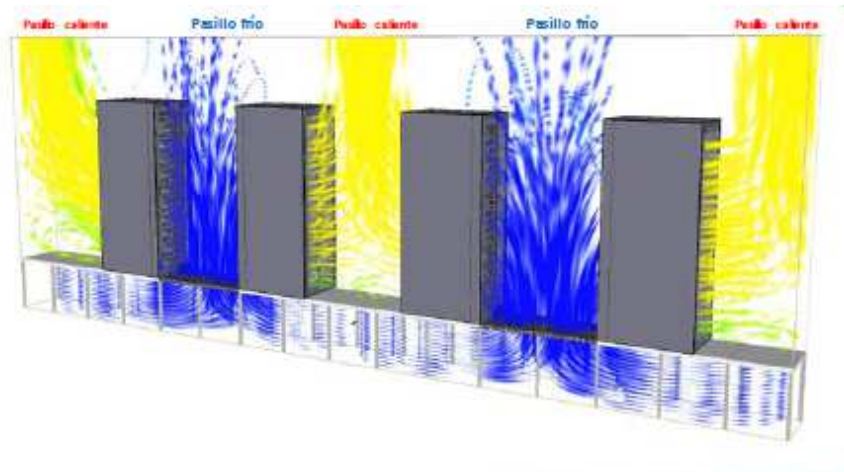


CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-A

Pasillos calientes (lado de salida)

- Racks de máquinas/equipos uno contra otro.
- Fila de baldosas extraíbles para acceder al cableado y las instalaciones.
- Sin baldosas perforadas en el pasillo caliente.
- Parte inferior de los racks/gabinetes sellada.
- Ruta de aire de retorno de la unidad de refrigeración paralela a la fila de equipos.

Disposición preferida para las salas informáticas



Eficiencia del Sistema

Muchos centros de datos operan de forma poco eficiente debido a:

- La gestión del flujo de aire
 - Aire desviado – falta de placas ciegas en racks y sellado del suelo.
 - Recirculación – sin contención en el pasillo frío o caliente.
- Temperaturas de entrada desiguales a lo largo de las filas de racks/gabinetes.
- Puntos de consigna de las unidades CRAC/CRAH demasiado elevados.
- Unidades CRAH/CRAC configuradas para la medición de la temperatura del aire de retorno NO para la medición de la temperatura del aire de suministro.
- Mantenimiento de los equipos inadecuado
 - Las válvulas de regulación del fluido de las unidades CRAH/CRAC no modulan.
 - Sensores de temperatura mal calibrados.
 - Sistemas de refrigerante DX sin carga del todo.
- Puntos de consigna primarios del agua refrigerada demasiado bajos, delta T demasiado baja también.



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-A

Medición de la incapacidad térmica

- De acuerdo con los estudios llevados a cabo, la “incapacidad” térmica en un Centro de Datos medio está determinada por:
 - 2.6 veces más capacidad de refrigeración operativa con respecto a la carga crítica en el Centro de Datos.
 - El mayor problema lo representa el aire desviado:
 - Sólo el 40% del aire frío va directamente a refrigerar la carga crítica.
 - El 60% del aire frío refrigera la sala pero no la carga crítica.
 - El siguiente problema es la falta de separación del aire frío/caliente.

Consecuencias de la incapacidad térmica

- Los resultados que siguen están basados en mediciones pormenorizadas realizadas en salas informáticas:
 - El 10% de los racks presentaban “puntos calientes” en el aire de entrada por encima de 77°F (25°C) /40% Rh.
 - Esto se producía a pesar de contar con 2.6 veces más refrigeración que la necesaria, de acuerdo con la carga de calor.
 - Las salas con el mayor exceso de capacidad de refrigeración tenían el peor porcentaje de puntos calientes.
 - El 10% de las unidades de refrigeración habían fallado.
- Todo esto provoca un enorme incremento del coste de la energía y la huella de carbono.

Más refrigeración NO es la solución

- Soluciones típicas para los puntos calientes
 - Más losetas perforadas – NO.
 - Bajar los puntos de consigna de refrigeración – NO.
 - Más capacidad de refrigeración - ¿¿¿NO???
 - ¿Por qué el problema no se resuelve con más capacidad de refrigeración?
 - En realidad, crea más puntos calientes.
 - Incremento de la capacidad de refrigeración = ¿¿¿Más puntos calientes???
- Los puntos calientes son consecuencia de la mala gestión del flujo de aire y la falta de planificación y coordinación del espacio, y no necesariamente de una capacidad de refrigeración del aire insuficiente.



CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-A

Soluciones a la incapacidad

- Asegurarse de que los filtros están limpios y presentan sólo una capa.
- Correcto calibrado de los sensores de aire de retorno y puntos de consigna.
- Sistemas DX:
 - Asegurarse de que el sistema refrigerante está totalmente cargado.
 - Asegurarse de que el evaporador y los condensadores están limpios.
 - Dimensionar los condensadores para las peores condiciones de T/humedad relativa.
- Sistemas de agua refrigerada
 - Elevar la temperatura es uniforme en el pasillo frío.
- Asegurarse de que la temperatura es uniforme en el pasillo frío.
 - Reducir los flujos de aire desviado y recirculación.

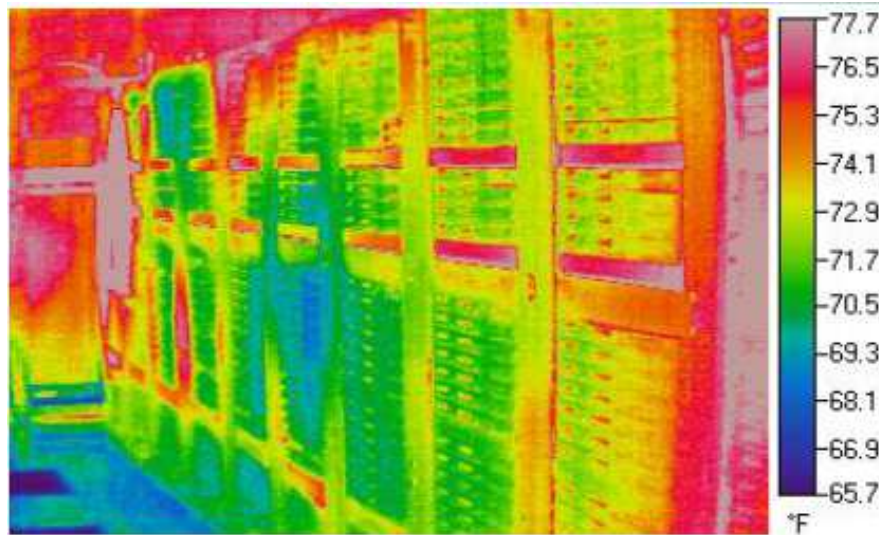
Impacto de los distintos volúmenes de aire – Punto de vista físico



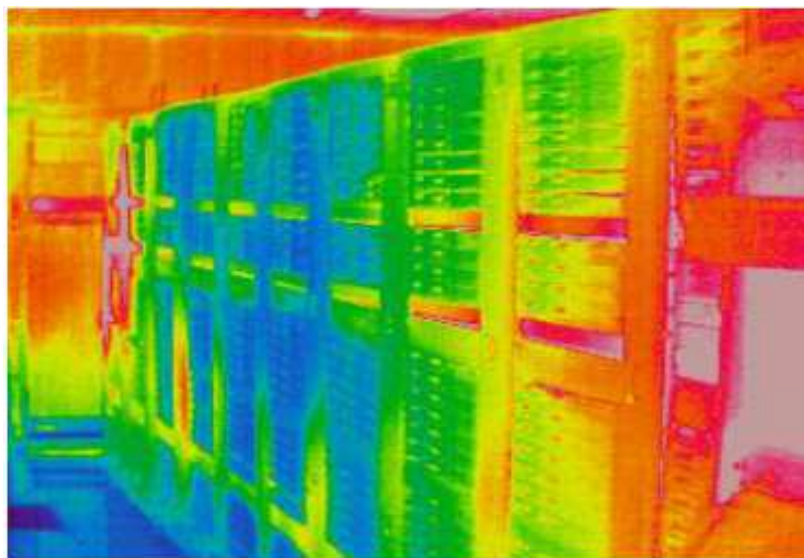


CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-A

**Impacto de los distintos volúmenes de aire.
Flujo de aire insuficiente – Punto de vista térmico**



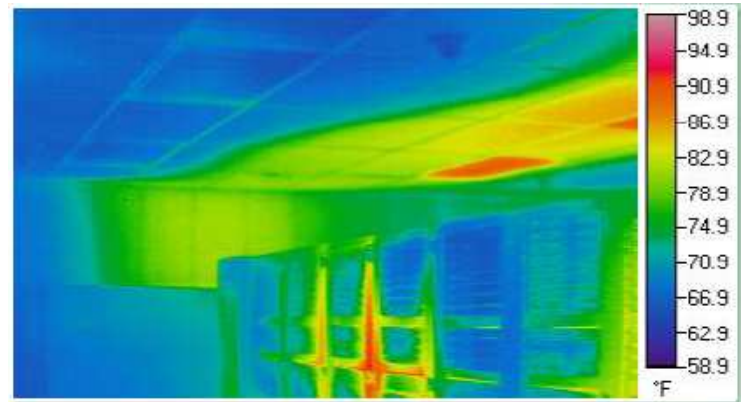
**Volumen de flujo de aire adicional
Unidades de refrigeración adicionales**





CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-A

Impacto de los distintos volúmenes de aire Volumen correcto – Punto de vista térmico



Definición del flujo de aire desviado

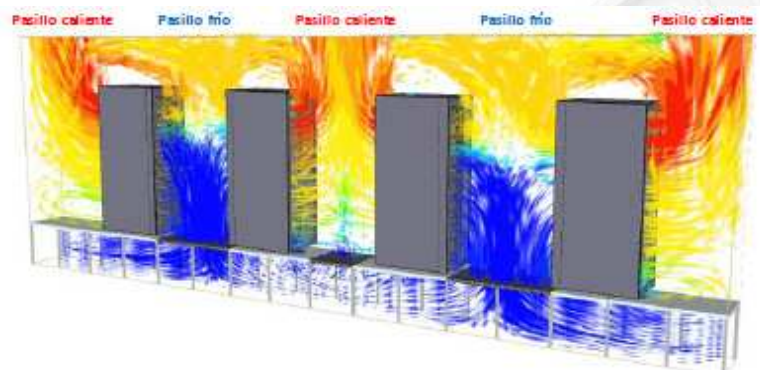
- El aire acondicionado no llega a las entradas de aire de los equipos informáticos
 - Se escapa a través de los cortes para paso de los cables y los orificios debajo de los racks.
 - Se escapa a través de las losetas perforadas mal colocadas.
 - Se escapa a través de los orificios en las paredes del perímetro de la sala informática, el techo o el suelo.

Efectos del flujo de aire desviado

- Con flujo de aire desviado
 - El aire frío se escapa a través de los cortes para paso de los cables/huecos entre los equipos informáticos.
 - Reduce la presión estática que genera un flujo de aire insuficiente en el pasillo frío.
 - Se mezcla con el aire caliente, generando un retorno de aire más frío en las unidades de refrigeración.

Problemas relativos al flujo de aire

1. Presión negativa
2. Aire desviado
3. Recirculación

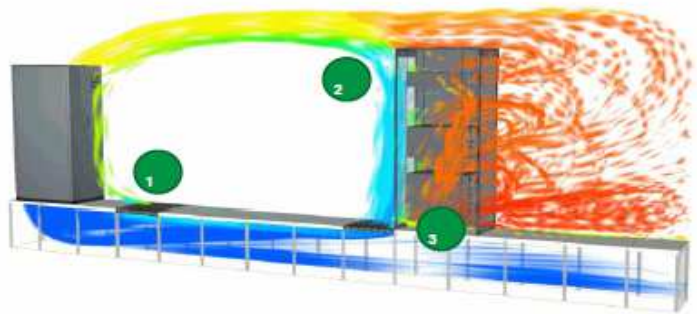




CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-A

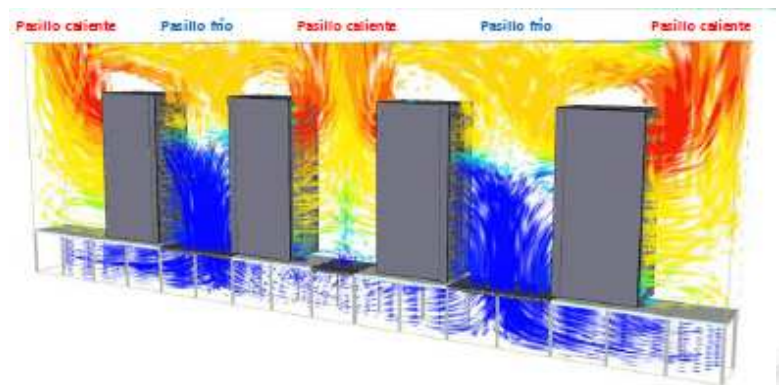
Efectos del flujo de aire de recirculación

- Con flujo de aire de recirculación
 - La recirculación se produce en los laterales y sobre la parte superior de los rack.
 - Mezcla el aire caliente con el frío, generando que un aire más caliente entre en los equipos informáticos.
 - También puede producirse cuando no hay placas ciegas instaladas en los espacios libres de los racks o no hay contención en los pasillos.



