



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROCEDIMIENTOS PARA EL DISEÑO PARA INSTALACIONES DE
INFRAESTRUCTURA EN LOS CENTROS DE PROCESAMIENTO DE DATOS
APLICADOS EN LA EMPRESA “ÉPSILON INGENIERÍA Y CONECTIVIDAD, S.A. DE
C.V.”

INFORME

MODALIDAD DE TITULACIÓN VI:
“TITULACIÓN POR TRABAJO PROFESIONAL”

NOMBRE DEL ALUMNO: ELIZABETH LUNA MIRANDA

CARRERA: INGENIERÍA MECATRÓNICA

ASESOR: DR. JESÚS MANUEL DORADOR GONZÁLEZ

AÑO: 2015

Índice

Introducción

Capítulo 1: Épsilon Ingeniería y conectividad

1.1 La empresa en la sociedad

1.1.1 Misión

1.1.2 Visión

1.1.3 Valores

1.2 ¿A qué se dedica?

Capítulo 2: Mi puesto en la empresa

2.1 Descripción del puesto de trabajo

Capítulo 3: Informe de actividades

3.1 Antecedentes

3.1.1 Definición e importancia: Centro de Procesamiento de Datos

3.1.2 Normatividad

3.2 Conocimientos adquiridos

3.2.1 Instalaciones de seguridad

3.2.2 Sistemas de soporte

3.2.3 Sistemas de acondicionamiento

3.2.4 Criterios de diseño

3.3 Aportaciones y actividades

3.3.1 Dimensionamiento de instalaciones eléctricas y equipamiento

3.3.2 Dimensionamiento de instalaciones mecánicas y equipamiento

3.3.3 Generación del catálogo de conceptos

3.3.4 Programa de obra

3.3.5 Mejores prácticas

3.3.6 Análisis de resultados

Conclusiones

Referencias

Anexos

A.1 Tablas de Ampacidades permisibles en conductores para distintos arreglos de NOM-001 2012

A.2 Tipos de protección NEMA

INTRODUCCIÓN

La ingeniería abarca diversas e importantes áreas en la sociedad, es imprescindible para el desarrollo y prosperidad de la misma; tiene distintas formas de manifestación. Quienes están a cargo de ella tienen la responsabilidad de contar con el conocimiento, habilidad y criterio requerido para llevarla a cabo.

El presente trabajo tiene el objetivo de reportar el compendio de conocimientos que se aplican en el diseño y construcción de las instalaciones de infraestructura de los Centros de Procesamiento de Datos (CPD), y el cual consiste en lo siguiente:

El primer capítulo corresponde a la presentación de la empresa: el giro al que se dedica, los valores que la rigen, su misión y visión. El segundo capítulo describe las actividades que desempeña en la empresa y la interacción con otras áreas.

El tercer capítulo está dividido en tres principales partes: los antecedentes, que nos proporcionan un panorama del giro en el que se desenvuelve la empresa y la importancia que tiene la misma para el desarrollo de la sociedad; los conocimientos adquiridos, que nos desglosa los conceptos previos para el diseño de la infraestructura de un CPD; finalmente la tercera parte es la descripción detallada del dimensionamiento de las instalaciones de la infraestructura conforme a la normatividad vigente.

El conocimiento técnico en concordancia con la norma vigente y los criterios éticos permiten desarrollar un proyecto que no sólo obtenga un beneficio económico sino también un impacto positivo en la sociedad.

Capítulo 1: Épsilon Ingeniería y Conectividad

Épsilon Ingeniería y Conectividad S.A. de C.V. es una empresa 100% mexicana que se dedica al desarrollo de proyectos en el giro de los Centros de Procesamiento de Datos. Ofrece soluciones integrales en seguridad, acondicionamiento, distribución y calidad de energía. Comenzando desde el diseño de la infraestructura, su construcción aplicando la norma vigente y mantenimiento; utilizando equipo de la más alta calidad y confiabilidad. Se funda el 21 de julio de 2006.

1.1 La empresa en la sociedad

Épsilon Ingeniería y Conectividad S.A. de C.V. no sólo busca comercializar sus productos y servicios, también que de manera consiente se integra a la sociedad para generar bienestar y calidad de vida, tanto para sus trabajadores como sus clientes y a la sociedad en general, pues contribuye con el desarrollo tecnológico. Así mismo siendo responsable del cuidado del medio ambiente al hacer uso de materiales que contaminen lo menos posible y en nuestras acciones día a día.

1.1.1 Misión

Desarrollar soluciones integrales de diseño, construcción y mantenimiento de data centers para lograr la confiabilidad de los sistemas de información de nuestros clientes, incorporando experiencia, tecnología e innovación.

1.1.2 Visión

Visualizamos ser una empresa líder en el diseño, construcción y mantenimiento de Data Centers, manteniéndonos a la vanguardia de la innovación en los aspectos administrativos y tecnológicos, en términos de la realización de negocios redituables para la generación de riqueza, de desarrollo y bienestar de nuestra empresa y su comunidad.

1.1.3 Valores

Nuestros valores rigen en todas las negociaciones u otro tipo de relación con clientes, proveedores, empleados y nuestra comunidad social.

Lo anterior significa la búsqueda permanente de la superación de nuestras actuaciones previas y la manifiesta y permanente satisfacción de quienes son objeto de nuestro trabajo, o lo complementan.

Responsabilidad

En Épsilon cumplimos nuestros objetivos, cuando los priorizamos y tomamos decisiones sin necesidad de ser supervisados. Nos preocupa hacer de la mejor manera lo que nos corresponde, manteniendo un compromiso sobre las consecuencias sociales de nuestros actos.

Asumimos las consecuencias de las palabras, las decisiones y los actos que llevamos a cabo, no sólo cuando los resultados son buenos y gratificantes, sino también cuando nos son adversos o indeseables. En nuestro día a día no existen explicaciones de intentos fallidos, sino resultados esperados y satisfactorios.

Respeto-Equidad

En Épsilon consideramos que el crecimiento de la empresa se debe traducir en crecimiento profesional y personal de nuestros colaboradores. Convivimos cordialmente y por igual con otras personas sin importar su género, condición social, económica, su religión, raza o si piensan diferente a nosotros, ya que valoramos el trato humano y digno que de igual manera tenemos derecho a recibir.

Contribuimos al bien común antes que reprobamos a los demás. Cuidamos los espacios y pertenencias de los demás así como nuestro lugar de trabajo y somos consecuentes cuidando también el medio ambiente.

Integridad

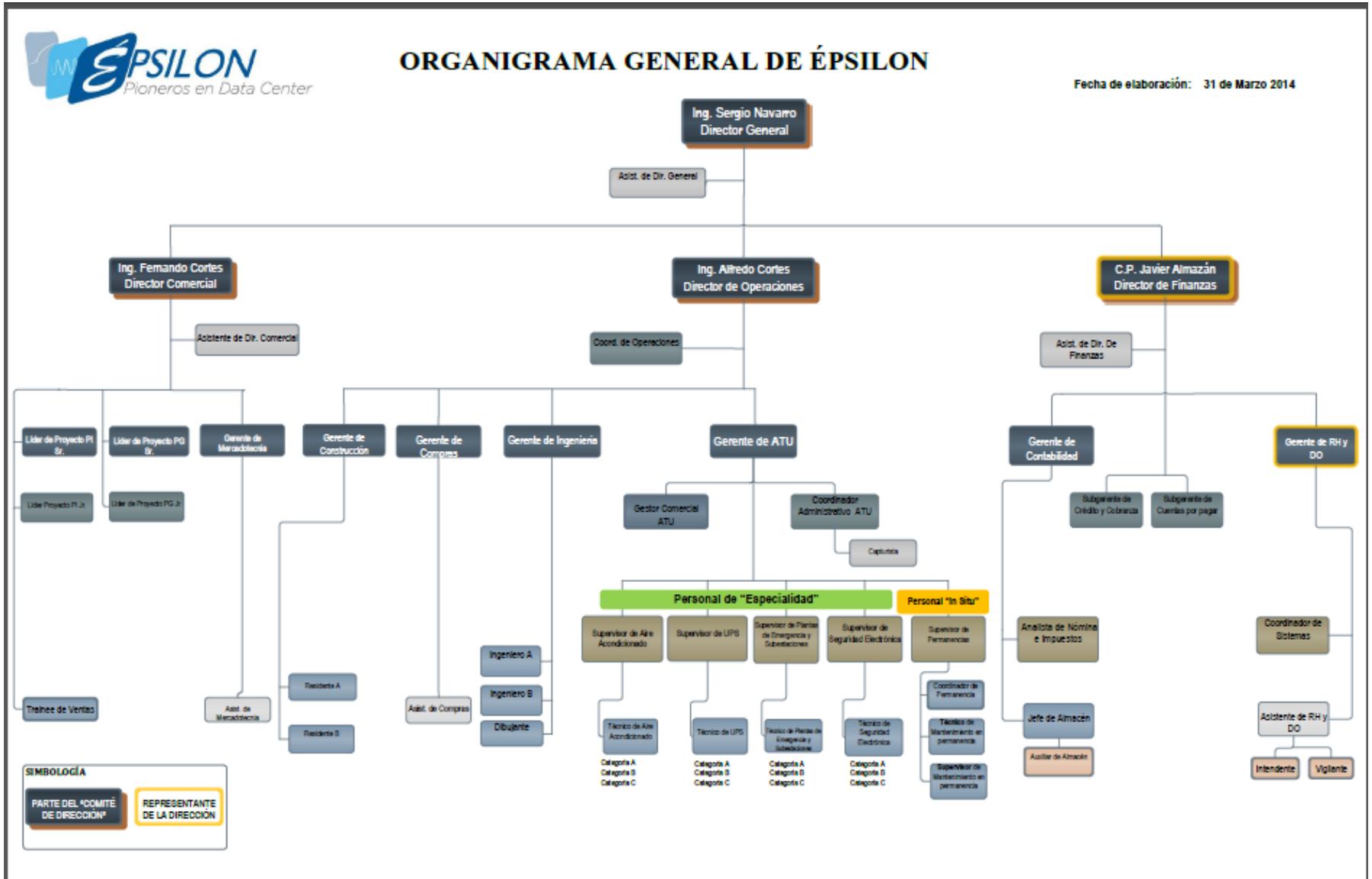
En Épsilon obramos con rectitud, nos mantenemos enteros, apegados a nuestros valores ante la influencia del medio y las circunstancias, incorruptibles, sin obrar de mala fe y siempre con verdad, siendo congruentes en lo que decimos y lo que hacemos, asumimos esto como una manifestación diaria y constante de ser y actuar.

1.2 ¿A qué se dedica?

Ofrece soluciones integrales en cuanto a instalaciones de seguridad, acondicionamiento, energía ininterrumpida y de buena calidad para Centros de Procesamiento de Datos.

Las áreas de especialización son: Energía, Climatización, Seguridad, Mantenimiento, Conectividad y Soluciones integrales.

Capítulo 2: Mi puesto en la empresa



El área comercial se dedica principalmente a la búsqueda, negociación, propuesta de una solución y cotización de proyectos; el área de operaciones se encarga de coordinar la ingeniería, construcción, y ejecución del proyecto, a esta última pertenece el área de ingeniería.

El área de ingeniería tiene la misión de dimensionar y diseñar la solución elegida anteriormente por lo ingenieros del área comercial; integrada por un gerente de ingeniería, un coordinador, ingenieros A, ingenieros B y dibujantes. El puesto que actualmente ocupo es el de ingeniero B.

2.1 Descripción del puesto de trabajo

Entre las actividades del ingeniero B se encuentran:

La obtención de información de dimensiones y condiciones del sitio donde se llevará a cabo el proyecto, cuando debido a la complejidad del sistema el líder de proyecto (del área comercial) solicite la intervención del departamento de ingeniería.