Flujo de aire desviado – Soluciones

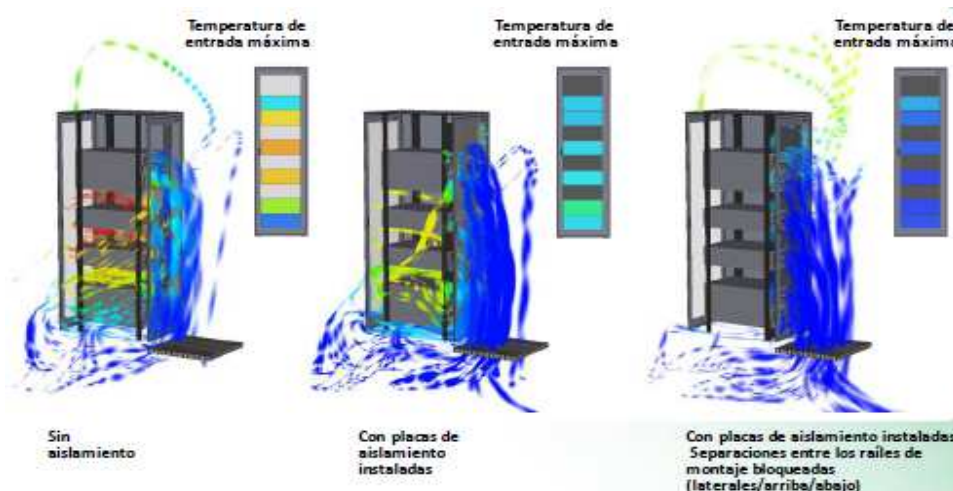
- Sellar todos los orificios en las paredes perimetrales de la sala informática debajo del suelo técnico y en la zona del falso techo.
- Sellar todas las aberturas en el suelo técnico, incluido el suelo de los gabinetes/racks (cables, PDU y unidades de refrigeración, bordes del suelo, cortes para las tuberías, etc).
- Sellar las separaciones entre los equipos informáticos utilizando placas de aislamiento, incluso entre los rieles de montaje y el lateral de los gabinetes y los equipos no utilizados.
- Poner atención a los equipos con entradas laterales de aire (por ejemplo: conmutadores de la serie 6500 de Cisco) y fabricar deflectores.
- Garantizar que las tasas de flujo de aire suministradas coincidan con las necesidades de los equipos; unas tasas de suministro elevadas generan un incremento del flujo de aire desviado.





CLIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-A

Efectos del aislamiento en el flujo de aire desviado



Antes de instalar cualquier tipo de aislamiento, asegúrese de que la ruta del aire que va a las entradas de los servidores no quede bloqueada por su actuación. ¡No todo va de adelante hacia atrás!

Rectificación del flujo de aire desviado interno

El correcto uso de placas ciegas o relleno entre los rieles de montaje y el lateral de los racks y los servidores no utilizados.



International
Computer
Room
Experts
Association



CERTIFICACIÓN - CCRD

Certified Computer Room Designer

CAPÍTULO X

T E M A

Climatización

– Diseño de Enfriamiento CPD III-B



CIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-B

Eficiencia del Sistema

Rectificación del flujo de aire desviado interno - antes



Rectificación del flujo de aire desviado interno – después

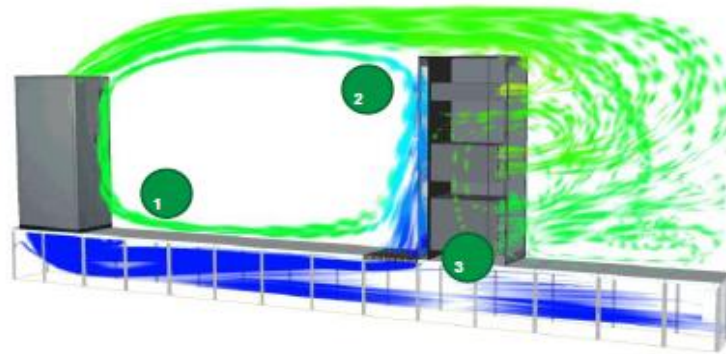




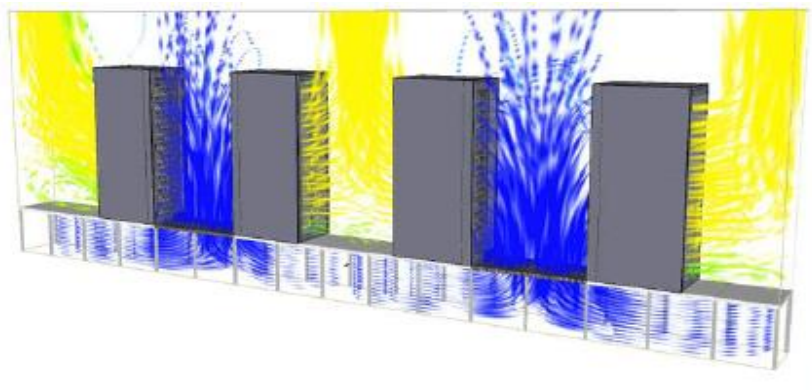
CIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-B

Problemas relativos al flujo de aire

1. Presión negativa.
2. Aire desviado.
3. Recirculación.



Sin flujo de aire desviado



- Potencia media por rack (asumiendo una loseta perforada por rack y aires suministrado a 60°F)
 - 5.0 kW con baldosas perforadas (700CFM).
 - 10 kW con rejilla (1,400 CFM).
- Se alcanza la máxima densidad de potencia sin refrigeración o aislamiento adicional.



CIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-B

Contención en los pasillos

- Final del pasillo sellado con puertas de plástico/vidrio deslizantes.
- Parte superior de los racks cerrada mediante una sección del tejado o una extensión hasta el techo.
- Aplicable tanto a los pasillos fríos como a los calientes.
- La contención del pasillo acaba con el flujo de aire de recirculación.



Refrigerar cargas de calor de mayor densidad

Para obtener unos niveles de carga de más potencia en los racks, mejorar la eficiencia y reducir los gastos en energía de explotación.

- Aislamiento del aire frío y el caliente para reducir la recirculación.
 - Contención del pasillo frío o caliente.
 - Puertas en el extremo del pasillo.
 - Cortinas de plástico flexible para ampliar la altura de los rack (comprobar el código de inflamabilidad correcto).
 - Barreras permanentes donde falten gabinetes/racks.
- Elevar la temperatura de aire de suministro.
- Acercar lo máximo posible la refrigeración a la carga térmica
 - Minimiza la energía de los ventiladores.
- Inundar la sala con aire frío a baja presión/baja velocidad para la contención de los pasillos calientes.
- Inundar la cámara subterránea con el aire frío a la baja presión/baja velocidad para la contención de los pasillos fríos.



CIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-B

Contención de los pasillos calientes

- Aislar (contener) el aire caliente.
- Instalar puertas al final de los pasillos.
- Encerrar el pasillo caliente y utilizar la zona del falso techo o las unidades de refrigeración.
- Inundar la sala con aire frío o utilizar el suelo técnico para suministrar aire frío al pasillo frío.
- El volumen del flujo de aire total en la sala se controla mediante la carga térmica, la presión estática y/o las temperaturas de entrada del aire.
- Un diseño alternativo consiste en incorporar refrigeración dentro de las filas (in-row).

Contención de los pasillos calientes

- Ventajas
 - Punto único de control para toda la sala informática o una gran parte de esta.
 - Amplia selección de técnicas de refrigeración disponibles.
- Exposiciones
 - El pasillo caliente está CALIENTE.
 - Es difícil garantizar un suministro uniforme de aire frío.
 - Control impreciso del rendimiento de los CRAC/CRAH individuales.