Una vez que se cuenta con la información necesaria, el líder de proyecto realiza el dimensionamiento de la solución seleccionada si es necesario con la asesoría técnica del ingeniero B. El ingeniero B genera: memorias de cálculo eléctricas y mecánicas; sembrado de equipos, canalizaciones e instalaciones (en coordinación con el dibujante); revisa que las condiciones en las que trabajará, el equipo cumplan con las especificaciones que exige el manual y los requerimientos del cliente.

Genera el catálogo de conceptos, que reporta el desglose a profundidad de todas las partidas, que crearán un costo a causa del proyecto. Establece el programa de obra en conjunto con el líder de proyecto y construcción. Entonces se tiene un anteproyecto, el cual se encuentra a reserva de modificaciones generalmente del cliente.

Una vez corregido (de ser necesario) y aprobado por todas las partes el anteproyecto, e iniciada la ejecución; si surgen cambios o detalles, el departamento de construcción solicita la ayuda de ingeniería para registrar los mismos.

El proceso de diseño va más allá de seleccionar el equipamiento y la instalación mediante cálculos, lo más importante es entender la necesidad del cliente y hacer de la misma una correcta interpretación técnica para poder medirla y manipularla de manera objetiva; y así conseguir un diseño que cubra las necesidades del cliente de manera eficaz, eficiente, práctica, cuidando la calidad y la norma.

Una vez que se ha comprendido la necesidad del cliente, el ingeniero a cargo debe proporcionar las opciones que se tienen haciendo consciente a todas las partes del costo-beneficio. El diseño debe contemplar la flexibilidad de adaptación a sistemas existentes y

futuras tecnologías. Aunque cada diseño parte de procesos establecidos, cada solución es particular pues depende de las condiciones del sitio.

Capítulo 3: Informe de actividades

Este informe de actividades reporta los procedimientos que se llevan a cabo para el diseño de las instalaciones de la infraestructura de un Centro de Procesamiento de Datos, no presenta un diseño en particular.

3.1 Antecedentes

Hoy en día, debido a la necesidad de automatizar, administrar y documentar acciones en diversos sectores, el flujo de información en el mundo se ha tornado inmenso; con lo que surge la necesidad de procesamiento, almacenamiento a gran escala y velocidad de información.

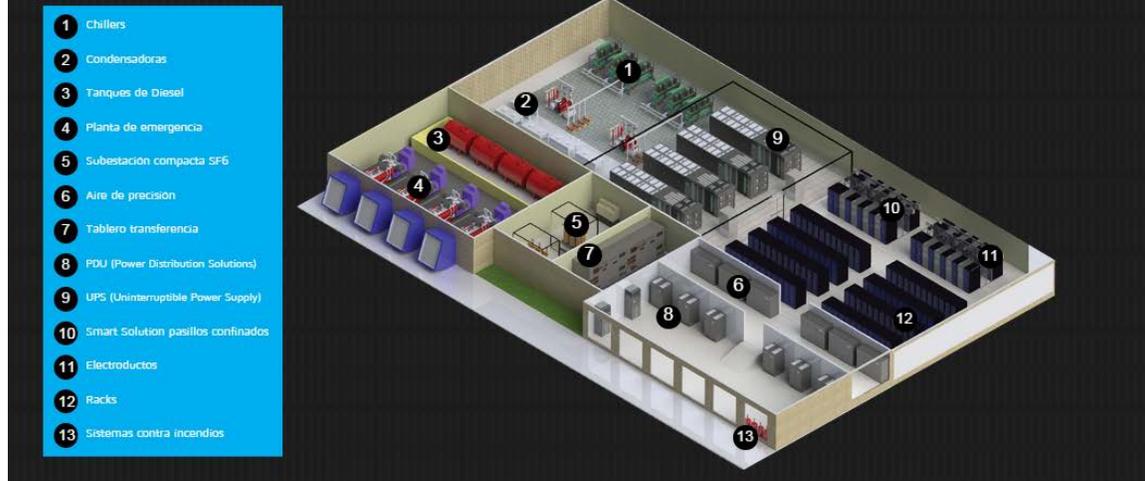
Lo anterior ha provocado la generación de espacios destinados únicamente a contener computadoras que procesen y respalden toda esa información. De esta manera nacen los Centros de Procesamiento de Datos.

3.1.1 Centro de Procesamiento de Datos

Un Centro de Procesamiento de Datos (CPD) es una edificación que tiene como objetivo albergar un cuarto de cómputo y sus áreas de soporte. Un centro de Cómputo es un espacio controlado que solamente almacena equipos y cableado directamente relacionados con los sistemas informáticos y de telecomunicaciones.

El CPD debe proporcionar las condiciones de trabajo requeridas del equipo de telecomunicaciones y sistemas informáticos; tales como una temperatura adecuada, humedad, energía eléctrica de calidad. Así como proveer de mecanismos que respalden la información, seguridad del sitio, contar con un diseño que permita el crecimiento final proyectado, con orden, estructura y respetando la normatividad.

■ Data Center Architecture and Building



*Fig.1. Arquitectura típica de un Centro de Procesamiento de Datos
Fuente: www.epsiloningenieria.com.mx*

3.1.2 Normatividad

Los estándares que se encargan de regular la construcción y operación de un CPD aplicados en México son:

NOM 001 – SEDE 2012: Norma Oficial Mexicana para Instalaciones Eléctricas (Utilización)

ANSIA TIA 942: Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers (Estándar para la infraestructura en telecomunicaciones para Centros de Datos)

ASHRAE: Thermal Guidelines for Data Processing Environments (Lineamientos térmicos para ambientes de Centros de Procesamiento de Datos)

NFPA 72: Estándar para protección de equipo de TI

BICSI-00: Data Center Design and Implementation Best Practices (Mejores prácticas de diseño e implementación para centros de Procesamiento de Datos)

Uptime Institute: Data Center Site Infrastructure Tier Standard: Topology (Infraestructura de Centros de Procesamiento de Datos: Sustentabilidad Operacional y topología)

UL60950: Safety for Information Technology Equipment (Seguridad para equipo de T).

3.2 Conocimientos adquiridos

Un CPD se encarga de asegurar la operatividad continua, eficaz y eficiente del cuarto de cómputo, por lo que cuenta con ciertos subsistemas encargados de proporcionar estas condiciones. Se pueden agrupar en cuanto a: energía, ambiente, soporte y seguridad, principalmente.

De acuerdo a la criticidad de la operación, a la que estén destinados los datos que se procesan, la arquitectura de un CPD puede ser más o menos compleja y contar con mecanismos de respaldo más robustos.

Existen ciertas prácticas que ayudan a alcanzar la mayor eficiencia de todo el sistema, en los ámbitos energéticos, estructurales, ambientales y logísticos.

3.2.1 Instalaciones de seguridad

La seguridad física de un CPD consta en tomar medidas de tipo arquitectónicas (paisajismo, iluminación, accesos, espacios seguros), electrónicas (circuito cerrado de televisión CCTV, control de acceso CA, detección y extinción de incendios) y operacionales (personal de seguridad, políticas y procedimientos, concientización, planeación para contingencias) que aseguren la integridad y el respaldo de las personas, el recinto, las instalaciones en general, los dispositivos, la información.

Instalaciones que proporcionan seguridad física al CPD:

Circuito cerrado de televisión (CCTV)

Un Circuito Cerrado de Televisión es un sistema de video-vigilancia que permite que sólo los receptores autorizados reciban la señal, es decir es una señal cerrada. Los objetivos de contar con un sistema CCTV son:

- Vigilancia periférica y perimetral de todo tipo de instalaciones.
- Supervisión de espacios de control de acceso y seguimientos interiores.
- Control del estado de áreas restringidas y otras dependencias internas.
- Protección puntual de objetos valiosos.
- Supervisión y control a distancia de instalaciones.
- Grabación, transmisión y almacenamiento de imágenes

Los componentes básicos de un sistema de Circuito Cerrado de Televisión son:

- Cámara
- Cable
- Monitor
- Videgrabador (opcional/recomendable)

El estándar NTSC para video análogo permite que los elementos hechos por distintos fabricantes sean compatibles entre sí. El estándar ONVIF para video IP permitirá la compatibilidad entre equipos de distintos fabricantes.

Para diseñar un sistema de CCTV se deben tomar en cuenta:

1. El propósito del sistema de CCTV
2. Definir las áreas que cada cámara visualizara.
3. Elegir el lente apropiado para cada cámara.
4. Determinar donde se localizará el monitor o monitores para visualizar el sistema.
5. Determinar el mejor método para transmitir la señal de video de la cámara al monitor.
6. Diseñar el área de control.
7. Elegir el equipo con base en las notas del diseño del sistema.

Las cámaras deben seleccionarse de acuerdo a tres criterios:

1. Sensibilidad: se refiere a la cantidad real de luz visible o infrarroja necesaria para producir una imagen de calidad.
2. Resolución: define la calidad de imagen a partir de un detalle o perspectiva de reproducción.
3. Características: son ajustes extras que le dan ventaja sobre otras cámaras.



Fig.2. Algunos tipos de cámaras: a) caja, b) domo, c) bala, d) móviles (PTZ).

Dependiendo de la necesidad del cliente, se pueden añadir accesorios tales como:

- Secuenciadores: Si se quiere programar en horarios la grabación de las cámaras. Se usa cuando no se requiere de un nivel alto de seguridad y se tiene una cantidad pequeña de cámaras.
- Cuadriplicadores de pantalla: Se usa para particionar la pantalla y mostrar al mismo tiempo la grabación de todas las cámaras. Su desventaja es la pérdida de calidad de video.
- Multiplexores: Es similar al cuadriplicador pero con ciertas mejoras; permite seleccionar una cámara y ponerla a pantalla completa, zoom en reproducción, entre otras.
- Lentes
- Controladores
- Unidades de Paneo o Paneo y Cabeceo: Conocidas también como Pan Tilt, son usadas para montar sobre ellas cámaras y permitir su movimiento,

horizontalmente hasta 350° y verticalmente hasta 50°. Su desventaja es que se pueden tener puntos ciegos durante la rotación de la cámara.

Hay distintas formas de transmitir video:

- Cable coaxial: Compuesto por un cable vivo en el centro aislado con poliuretano y una malla que lo envuelve, todo recubierto por una vaina de PVC, puede transmitir señales analógicas y de voz. Dependiendo del lugar por donde debe pasar el cable y la distancia es el tipo de cable. (difieren entre sí, por el tipo de malla de metal, de aislante, y de conductor)

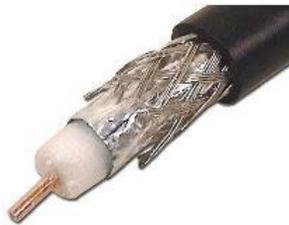


Fig.3. Cable coaxial RG6

Micro coaxial: 107-152 m.

RG-59: 230-305 m.

RG-6: 305-457 m.

RG-11: 671-900 m.

- Inalámbrica: Radiofrecuencia para distancias cortas, equipos de microonda. En general se presentan en frecuencias de 900 MHz o 2.4 GHz, ya que se tiene poca frecuencia este tipo de comunicación se utiliza en distancias menores a 100 m.
- Telefónica: Su principio básico es la conexión de un lugar donde se encuentran las cámaras con un lugar remoto a través de la línea telefónica con un modem.
- Por par trenzado: Esta transmisión se realiza a través de un emisor y un receptor al cual se conectan la cámara en el primero y el monitor en el segundo, se realiza la interconexión entre ellos con un cable UTP hasta una distancia de 1.5 Km. Estos equipos solo transmiten video analógico y pueden usarse cuando la distancia entre cámara y monitor supera los 600 m y no tienen amplificadores, o cuando el cable debe pasarse cerca de luces fluorescentes, motores o líneas de corriente alterna.



Fig.4. Par trenzado

- Fibra Óptica: Es el mejor medio por sus características físicas para enviar señales a largas distancias sin ningún tipo de amplificadores ya que tiene muy baja pérdida, la señal es transmitida libre de interferencias, tales como rayos y/o descargas eléctricas. Los cables de fibra óptica no requieren demasiada inversión para su instalación pero hay que tener algunas consideraciones a la hora de elegir el tipo de cable de acuerdo al lugar de instalación (uso interno o externo, con o sin gel anti humedad, con o sin blindaje de acero anti roedores, para enterrado directo o tendido aéreo).

Control de acceso (CA)

Un sistema de control de acceso es un conjunto de dispositivos interactuando entre sí que permite:

- Restringir la apertura de puertas o accesos mediante algún medio mecánico.
- Identificar al usuario de acuerdo con parámetros establecidos para determinar si el acceso es permitido o denegado.
- Registrar y auditar los eventos de acceso por usuario y por puerta.
- Programar la autorización o desautorización del acceso relacionando a cada usuario.

Los dispositivos usualmente empleados son: chapas magnéticas, electromagnéticas y de pistón; biométricos; botones de apertura. Los medios de comunicación que utilizan estos dispositivos son: cobre (UTP, FTP, STP), fibra óptica (multimodo, monomodo), inalámbrico (microonda, radiofrecuencia, infrarrojo). La topología del cableado puede ser estrella o en bucle.

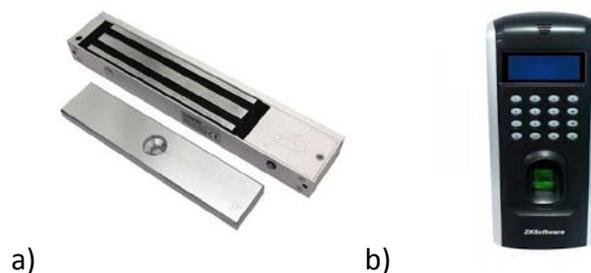


Fig.5. Dispositivos de identificación: a) chapa magnética, b) biométrico

Los medios de identificación de usuarios son:

- Teclados para digitación de códigos alfanuméricos: montados, personales y portátiles
- Tarjetas de proximidad
- Botones de control remoto
- Dispositivos biométricos: lector de huella digital, lector de iris, identificación de rasgos faciales

- Tarjetas magnéticas



Fig.6. Medios de identificación de usuarios

Detección y Extinción de Incendios (DEI)

El fuego es el resultado de una reacción química que involucra la oxidación o combustión rápida de un material, los elementos necesarios para que se genere lo anterior son: combustible, oxígeno y calor.

Clase de Fuego	Fuente de combustible
A	Combustibles ordinarios o materiales fibrosos, tales como madera, papel, tela, llantas, ciertos plásticos que dejan residuos carbonosos.
B	Líquidos inflamables tales como gasolina, petróleo, pintura, solventes, gas propano.
C	Equipo eléctrico
D	Metales combustibles tales como el magnesio, titanio, potasio, sodio.
K	Aceites y grasas

Mecanismos de extinción

La falta o eliminación de uno de los elementos que intervienen en la combustión da lugar a la extinción del fuego.

- Dilución: Eliminar el elemento combustible.
- Sofocación: Eliminar el oxígeno (comburente), o impedir que los gases que desprenden los materiales entren en contacto directo con el oxígeno del aire.
- Enfriamiento: Este método de extinción se basa en bajar la temperatura hasta que el material que arde deja de emitir vapores y por tanto el fuego se sofoca. Para ello debemos usar un medio extintor que sea capaz de enfriar muy rápido.
- Inhibición: Aquí se apaga el incendio rompiendo la reacción en cadena. Se trata de que no se transmita calor de unos elementos a otros. En este caso se apagaría el incendio por medio de compuestos químicos que reaccionan con los vapores del fuego, como es el caso de halones.

Agentes extintores

- a. Agua: Extingue el fuego por enfriamiento y puede ser empleada en forma de chorro o finamente pulverizada. El agua a chorro, solamente deberá emplearse en fuegos de la clase "A". El agua pulverizada se puede emplear en fuegos de la clase "A" y en fuegos de la clase "B", cuando se trate de líquidos combustibles de los llamados pesados, como el fuel-oil, gas-oil, etc.).
- b. Anhídrido carbónico ("nieve carbónica" o CO₂): Es un gas inerte, por lo que se utiliza como elemento de sofocación en los fuegos. Es eficaz para fuegos producidos por líquidos inflamables y en fuegos eléctricos por no ser conductor y no dejar residuos.
- c. Polvo seco: Generalmente es un compuesto químico a base de bicarbonato de sosa y un agente hidrófugo. Actúa por sofocación y paralización de la reacción en cadena. Actualmente se emplean principalmente dos tipos de polvo seco; el polvo seco químico normal y el polivalente, o anti brasa. Este último, refresca mucho más el combustible, por lo que es más efectivo que el normal para fuegos de tipo "A". Además, existen una serie de formulaciones de polvo seco especiales para combustibles de tipo "D". El polvo seco normal es efectivo en fuegos de clase "B", "C" y fuegos en presencia de tensión eléctrica. Se puede emplear en los de clase "A", pero seguidamente habrá que utilizar agua para que no se reaviven las llamas.
- d. Espuma química: Se forma por la mezcla de una solución ácida en otra básica. Al mezclarse íntimamente, ambas soluciones reaccionan, produciéndose anhídrido carbónico (CO₂), con el consiguiente aumento de presión que lanza la espuma extintora. Este tipo de espuma tiene el inconveniente de atacar los metales, ser

conductora de la electricidad y disolverse en los alcoholes, por lo que no se usa en la actualidad.

- e. Espuma física: Es una masa de burbujas unidas entre sí por un estabilizador, que se aplica en forma de manta sobre los líquidos en combustión, impidiendo o apagando el fuego por sofocación. Esta espuma se disuelve en los hidrocarburos solubles en agua, como los alcoholes, acetona, etc., por lo que no es posible emplearla en fuegos de este tipo. Nunca se deberá utilizar conjuntamente con el agua, ya que ésta rompe la manta de espuma. Es eficaz para combatir fuegos de clase "B" con las limitaciones antes mencionadas y en los de clase "A", dejando permanecer bastante tiempo la manta formada. Por los inconvenientes que presenta, la espuma física cada vez se usa menos.
- f. Sustitutos de halones: Son agentes extintores que actúan en la extinción de fuegos como paralizadores de la reacción en cadena. Tales compuestos resultan muy eficaces contra fuegos eléctricos y son aceptables para fuegos de clase "A" y "B". Sustituyen a los denominados halones, ya que éstos, como CFCs (clorofluoro carbonados) que son, perjudican la capa de ozono y además contienen bromo que, según se ha demostrado, también contribuye a la reducción del ozono en la atmósfera. Por ello, el uso de los halones ha sido prohibido y en su sustitución se usan últimamente otros productos como el FM200, el NAF SIII, el INERGEN, etc., de similar eficacia extintora y que no presentan los inconvenientes de aquellos.



Fig.7. Algunos agentes extintores: a) Anhidrido carbónico, b) Polvo seco, c) Espuma, d) Halones

Sistemas de detección de incendios

Se entiende por detección de incendios el hecho de descubrir y avisar que hay un incendio en un determinado lugar. Las características últimas que deben valorar cualquier sistema de detección en su conjunto son la rapidez y la fiabilidad en la detección. De la rapidez dependerá la demora en la puesta en marcha del plan de emergencia y por tanto sus posibilidades de éxito; la fiabilidad es imprescindible para evitar que las falsas alarmas quiten credibilidad y confianza al sistema, lo que desembocaría en una pérdida de rapidez en la puesta en marcha del plan de emergencia. La detección de un incendio se puede realizar por:

- Detección humana.
- Una instalación de detección automática.
- Sistemas mixtos.

La elección del sistema de detección viene condicionada por:

- Las pérdidas humanas o materiales en juego.
- La posibilidad de vigilancia constante y total por personas.
- La rapidez requerida.
- La fiabilidad requerida.
- Su coherencia con el resto del plan de emergencia.

Los componentes principales de un sistema de detección son:

- Detectores automáticos.
- Pulsadores manuales.
- Central de señalización y mando a distancia.
- Líneas.
- Aparatos auxiliares: alarma general, teléfono directo a bomberos, accionamiento sistemas extinción, etc.

Tipos de detectores Los detectores son los elementos que detectan el fuego a través de alguno de los fenómenos que le acompañan: gases, humos, temperaturas o radiación UV, visible o infrarroja. Según el fenómeno que detectan se denominan:

- Detector de gases de combustión iónico (humos visibles o invisibles).
- Detector óptico de humos (humos visibles).
- Detector de temperatura:
 - Fija.
 - Termovelocimétrico.
- Detector de radiaciones:
 - Ultravioleta.
 - Infrarroja (llama).

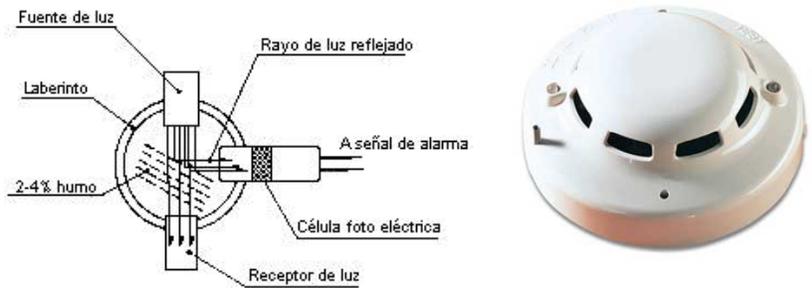


Fig.8. Detector fotoeléctrico



Fig.9. Esquema típico de detección
Fuente: www.mmsistemas.es

3.2.2 Sistemas de soporte

Planta de Emergencia

Cuando se presenta un corte de energía de la acometida normalmente usada se hace una transferencia de acometida hacia una planta de emergencia que proporcione electricidad. La planta de emergencia es un grupo motor-generador que transforma la energía térmica de un combustible en energía mecánica y ésta a su vez mediante inducción electromagnética en un generador se transforma en energía eléctrica.

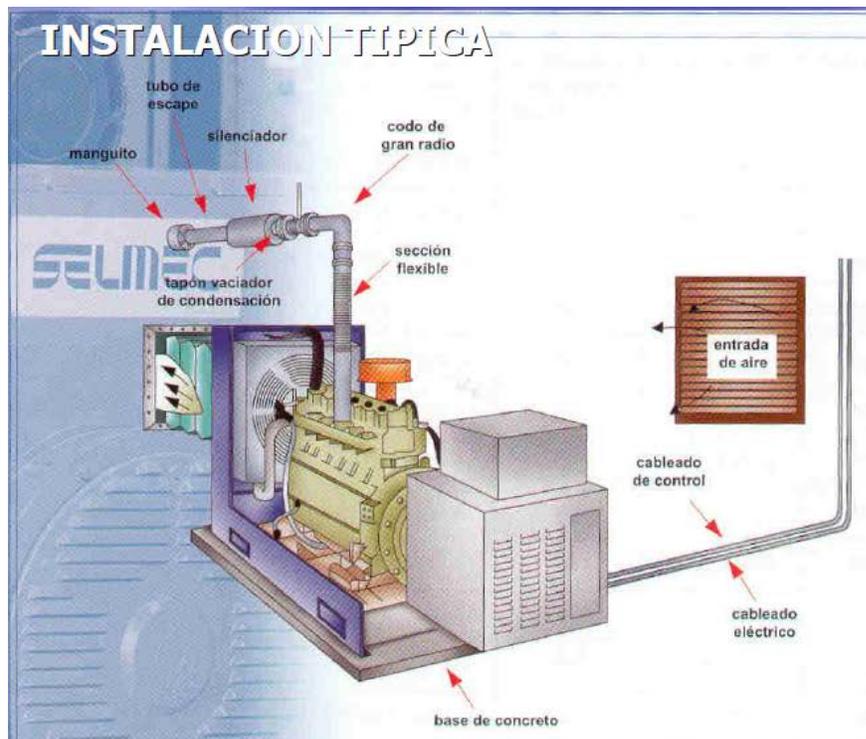


Fig.10. Instalación típica de planta de emergencia

Fuente: www.ciaeh.org.mx

Las plantas de emergencia tienen varias clasificaciones:

Clasificación tipo de combustible que consumen: Diesel, Gas, BiFuel (80% gas y 20% diesel, menos contaminante y mayor velocidad de respuesta)

Clasificación por tipo de mando: manuales (sin transferencia) y automáticas (con transferencia y sistema de control).