Refrigeración de los racks/filas

Refrigeración dentro de los racks/filas

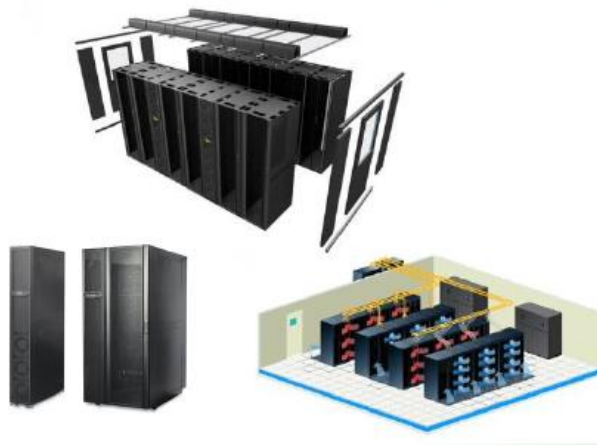




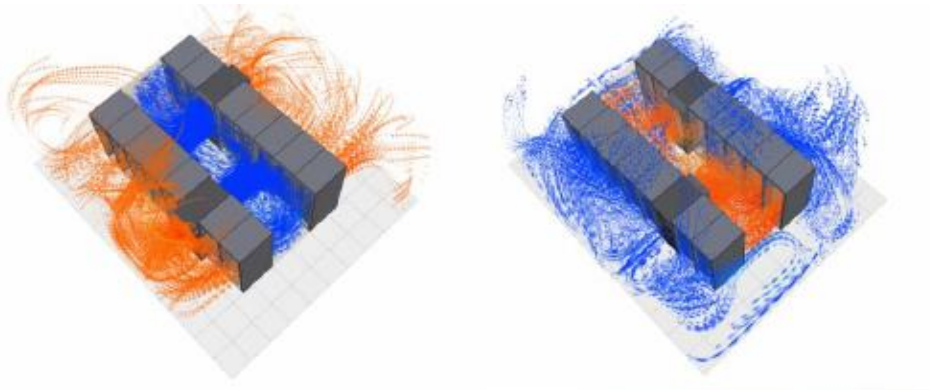
CIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-B

Refrigeración dentro de las filas

Refrigeración dentro de las filas



Refrigeración dentro de las filas





CIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-B

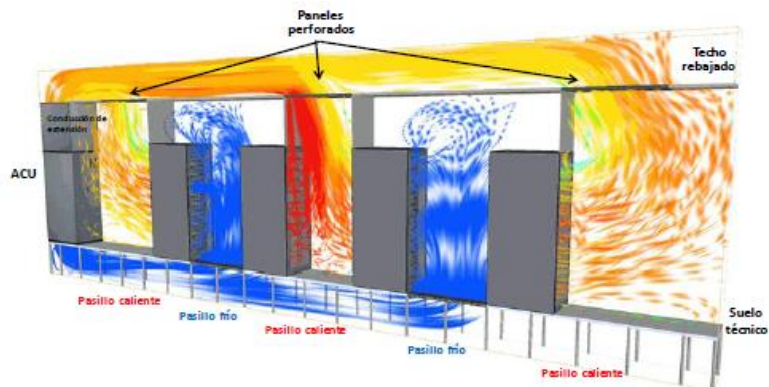
Contención de los pasillos calientes

- Pasillo caliente abierto a la zona del falso techo.
- Circulación del aire caliente directamente de a las unidades de refrigeración.



vuelta

El falso techo como vía de aire de retorno para crear una cámara de aire caliente



Retorno del aire por plenum en el techo CRAC/CRAH

Unidad CRAC/CRAH con conducción hasta el falso techo.





CIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-B

Contención de los pasillos calientes

- Pasillo caliente aislado en la parte frontal de los racks.
- Pasillo frío abierto para permitir la inundación con el aire frío.



Contención de aire caliente (racks chimenea)

Racks de alta densidad instalados





CIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-B

Instalación de racks chimenea

- El aire caliente está físicamente aislado del aire frío en la conducción de aire de retorno.
 - La puerta trasera está “sellada” para evitar que el aire de escape penetre en la sala.
 - Placas ciegas de aislamiento delante del rack para evitar la recirculación del aire dentro del mismo.
 - El aire de acceso puede utilizarse en otras filas.



Pasillo frío contenido

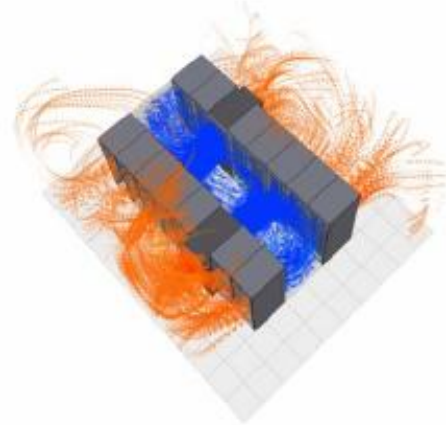
- Instalación de racks utilizando distintas opciones de diseño de refrigeración:
 - Suministro de aire desde arriba.
 - Uso del suelo técnico para suministrar aire frío por medio de rejillas en el suelo.
 - Refrigeración dentro de las filas.
- Es importante garantizar el cumplimiento de las especificaciones ASHRAE.
- Controlar la temperatura de entrada en los equipos informáticos en cada gabinete/rack.
- Añadir/eliminar/reubicar las rejillas del suelo para controlar el volumen de aire y generar un perfil de temperatura en el pasillo.
- Garantizar que los CRAHs/CRACs ya instalados se modifican con ventiladores variables.
- Se trata de una ciencia en evolución y se sigue un proceso interactivo de medición – cambio – medición.



CIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-B

Pasillo frío contenido

- Ventajas
 - Resulta más sencillo garantizar un suministro uniforme de aire frío ya que el volumen del pasillo es mucho menor que el volumen de la sala.
 - Mejora de la eficiencia ya que sólo es preciso refrigerar el aire necesario.
- Exposiciones
 - La sala está CALIENTE.
 - Las temperaturas de escape aumentan la temperatura ambiente de la sala.



Contención de los pasillos fríos





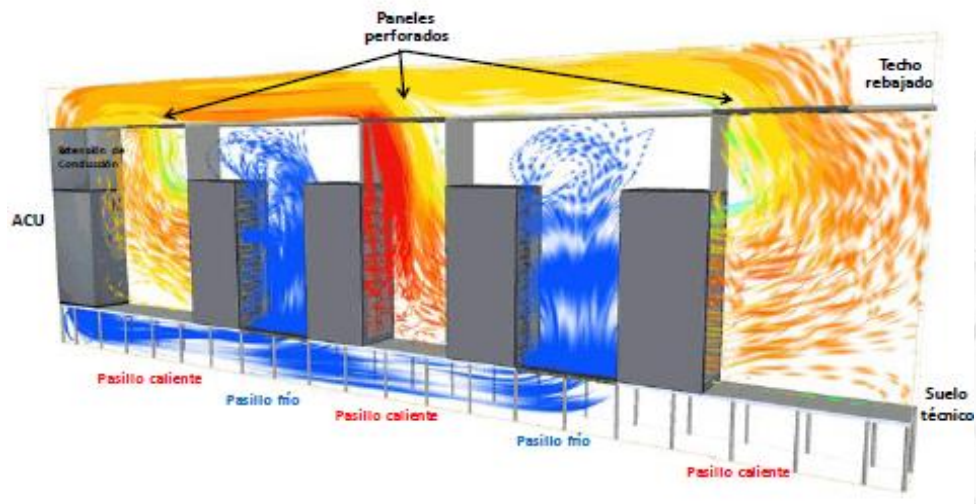
CIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-B

Paredes blandas contenidas (cortinas plásticas)

Verificación necesaria de acuerdo con las autoridades de incendios/construcción.



Contenido de los pasillos fríos





CIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-B

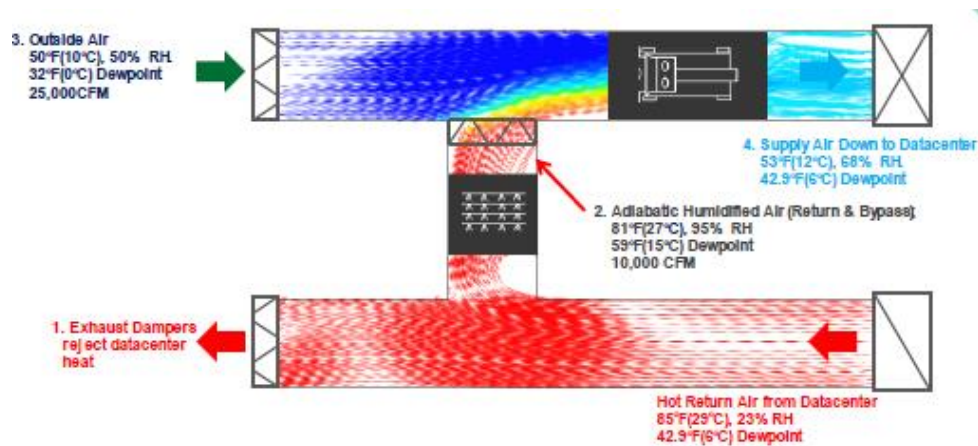
Técnicas de Free-Cooling

- Ahorro de aire.
- Ahorro de agua/glicol.
- Rueda térmica: nuevo actor en el negocio.
 - Ahorro de aire sin transferencia de aire.
- Intercambiadores de calor aire – aire.

Ahorro de aire

- Uso de aire exterior para refrigerar la sala informática.
- Grandes volúmenes de aire exterior introducidos en la sala informática
 - Por cada 100kW de carga crítica:
 - A 36°F (20°C) delta T precisa 9,000 CFM.
 - A 22°F (12.2 °C) delta T precisa 15,000 CFM.
- Por lo general, se precisa una nueva construcción o una gran remodelación para su implementación.
- Grandes ventiladores y tuberías para el suministro y el retorno.
- Refrigeración adicional necesaria para las condiciones ambientales menor a 68°F (20°C).
- Implementación más sencilla con el pasillo caliente aislado e inundación de aire frío.

Arquitectura de los Centros de Datos





CIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-B

Ahorro de aire – principales problemas

- El filtrado se convierte en un problema con entornos potencialmente sucios.
 - La sala se ensucia.
 - Los equipos informáticos se ensucian.
- Problemas ligados a la calidad del aire, como incendios/generadores operando fuera del emplazamiento y que pueden provocar exposición a alarmas de incendios – liberación de gases inertes.
- Se precisa humidificación en condiciones de aire reseco.
 - Comprobar las curvas de ASHRAE.
- Se precisa deshumidificación en condiciones de aire húmedo.
 - Comprobar las curvas de ASHRAE.

Ahorro de agua refrigerada/glicol

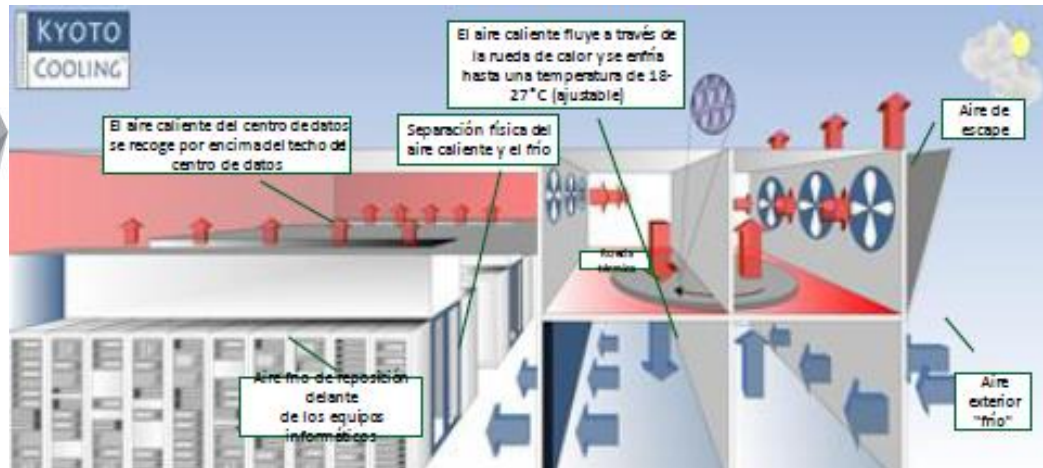
- Uso de una fuente de agua externa:
 - Torre de agua.
 - Lago.
 - Depósito.
- Sólo se debe utilizar un refrigerador o intercambiador de calor si la temperatura suele subir por encima de los 10°C (50°F)
- Por lo general, se precisa una nueva construcción o una gran remodelación para su implementación
- Se necesitan bombas adicionales para el suministro y el retorno.

Aplicación de la rueda térmica.

- Utiliza una rueda térmica (sistema de recuperación de energía) para transferir el calor desde la sala informática del aire ambiental.
- Pasillo caliente aislado del pasillo frío.
 - Es posible inundar la sala con aire frío.



CIMATIZACIÓN DISEÑO ENFRIAMIENTO CPD PARTE III-B



Desarrollos futuros

Ahora que el sector de los Centros de Datos se esfuerza para reducir la cifra de eficiencia, acercándose a un valor 1.0 de PUE; la implementación de free-cooling se convierte en una necesidad de diseño.

La mayor parte de las innovaciones en materia de Centros de Datos se concentran en la eficiencia energética y, en un futuro cercano, se concentrarán en la reducción y/o eliminación del calor no deseado y la generación de electricidad *in-situ*.

- Gallinero (Yahoo!).
- Ciclo combinado (CHP, por sus siglas en inglés).
- Co-generación.
 - Generación de electricidad *in-situ* conectada a la red eléctrica nacional (si está permitido).
- Refrigeración CERO como objetivo.

CHP



International
Computer
Room
Experts
Association



ICREA – Data Center Global Authority[®]

© 2022 ICREA - International Computer Room Experts Association A.C.