Clasificación por el nivel de protección: abiertas, con protección intemperie, con casetas acústicas (Nivel 1- 78dB-hule espuma y contenedores marinos, Nivel 2 -72dB- fibra de vidrio).



Fig.11. a) Planta de Emergencia, b) Planta de Emergencia con caseta acústica y remolque integrado. Fuente: www.ciaeh.org.mx

El tiempo de respaldo de energía que proporciona una planta de emergencia está en función del combustible que se le suministre, por lo cual es indefinido. La desventaja de esta fuente de energía, es el tiempo de transferencia de la carga debido a que para suministrar energía de calidad (en sincronización de fases, sin picos de tensión, etc.) tarda varios segundos en acondicionar su salida de energía (tiempo suficiente para perder información en un microprocesador). Por lo anterior existen otros sistemas intermedios que nos permiten la continuidad de alimentación eléctrica para dar tiempo de acondicionar la salida de energía a la planta de emergencia, y evitar la pérdida de información en los equipos de telecomunicaciones.

UPS (Sistema de energía ininterrumpida)

Debido a la criticidad que generalmente se tiene en el manejo de información en un CPD, se debe garantizar que el equipo de cómputo reciba energía eléctrica continua y de alta calidad; infortunadamente la red eléctrica sufre de varias perturbaciones que provocan la pérdida de información o daño a los equipos. Las perturbaciones eléctricas son:



Fig.12. Problemas de calidad de energía

Caída de tensión (65% de los eventos): Reducción de la tensión a la frecuencia nominal, durante un tiempo desde medio ciclo hasta algunos segundos. Causada por el arranque de motores, aumento repentino de la carga, cables flojos, etc.

Sobretensión (15% de los eventos): Aumento de la tensión a la frecuencia nominal, durante un tiempo desde medio ciclo hasta algunos segundos. Causada principalmente por la disminución repentina de la carga, re-energización luego de un corte, pérdida de neutro.

Ruido (6% de los eventos): Pequeñas variaciones en toda la onda debidas generalmente a operación de equipos electrónicos.

Corte (6% de los eventos): Interrupción de la energía con un tiempo de duración mayor a medio ciclo máquina.

El UPS - Uninterrumpible Power System por sus siglas en inglés, es un sistema de energía ininterrumpida eléctrica alterna de alta calidad. Se sitúa entre la acometida y la carga a respaldar. Sus componentes permiten eliminar los problemas con la energía, mantiene la continuidad de energía proporcionando una fuente alterna (su banco de baterías) en caso de faltar energía por la vía normalmente usada, cambiando de vía de alimentación en menos del tiempo en que un microprocesador puede perder información por falta de electricidad (el tiempo de transferencia es menor a un ciclo máquina = 16 ms).

Los componentes más importantes de un UPS son:

Rectificador: en condiciones normales el rectificador capta la energía de la acometida normalmente usada y convierte de Corriente Alterna (AC – Alternate Current por sus siglas en inglés) a Corriente Directa (DC – Direct Current por sus siglas en inglés) para alimentar un banco de baterías y a su vez deja pasar energía hacia la carga.

Inversor: seguido del rectificador, convierte de DC a AC y alimenta a la carga que se requiere respaldar. En condiciones normales la energía eléctrica pasa por el rectificador y luego por el inversor. En caso de corte de energía, las baterías alimentan al inversor.

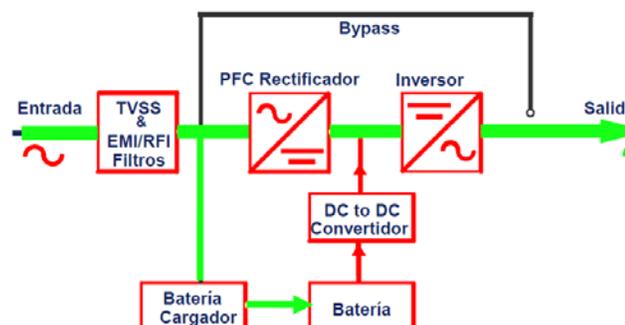


Fig.13. Componentes de un Sistema de energía ininterrumpida (UPS)

Topologías de UPS

Stand By (off line): Proporciona un mínimo acondicionamiento de la energía, realizan la transferencia en cuando se presenta cualquier perturbación por lo que existe un uso exhaustivo de la batería. Sólo hay monofásicos, incompatibles con generadores, para aplicaciones de hogar y oficina que no sean de misión crítica.

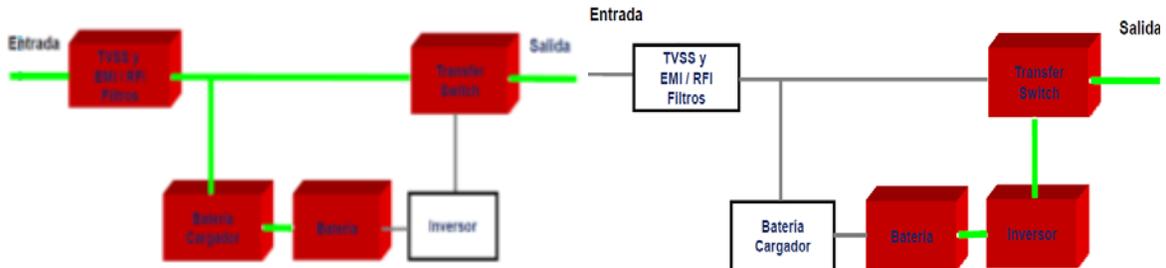


Fig.14. a) Entrada de Voltaje presente-modo normal, b) Entrada de Voltaje no presente-modo batería

Interactiva: Tiene un regulador que compensa altos y bajos voltajes. Son incompatibles con generadores.

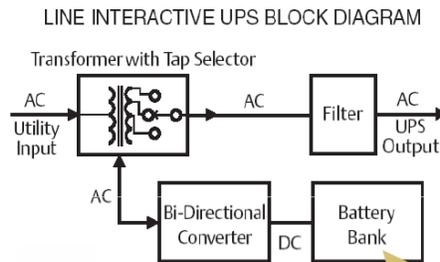


Fig.15. Topología interactiva UPS

On Line – Doble conversión: El inversor siempre soporta la carga por lo que se eliminan todos los problemas de calidad de energía, genera una onda senoidal pura. Para aplicaciones de misión crítica.

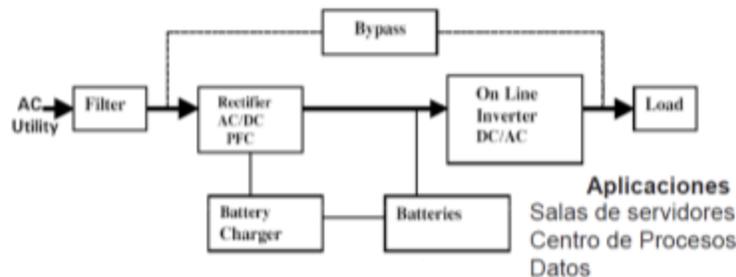


Fig.16. Topología doble conversión UPS

3.2.3 Sistemas de acondicionamiento

Un cuarto de cómputo requiere mantener ciertas condiciones climáticas para el correcto funcionamiento del equipo de telecomunicaciones, los parámetros principales a controlar son el calor (generado principalmente por el equipamiento eléctrico, las personas, las áreas no acondicionadas colindantes al cuarto de cómputo y la iluminación) y la humedad (no controlada puede generar corrosión o estática y por lo tanto corto circuito en los componentes electrónicos).

El calor que se genera puede clasificarse en:

Sensible: generado por equipo de cómputo, sin humedad.

Latente: generado por personas, con humedad.

Por lo anterior existen sistemas de aire acondicionado de confort (que abaten 65% de calor sensible y 35% de calor latente, sin control preciso de la humedad) y de precisión (abaten 90% de calor sensible y 10% de calor latente, con control preciso de humedad).

Para mantener la temperatura adecuada en un CPD (18 a 27 grados Celsius de acuerdo al ASHRAE Environmental Guidelines for Datacom Equipment 2004), el sistema de enfriamiento se compone básicamente de una Unidad Manejadora de Aire (UMA) que se ubica dentro del recinto a enfriar y se encarga de extraer calor del aire y está conectada a un equipo que se encarga de expulsar ese calor hacia un sumidero térmico (el ambiente).

El ciclo de refrigeración de un sistema de aire acondicionado usado en un CPD se muestra en la siguiente imagen:

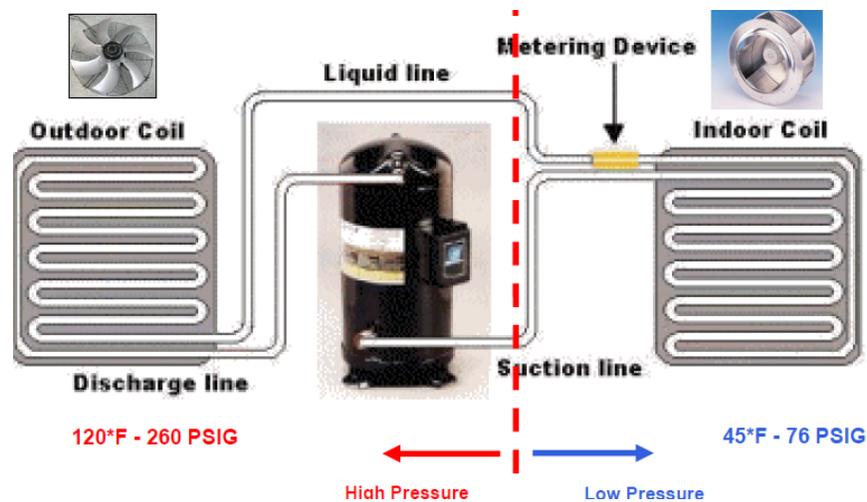


Fig.17. Ciclo de refrigeración

Consiste en licuar y evaporar un refrigerante mediante la ayuda de un compresor, se implementa un circuito de tuberías por donde circula refrigerante comprimido y un circuito donde circula refrigerante en forma gaseosa. Esta sustancia tiene la propiedad de absorber calor cuando se encuentra en estado gaseoso y expulsar calor en estado líquido.

Se tienen entonces una cámara de baja presión (refrigerante en forma gaseosa) que absorbe calor, a la cual se le llama UMA (Unidad Manejadora de Aire), ubicada en el cuarto de cómputo; y una cámara de alta presión (refrigerante comprimido) que expulsa el calor antes absorbido, hacia el ambiente, llamada UCA (Unidad Condensadora de Aire) expuesta a la intemperie.

3.2.4. Criterios de diseño

El proceso de diseño de un Centro de Procesamiento de Datos debe considerar:

- Capacidad y magnitud del Cuarto de Cómputo, debido al número de equipos de telecomunicaciones y a la densidad.
- Criticidad de los equipos: servicios o aplicaciones.
- Sitio donde se establecerá el CPD: características físicas y geográficas que afecten o pongan en riesgo la operación del equipamiento tales como condiciones ambientales, comunicaciones, disponibilidad de energía eléctrica. Si es dentro de alguna edificación existente: dimensiones disponibles, acometidas y distribuciones eléctricas, espacios colindantes, accesos, etc.
- Crecimiento
- Presupuesto
- Tiempo para implementar el proyecto
- Estética
- Interacción con el medio

El proceso de Commissioning

Existen varios entes reguladores de la calidad y funcionalidad de los Centros de Procesamiento de Datos tales como el ASHRAE que define un proceso denominado Commissioning, como sigue:

“Un proceso orientado a la calidad para alcanzar, verificar y documentar que el rendimiento de las instalaciones, sistemas y conjuntos cumple con los objetivos y criterios definidos”.

Es un proceso que se encarga de verificar y gestionar la planeación y construcción de un CPD, hace recomendaciones de mejores prácticas y asegura la calidad de implementación. Está presente a lo largo de todo el proyecto: en la planeación, en el diseño, construcción y pos-construcción.

Se vale de pruebas en 5 niveles:

Nivel 1: Pruebas de productos antes de salir de la fábrica.

Nivel 2: Verificación de componentes en campo, para asegurarse de que no hubo daños durante el transporte o almacenaje.

Nivel 3: Inspecciones en campo para asegurar que los componentes han sido integrados correctamente al sistema de acuerdo a planos, especificaciones y requerimientos.

Nivel 4: Demostrar que los componentes que forman el sistema funcionan y operan según los parámetros especificados.

Nivel 5: Comprueba que todos los componentes del sistema y grupos de sistemas interrelacionados responden a anomalías esperadas.

Configuraciones redundantes

Para minimizar los paros en la operación se recurre a la redundancia de sistemas de soporte y acondicionamiento o rutas de alimentación alternativas, se le denomina N a la capacidad suficiente requerida del equipamiento TI en instalaciones de soporte y acondicionamiento. Se denomina N+1 a la configuración cuyos sistemas tienen redundancia en 1 subsistema, 2N cuando se tiene un espejo de la instalación.

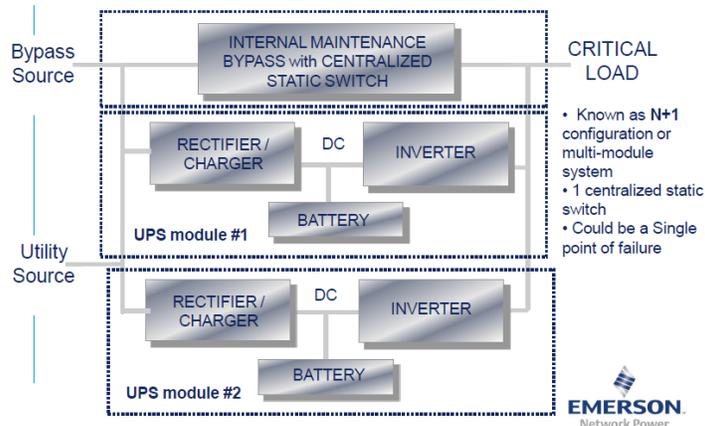


Fig.18. Configuración N+1

Para medir la confiabilidad de estos componentes se usan la siguiente fórmula:

$$\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = \text{CONFIABILIDAD}$$

Expresa la relación entre:

MTBF = Mean Time Between Fail (Tiempo promedio entre fallas)

MTTR = Mean Time To Repair (Tiempo promedio de reparación)

Indicadores de eficacia y eficiencia de un CPD

CAPEX. Costo de adquisición (Inversión).

OPEX. Costo de operación.

TCO. Costo total de pertenencia

PUE. Power Usage Effectiveness. Es la relación entre el equipamiento de soporte y la carga, mide la relación de la energía total requerida para el funcionamiento del CPD contra la energía requerida únicamente por el equipo de TI.

Sustentabilidad operacional

La norma Tiers del Uptime Institute da a conocer las distintas topologías de la infraestructura de un CPD que definen el nivel de sustentabilidad del sistema y describe los requerimientos de funcionalidad de la infraestructura para alcanzar los objetivos del dueño de un CPD.

Tier I

Un Centro de Datos Tier I no tiene componentes de capacidad redundantes y una sola ruta de distribución de energía. Tiene capacidad suficiente para satisfacer las necesidades del sitio. Los trabajos por integración de sistemas nuevo, mantenimientos o reparaciones requieren que la mayoría o totalidad de los subsistemas que lo conforman sean inhabilitados afectando la continuidad de la operación.

Impactos operativos del nivel Tier I:

- a) El sitio es susceptible a la perturbación de actividades planificadas así como no planificadas tales como errores de operación humanos, de los componentes, de la infraestructura del sitio.
- b) Una interrupción imprevista o falla de cualquier sistema puede provocar el daño del equipo de cómputo.
- c) La infraestructura del sitio debe estar completamente apagada cada año para realizar con seguridad mantenimiento preventivo y reparaciones necesarias. Las situaciones de urgencia pueden requerir paros más frecuentes. La falta de realizar mantenimiento aumenta significativamente el riesgo de interrupción no planificada, así como la gravedad de la falla consecuente.

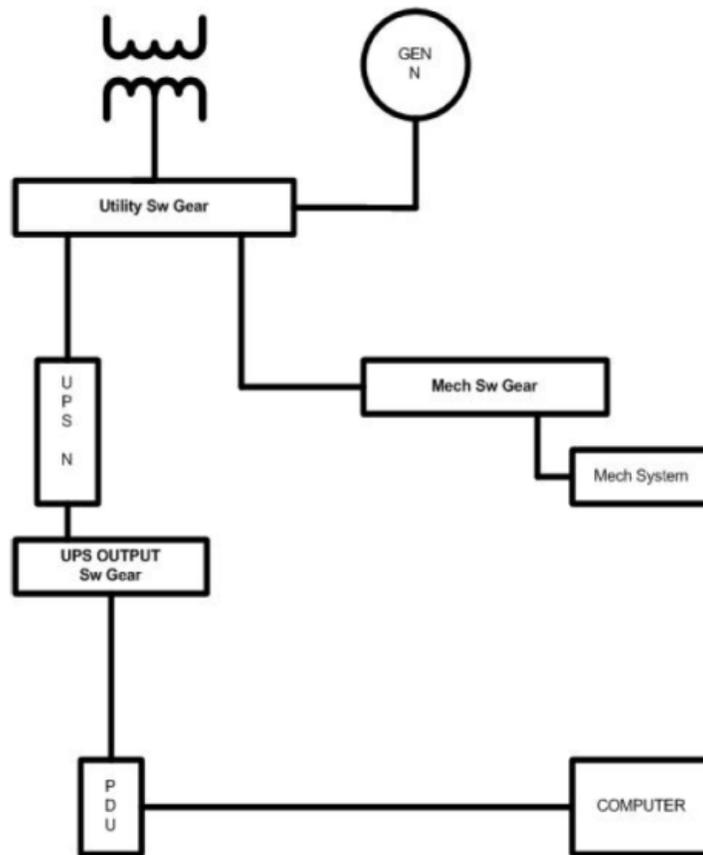


Fig.19. Esquema típico general de Tier I. Norma Tiers Uptime Institute

Fuente: Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance, www.digital-ranch.com

Tier II

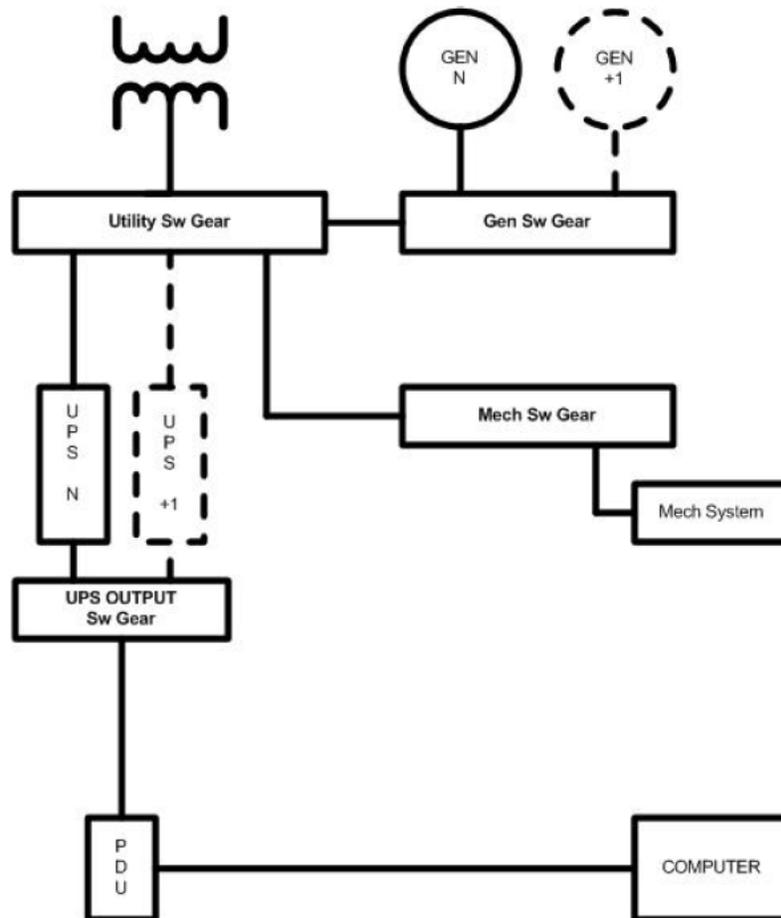
Un centro de datos Tier II tiene componentes de capacidad redundantes y una sola ruta de distribución, no redundante, sirviendo los equipos informáticos. Los componentes de capacidad pueden ser retirados de servicio de forma planificada, sin causar que alguno de los equipos de computación sean apagados. La eliminación de rutas de distribución del servicio para mantenimiento u otra actividad requiere de apagado del equipo de computación.

Los impactos operativos del nivel Tier II:

a) El sitio es susceptible a la perturbación de las actividades previstas y los eventos no planeados. Los errores de operación (humanos) de los componentes de la infraestructura del sitio pueden causar una interrupción en el centro de datos.

b) La falla de un componente de capacidad no planificado puede afectar los equipos informáticos. Una interrupción imprevista o avería de cualquier sistema o elemento de la distribución de capacidad impactará al equipo informático.

c) La infraestructura del sitio debe estar completamente apagada cada año para realizar con seguridad mantenimiento preventivo y reparaciones necesarias. Situaciones de urgencia pueden requerir paros más frecuentes. La falta de realizar mantenimiento aumenta significativamente el riesgo de interrupción no planificada, así como la gravedad de la falla consecuente.



*Fig.20. Esquema típico general de Tier II. Norma Tiers Uptime Institute
Fuente: Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance, www.digital-ranch.com*

Tier III

Incluye componentes de capacidad redundantes para proporcionar un margen de seguridad contra interrupciones de procesos de TI debido a fallas de equipo de infraestructura. Cuenta con componentes de capacidad redundante y múltiples e independientes rutas de distribución de servicio para los equipos informáticos. Todos los equipos de TI tienen fuentes de potencia doble.

Cada componente del sistema puede ser retirado sin afectar la continuidad en los procesos del CPD y sin causar daño en ningún otro elemento. Existe la suficiente capacidad de instalación para satisfacer las necesidades del lugar cuando los componentes redundantes son retirados de servicio por cualquier motivo.

Los impactos operativos del nivel Tier III:

- a) El sitio es susceptible a la interrupción de actividades no planificadas. Errores de operación de componentes de la infraestructura del sitio pueden causar una interrupción de equipo de computación.
- b) Una interrupción imprevista o falla de cualquier sistema de capacidad causará un impacto al equipo informático.
- c) Una interrupción imprevista o falla de un componente o elemento de la distribución de capacidad podría dañar al equipo de computación.
- d) El mantenimiento planeado de la infraestructura del sitio se puede realizar mediante el uso de los componentes de capacidad y rutas de distribución redundantes para trabajar con seguridad en el resto del equipo.
- e) Durante las actividades de mantenimiento, el riesgo de interrupción puede ser elevado. La topología Tier III puede denominarse mantenible de manera concurrente, es decir que los componentes del sistema pueden tener mantenimiento de forma planeada si que se afecte en la operación de los equipos de TI.

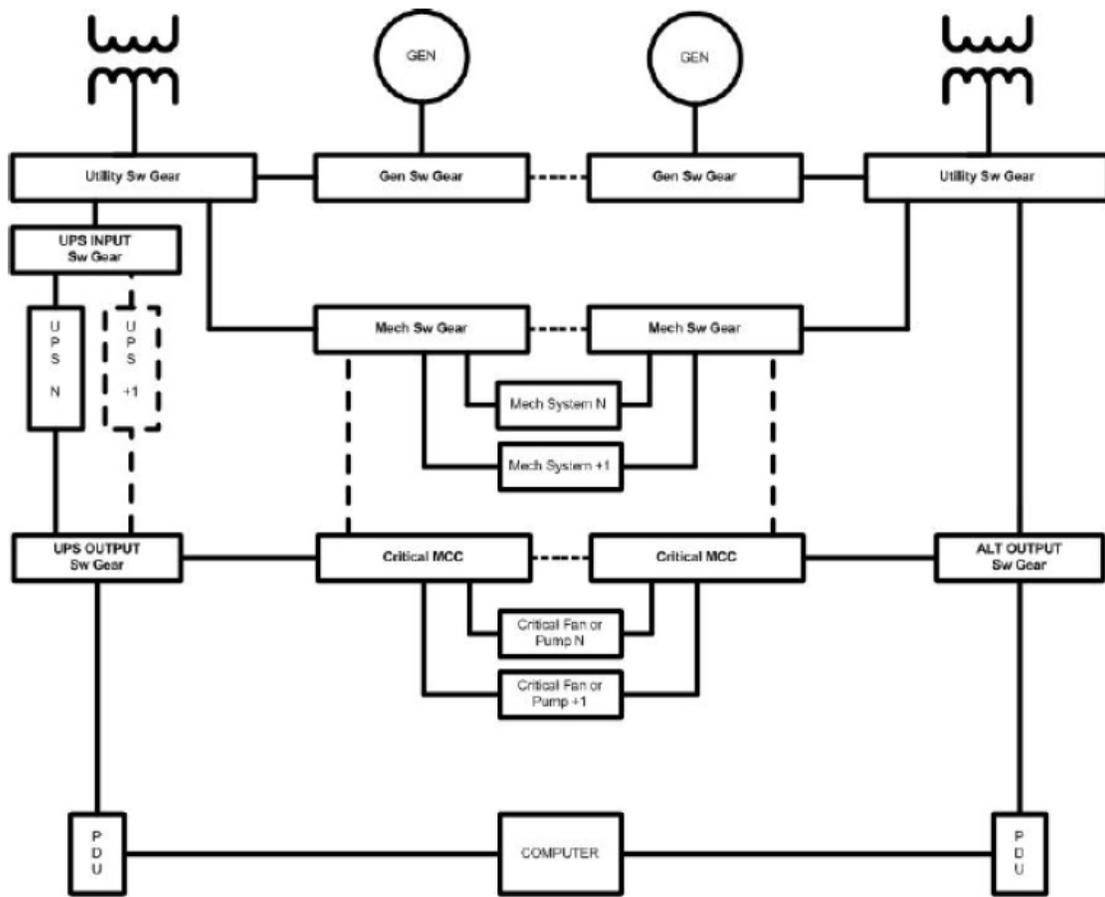


Fig.21. Esquema típico general de Tier III. Norma Tiers Uptime Institute
 Fuente: Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance, www.digital-ranch.com

Tier IV

Un centro de datos con topología Tier IV es tolerante a fallas, pues tiene sistemas múltiples, aislados físicamente e independientes; además cuenta con diversas rutas de alimentación eléctrica activas al mismo tiempo. Lo anterior proporciona redundancia de capacidad o soporte y evita que un evento único impacte en las instalaciones alternativas. Esta topología busca: aislar las fallas, responder de manera automática a cualquier perturbación, que cada componente pueda ser retirado sin interrupción de la operación.

Impactos operativos del nivel Tier IV:

- El sitio no es susceptible al acontecimiento imprevisto único.
- El sitio no es susceptible a la interrupción de cualquier trabajo previsto.
- El mantenimiento de la infraestructura no detiene la operación, puesto que existen rutas alternativas independientes de soporte y capacidad

Un sitio con topología Tier IV es mantenible de manera concurrente y tolerante a fallas.

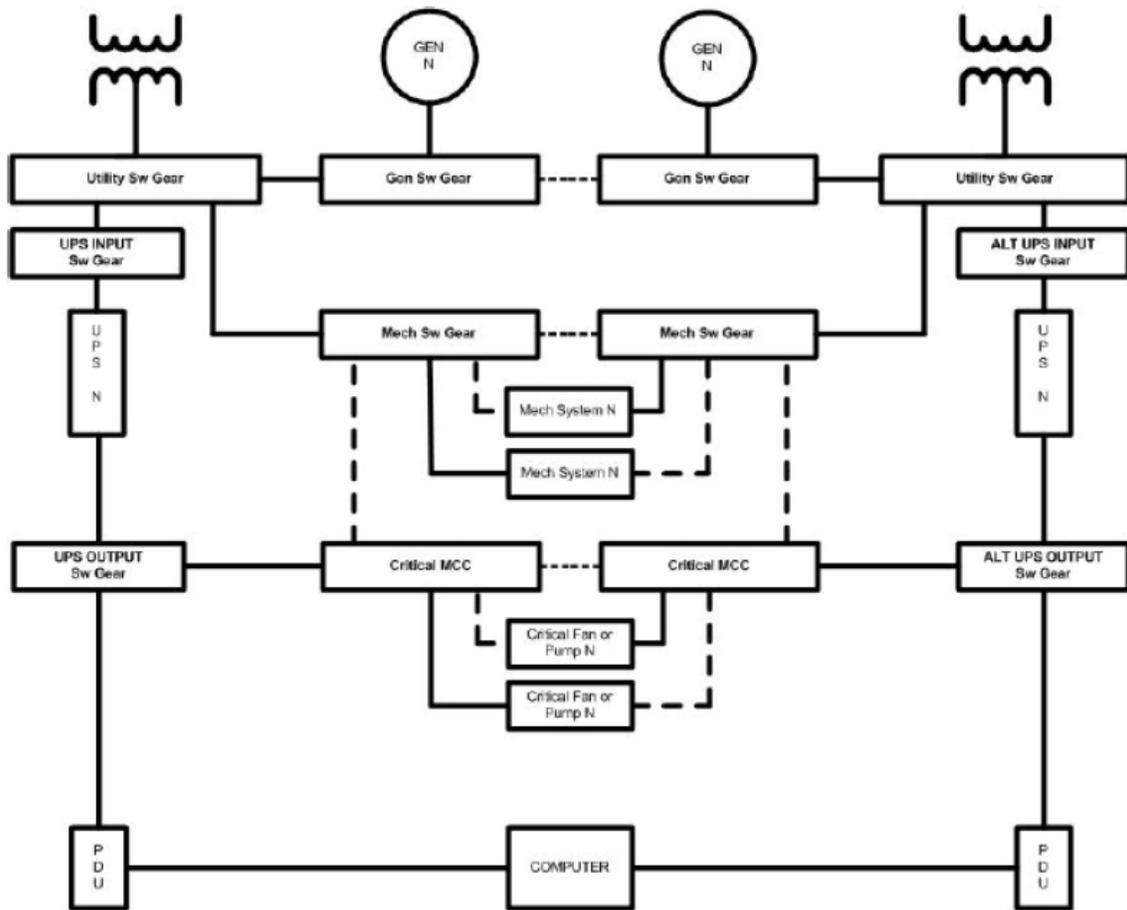


Fig.22. Esquema típico general de Tier I. Norma Tiers Uptime Institute

Fuente: Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance, www.digital-ranch.com

3.3 Aportaciones y actividades

3.3.1 Dimensionamiento de instalaciones eléctricas y equipamiento

El equipamiento eléctrico básico en baja tensión de la infraestructura en un CPD se conforma de:

- Equipo de medición
- Transformador
- Tablero de transferencia
- Planta de emergencia
- Tableros de distribución y servicios
- Sistema de Energía ininterrumpible (UPS)

Dispuestos típicamente de la siguiente manera:

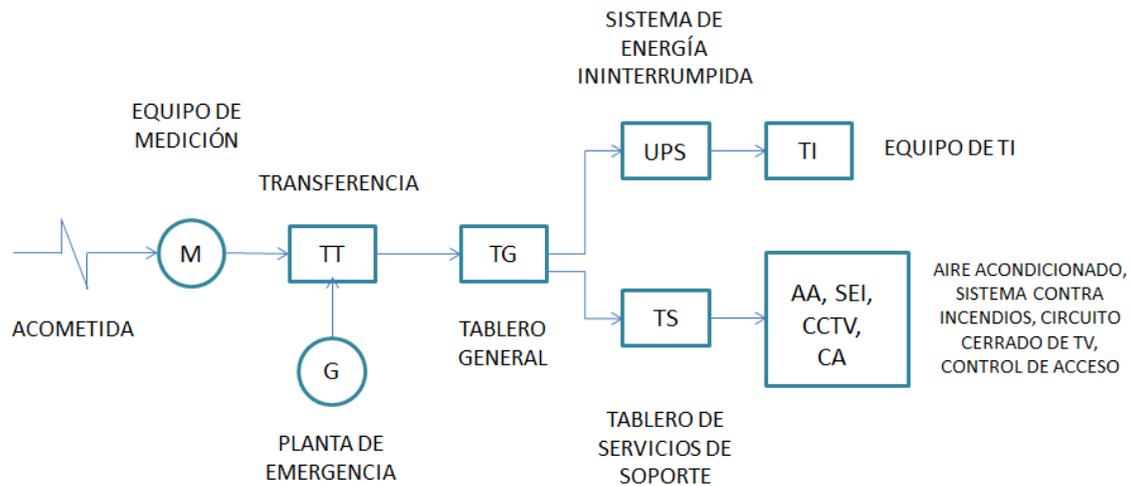


Fig.23. Diagrama de bloques que muestra la ruta de la energía eléctrica

En cuanto a la instalación eléctrica, mi trabajo consiste principalmente en dimensionar UPS, planta de emergencia, y las instalaciones eléctricas para soportarlos (alimentadores, tableros de distribución e interruptores, canalizaciones).

El UPS se dimensiona tomando en cuenta:

- El UPS debe ser igual o mayor a la capacidad de la carga a respaldar en kW (no en KVA).
- La aplicación o servicio de los datos a respaldar que nos permite saber la criticidad de la operación y por lo tanto que tan robusta debe ser la instalación (Establece si es necesario una configuración de redundancia).
- Las características del sitio: eléctricas (por ejemplo voltaje 480V, 220V ó 208V en México), dimensiones y rutas de acceso de equipo (nos permite elegir un equipo adecuado al espacio), rutas de alimentación eléctricas (puesto que es determinante para el tipo de canalización a usar: tubería, escalerilla; que a su vez impacta directamente en la elección del cable de alimentación).
- Tiempo de respaldo: que define si es necesario un banco de baterías externo.
- Crecimiento final futuro, para saber la capacidad del equipo y decidir si usar un UPS monolítico (capacidad fija) o modular (capacidad escalable), o bien, configuraciones en cascada o en paralelo.
- Compatibilidad con equipamiento existente.

El equipo UPS comercial adecuado se elige de acuerdo a los puntos anteriores en nuestro catálogo.

Dimensionamiento de la planta de emergencia:

Al igual que el UPS, se toman en cuenta las características eléctricas, físicas y logísticas del sitio, la carga a respaldar; además del ARTÍCULO 445 "GENERADORES" de la NOM-001 SEDE 2012.

Dimensionamiento de instalación eléctrica

Para el cálculo de alimentadores eléctricos se aplica el siguiente procedimiento:

1. De acuerdo a la carga del alimentador en KW se sabe la corriente nominal con las siguientes fórmulas según aplique:

FORMULAS ELECTRICAS

	Corriente Continua	CORRIENTE ALTERNA		
		UNA FASE	DOS FASES 4* HILOS	3 FASES
AMPERE Conociendo HP	$\frac{HP \times 746}{E \times N}$	$\frac{HP \times 746}{E \times N \times f.p.}$	$\frac{HP \times 746}{2 \times E \times N \times f.p.}$	$\frac{HP \times 746}{1,73 \times E \times N \times f.p.}$
AMPERE Conociendo kW	$\frac{kW \times 1000}{E}$	$\frac{kW \times 1000}{E \times f.p.}$	$\frac{kW \times 1000}{2 \times E \times f.p.}$	$\frac{kW \times 1000}{1,73 \times E \times f.p.}$
AMPERE Conociendo kVA	_____	$\frac{kVA \times 1000}{E}$	$\frac{kVA \times 1000}{2E}$	$\frac{kVA \times 1000}{1,73 \times E}$
kW	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times f.p.}{1000}$	$\frac{I \times E \times f.p. \times 2}{1000}$	$\frac{I \times E \times f.p. \times 1,73}{1000}$
kVA	_____	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times 2}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1,73}{1000}$
POTENCIA en la flecha HP	$\frac{I \times E \times N}{746}$	$\frac{I \times E \times N \times f.p.}{746}$	$\frac{I \times E \times 1,73 \times N \times f.p.}{746}$	$\frac{I \times E \times 1,73 \times N \times f.p.}{746}$
Factor de potencia	Unitario	$\frac{W}{E \times I}$	$\frac{W}{2 \times E \times I}$	$\frac{W}{1,73 \times E \times I}$

I = Corriente en Ampere
E = Tensión en Volt
N = Eficiencia expresada en decimales
HP = Potencia en Horse Power

$$R.P.M. = \frac{f \times 120}{P}$$

f.p. = Factor de potencia
kW = Potencia en kiloWatt
kVA = Potencia aparente en kilovoltAmpere
W = Potencia en Watt
R.P.M. = Revoluciones por minuto
f = Frecuencia (hertz: ciclos/seg)
p = Número de polos

* Para sistemas de 2 fases 3 hilos, la corriente en el conductor es 1,41 veces mayor que la de cualquiera de los otros conductores.

Fig.24. Fórmulas eléctricas. Fuente: "Manual del electricista-Viakon"

Para un circuito trifásico:

$$I \text{ nominal} = \frac{\text{Carga total}}{\sqrt{3} \times V_{ff.} \times f.p.}$$

Donde

Vf.f. = Voltaje entre fases

f.p. = Factor de potencia

2. Al elegir el cable de alimentación eléctrica se deben tomar en cuenta los factores que afectan la demanda de corriente los cuales son:

- Factor de sobre corriente (F.S.): Se multiplica por 1.25 a la corriente nominal considerando el encendido de motores (por ejemplo ventiladores en los equipos de TI), que al arrancar necesitan romper una inercia y demandan por un corto tiempo una corriente mayor que la nominal, además este factor se aplica a las cargas que se consideran continuas es decir que están en operación 3 horas o más. (Artículo 100. Definiciones generales. Carga continua y Artículo 215-2 Capacidad y tamaño mínimos del conductor NOM-001 SEDE 2012).
- Factor de demanda (F.D.): Indica el porcentaje de demanda de acuerdo a la carga existente en sitio conectada.

$$I \text{ corregida} = I \text{ nom} \times F.S. \times F.D.$$

Esta corriente corregida nos indica entre qué rangos de “ampacidad” debemos seleccionar el calibre del cable, la cual de acuerdo a la NOM-001 SEDE 2012 es la corriente máxima que un conductor puede transportar continuamente, bajo las condiciones de uso sin exceder su rango de temperatura.

3. Se elige el calibre del conductor de la NOM-001 SEDE 2012, de las siguientes tablas según aplique:

Tabla de NOM-001 SEDE 2012	Tipo de canalización	Arreglo de conductores
310-15(b)(16) (VER ANEXO A.1)	Canalización en tubería	
310-15(b)(17) (VER ANEXO A.1)	Canalización al aire libre en charola	
310-15(b)(20) (VER ANEXO A.1)	Canalización al aire libre en charola (arreglo trébol)	

A la ampacidad seleccionada se le aplica los siguientes factores de ajuste:

- Factor de temperatura (F.T.): el fenómeno de la conducción genera calor lo cual afecta la corriente que soporta el conductor, por lo que el cable debe seleccionarse de tal manera que el ambiente sea un sumidero térmico y no que aporte calor. Lo anterior depende del sitio geográfico, condiciones del recinto y el tipo de canalización (expuesta al aire o entubados). (Artículo 310-15 de NOM-001 SEDE 2012)

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

Tabla 310-15(b)(2)(b).- Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 40 °C.
 Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:

Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura de los conductores					
	60 °C	75 °C	90 °C	150 °C	200 °C	250 °C
10 o menos	1.58	1.36	1.26	1.13	1.09	1.07
11-15	1.50	1.31	1.22	1.11	1.08	1.06
16-20	1.41	1.25	1.18	1.09	1.06	1.05
21-25	1.32	1.20	1.14	1.07	1.05	1.04
26-30	1.22	1.13	1.10	1.04	1.03	1.02
31-35	1.12	1.07	1.05	1.02	1.02	1.01
36-40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
41-45	0.87	0.93	0.95	0.98	0.98	0.99
46-50	0.71	0.85	0.89	0.95	0.97	0.98
51-55	0.50	0.76	0.84	0.93	0.95	0.96
56-60	-	0.65	0.77	0.90	0.94	0.95
61-65	-	0.53	0.71	0.88	0.92	0.94
66-70	-	0.38	0.63	0.85	0.90	0.93
91-75	-	-	0.55	0.83	0.88	0.91
76-80	-	-	0.45	0.80	0.87	0.90
81-90	-	-	-	0.74	0.83	0.87
91-100	-	-	-	0.67	0.79	0.85
101-110	-	-	-	0.60	0.75	0.82
111-120	-	-	-	0.52	0.71	0.79
121-130	-	-	-	0.43	0.66	0.76
131-140	-	-	-	0.30	0.61	0.72
141-160	-	-	-	-	0.50	0.65
161-180	-	-	-	-	0.35	0.58
181-200	-	-	-	-	-	0.49
201-225	-	-	-	-	-	0.35

Fig.25. Factores de corrección de temperatura que se aplican a la ampacidad del conductor. Fuente: NOM-001 SEDE 2012

- Factor de agrupamiento (F.A.): se aplica cuando se llevan más de tres conductores en una canalización tapada o entubada.

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 ¹	Porcentaje de los valores en las tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19), ajustadas para temperatura ambiente, si es necesario.
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 y más	35

¹Es el número total de conductores en la canalización o cable ajustado de acuerdo con 310-15(b)(5) y (6).

Fig. 26. Factores de agrupamiento que se aplican a la ampacidad del conductor.

Fuente: NOM-001 SEDE 2012

Se elige entonces el calibre que proporcione igual o mayor capacidad de conducción de corriente que la solicitada aún cuando se multiplique por el factor de temperatura y de agrupamiento en el caso que aplique. También se define si es necesario utilizar más de una punta por fase para alcanzar la conducción requerida.

Además de la capacidad de conducción de corriente, el alimentador eléctrico no debe sobrepasar el 3% de porcentaje de caída de tensión (Artículo 215-2 Capacidad y tamaño mínimos del conductor. Nota 2. NOM-001 SEDE 2012), que es la relación entre la tensión de transmisión y recepción debida a las pérdidas la cual aumenta con la longitud. El porcentaje de caída de tensión (e%) se calcula:

Circuitos trifásicos, 4 hilos	Circuitos monofásicos, 3 hilos
$e = ZIL$	$e = ZIL$
$e\% = \frac{ex100}{Vfn}$	$e\% = \frac{ex100}{Vfn}$
Circuitos trifásicos, 3 hilos	Circuitos monofásicos, 2 hilos
$e = \sqrt{3}ZIL$	$e = 2ZIL$
$e\% = \frac{ex100}{Vff}$	$e\% = \frac{ex100}{Vfn}$

Donde

e = Caída de tensión

Z = Impedancia del conductor

I = Corriente nominal demandada

L = Longitud del circuito

V_{ff} = Voltaje de fase a fase

V_{fn} = Voltaje de fase a neutro

3. Se elige la dimensión de la canalización

a) Si los conductores se llevan en una charola tipo escalerilla, sin espacio entre conductores; se suman los diámetros de los conductores y se obtiene el ancho de la charola.



b) Si los conductores se llevan en una charola tipo escalerilla, en arreglo trébol; se debe dejar entre punta 2.15 veces el diámetro del cable de fase como se muestra en la imagen:

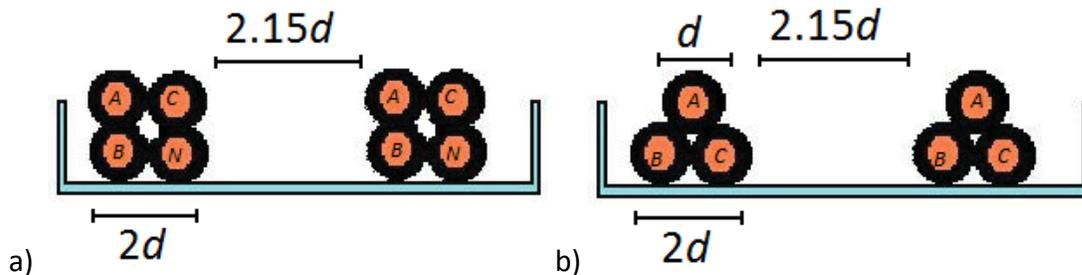


Fig.27. Arreglo de conductores en charola: a) 3 Fases 2 hilos sin neutro y 2 puntas por fase; b) 3 Fases 4 hilos con neutro y 2 puntas por fase.

El ancho de la charola será el resultado de:

Ancho de charola = puntas por fase x 2 x diámetro + 2.15 x espacios entre puntas.

c) Cuando los conductores se llevan en una tubería, la suma de sus áreas no debe sobrepasar el 40% de ocupación de la misma, para lo cual se usa la siguiente tabla

TABLA 4. Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del tubo conduit (basado en la Tabla 1, de este Capítulo)

Artículo 358 – Tubo conduit no metálico (EMT)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
16	½	15.8	196	118	104	61	78
21	¾	20.9	343	206	182	106	137
27	1	26.6	556	333	295	172	222
35	1 ¼	35.1	968	581	513	300	387
41	1 ½	40.9	1314	788	696	407	526
53	2	52.5	2165	1299	1147	671	866
63	2 ½	69.4	3783	2270	2005	1173	1513
78	3	85.2	5701	3421	3022	1767	2280
91	3 ½	97.4	7451	4471	3949	2310	2980
103	4	110.1	9521	5712	5046	2951	3808

Fig.28. Tabla 4 del artículo 358 de la NOM-001 SEDE 2012.

4. El interruptor se selecciona con la capacidad máxima de corriente demanda aplicando el factor de sobre-corriente, del artículo 240-6 Capacidades estandarizadas de fusibles e interruptores automáticos.

El calibre del cable de tierra, el cual es un conductor desnudo, está dado por la capacidad del interruptor del artículo 250 de la NOM-001 SEDE 2012 de la tabla 250-122:

TABLA 250-122.- Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (amperes)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2.08	14	—	—
20	3.31	12	—	—
60	5.26	10	—	—
100	8.37	8	—	—
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	33.60	2	42.40	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200

Para cumplir con lo establecido en 250-4(a)(5) o (b)(4), el conductor de puesta a tierra de equipos podría ser de mayor tamaño que lo especificado en esta Tabla.
*Véase 250-120 para restricciones de instalación.

La cédula de circuito que sirve para identificar un circuito y proporcionar la información necesaria para su instalación y correcto uso, se conforma de los siguientes datos:

- Número de polos del interruptor y su valor de corriente normalizado para los fusibles
- Número de hilos del calibre tomando en cuenta las puntas por fase indicando el calibre de fase
- Número de neutros y calibre de Neutro
- Numero de tierras y el calibre de tierra
- Tipo de canalización y diámetro o ancho
- Longitud del alimentador
- Porcentaje de caída de tensión

Selección de conductores eléctricos

Se puede definir como conductor eléctrico aquel componente de un sistema, capaz de permitir el paso continuo de una corriente eléctrica cuando es sometido a una diferencia de potencial entre dos puntos.

En general y para nuestros fines, un conductor eléctrico consta de un filamento o alambre, de una serie de alambres cableados y/o torcidos, de material conductor, que se utiliza desnudo, o bien cubierto con material aislante. En aplicaciones donde se requieren grandes tensiones mecánicas se utilizan bronce, acero y aleaciones especiales. En aplicaciones electrónicas ultra finas y en pequeñas cantidades, se utilizan el oro, la plata y el platino como conductores.

El cobre es el metal más usado en las instalaciones eléctricas debido a que es un excelente conductor, a su abundancia en la naturaleza además de su alta resistencia a la corrosión y a las altas temperaturas (punto de fusión 1083 °C).

	COBRE Temple Suave	ALUMINIO 1 350-H 19	PLOMO	ACERO
Número Atómico.	29	13	82	—
Peso Específico, gr/cm ³	8.89	2.705	11.3	7.8
Coefficiente de Temperatura por °C a 20°C.	0.003 93	0.004 03	0.003 9	0.005 6
Conductividad Eléctrica (I.A.C.S.), %	100	61	—	—
Conductividad Térmica. cal/cm ³	0.93	0.52	0.083	0.11
Temperatura de Fusión, °C	1 083	660	327	1 300 -1 475
Coefficiente de Dilatación Lineal por °C.	16.22 x 10 ⁻⁶	23.0 x 10 ⁻⁶	28.0 x 10 ⁻⁶	11.5 x 10 ⁻⁶
Calor Específico, cal/gr/°C.	0.091 8	0.225 9	0.031	0.107
Resistividad Volumétrica a 20°C. ohm-mm ² /m	0.017 241	0.028 265	—	—
Resistividad Eléctrica (ohm, en 304.8m a 20°C)	10.371	17.0	132.31	72.17
Esfuerzo de Tensión, Temple duro, kg/cm ²	3 870	1 820	—	—
Esfuerzo de Tensión, Temple suave, kg/cm ²	2 250	845	—	—
Módulo de Elasticidad, kg/cm ²	1 200 000	702 000	—	2 030 000
Resistencia al Corte, kg/cm ²	1 750	665	—	—
Resistencia Límite de Fluencia, kg/cm ²	560	350	—	—

* Para el cobre temple suave.

Fig.29. Propiedades físicas de los metales a 20 °C. Fuente: "Manual eléctrico Viakon"

El tipo de aislante es otro factor relevante en la elección del conductor. Un material aislante es toda substancia de tan baja conductividad que el paso de la corriente eléctrica a través de ella es prácticamente despreciable.

Los valores mecánicos importantes de los aislantes, son: la resistencia a la tensión mecánica y al alargamiento de un material antes y después de someterlos a una prueba de envejecimiento acelerado, así como también su dureza y flexibilidad. Entre las cualidades eléctricas están: la rigidez dieléctrica del material, su resistividad, su factor de potencia y su constante dieléctrica. Otros aspectos importantes serán su resistencia al calor, al ozono, a la humedad, a la intemperie, a la luz solar, a los aceites y productos químicos.

Existen dos tipos de aislantes: los termoplásticos y los termofijos.

Los aislantes termoplásticos son materiales poliméricos que al aumentarles la temperatura se emblandecen, se deforman y se funden. Para su fabricación se usa Policloruro de Vinilo (PVC), Polietileno Lineal (PE), Poliolefinas (Z1), Poliuretano (PU), Fluorados (Tefzel, Teflón).

Los aislantes termofijos se les denomina así a los materiales poliméricos a los cuales se les incorpora peróxidos orgánicos bajo presiones y temperaturas adecuadas en el proceso de extrusión, consiguiendo así su vulcanización o reticulación al crearse enlaces transversales entre las moléculas del polímero, de tal manera que el material resultante no se funde o deforma al incrementarse la temperatura sino que se cristaliza y carboniza. Los Etileno Propileno (EPR), Polietileno Reticulado (XLPE), Hypalon (CSP), Neopreno (PCP), Caucho natural (SBR), Acetato de Etil Vinil (EVA), Silicona (SI), etc.

CARACTERÍSTICAS	BUTILO	POLIETILENO CLORO SULFONADO (HYPALON, CP)	ETILENO PROPILENO (EPR)	POLICLORO-PRENO (NEOPRENO)	POLICLORURO DE VINILO (PVC)	POLIETILENO (PE)	POLIETILENO VULCANIZADO (XLPE)
Resistividad Ohm/cm	10 ¹⁷	10 ¹⁴	10 ¹⁵ - 10 ¹⁷	10 ¹¹	10 ¹¹	10 ¹⁴	10 ¹⁵ - 10 ¹⁷
Rigidez dieléctrica kV/mm (c.a. elev. rápida)	16	—	18	14	16	20	20
Rigidez dieléctrica kV/mm (impulsos)	47	—	54	48	47	60	60
Constante dieléctrica (SIC) a 60Hz y 75°C	3.5	7.0	2.7	9.0	5.5	2.5	2.5
Factor de potencia % a 60Hz y 75°C	1.5	3.0	0.05	3.5	3.0	0.05	0.05
Resistencia a la tracción kg/cm ²	175-211	175	35	211-283	120	120-170	—
Alargamiento %	400-800	700	200-400	800-900	500	375-300	400-600
Densidad	0.91	1.12-1.28	1.2	1.23-1.25	1.21	0.93-0.95	0.92
Temperatura de fragilidad °C	-60	-60	-70	-55	-55	-60	-80
Temperatura máx. de operación °C	105	105	90	90	60-75-90-105	90	90
Resistente a:							
oxidación	B - E	E	E	E	R	E	E
ozono	E	E	E	E	R	E	E
desgarre	B	E	R-B	B	MB	B	B
abrasión	B	E	B-E	E	E	E	E
radiación	P	R-B	—	P	R	P-R	P-R
ácidos diluidos	E	E	E	E	P	B	R
ácidos concentrados	E	MB	E	B	P	R	R
hidrocarburos alifáticos	P	B	P	B	P	R	R
hidrocarburos aromáticos	P	R	P	R	B	B	B
hidrocarburos clorinados	P	P	P	M	B	B	B
aceites y gasolinas	M	B	P	B	B	B	B
aceite animal y vegetal	E	B	B-E	B	B	E	B
absorción de agua	E	B	E	B	M	E	E
envejecimiento solar	M	E	E	MB	E	E	E
envejecimiento por:							
temperatura (100°C)	B	E	E	B	B	B	E
Flama	P	B	P	B	B	R	B
Alcalis	M	B	MB	B	B	B	B

E = excelente, MB = muy bueno, B = bueno, R = regular, P = pobre, M = malo.

Fig.30. Propiedades comparativas de aislamientos. Fuente: "Manual eléctrico Viakon"

Selección del equipamiento eléctrico

Otros elementos que conforman la instalación eléctrica son los tableros de distribución y se eligen principalmente de acuerdo a las siguientes características:

- Características eléctricas: Voltaje, Corriente.
- Aplicación: alumbrado, distribución de fuerza, para aplicaciones de alta capacidad, con control y monitoreo, etc.
- Con interruptor principal o con zapatas principales.
- Cantidad y capacidad de interruptores derivados
- Tipo de montaje (sobreponer o empotrar, auto-soportado, etc.).
- Ambiente en el que se usará: interior, intemperie, en exposición de químicos peligrosos, peligro contra incendio, etc.

La función principal de los tableros eléctricos es distribuir energía eléctrica a diversos circuitos o ramales según la necesidad particular de cada terminal, proveer a cada instalación eléctrica de circuitos independientes para su conexión o desconexión sin

afectar a otro circuito de la misma red, proteger de sobrecargas y corto circuitos a cada circuito derivado.

Los tableros de distribución consisten en paneles sencillos o conjuntos de paneles diseñados para ser ensamblados en forma de un sólo panel que incluye: barrajes, elementos de conexión, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y que pueden estar equipados con interruptores para accionamiento de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza. Los tableros de distribución son diseñados para instalación en gabinetes o cajas o montados sobre la pared.

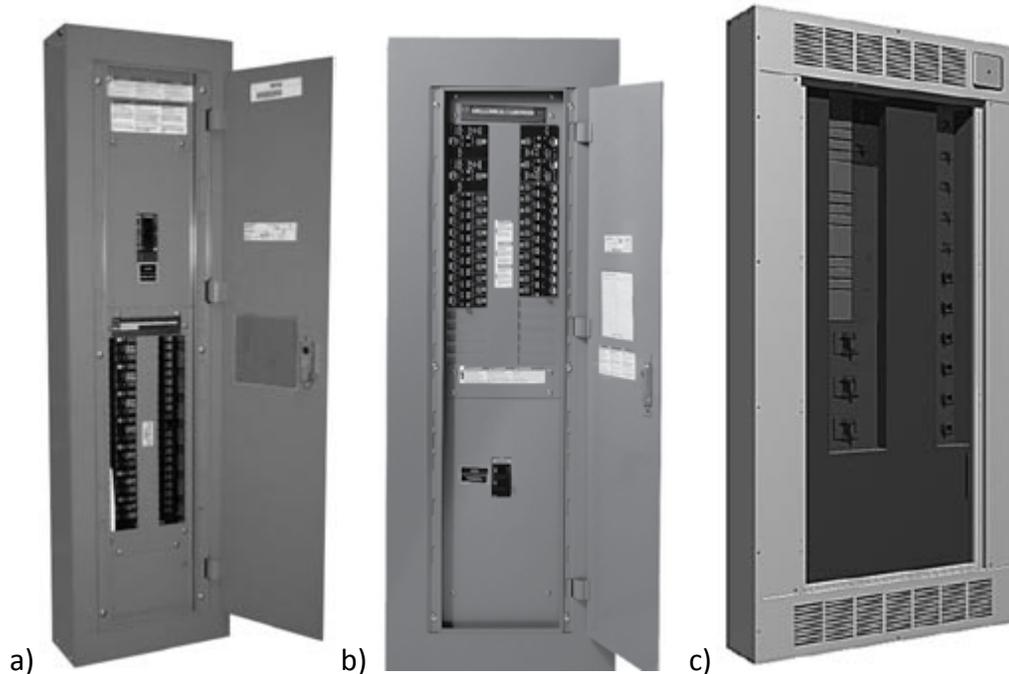


Fig.31. Tableros de distribución: a)Tipo NQ marca Square D tensión de operación 240 VCA, capacidad en barra 100-225 A, gabinete estándar NEMA 1; b)Tipo NF marca Square D tensión de operación 480 VCA capacidad en barra de 125-600 A opciones de gabinete: NEMA 1, 3R, 12 y 4X; c)Tipo I line marca Square D tensión de operación máxima 600 VCA, capacidad en barra 400-1200 A, opciones de gabinete: NEMA 1, 12 y 3R.

Fuente: Catálogo no.32 Square D, www.amesa.com.mx.

NEMA (National Electrical Manufacturers Association) proporciona grados de protección para envoltentes (tipo de gabinetes) de equipo eléctrico (1000V máx.) similar a los del estándar IEC 529.

Las letras que siguen al número NEMA indican el grupo o grupos particulares de locales peligrosos según se definen en el National Electrical Code para el que se diseñó la envoltente en cuestión. (Ver tipo de Protección NEMA en ANEXO A.2)

Proporciona un grado de protección contra las siguientes condiciones medioambientales	Tipo de protección NEMA									
	1 *	2 *	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
Contacto incidental con el equipo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Suciedad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Gotas y salpicaduras de líquido		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Polvo circulante, hilachas, fibras, y transporte aéreo* *			X	X		X	X	X	X	X
Polvo provocado por el aerotransporte, hilachas, fibras, y transporte aéreo* *			X	X	X	X	X	X	X	X
Corros dirigidos y salpicaduras de agua			X	X		X	X			
Aceites y filtración de refrigerante								X	X	X
Aceite o el rociando de refrigerantes y salpicaduras de líquidos										X
Agentes corrosivos				X			X			
Sumersión temporal ocasional						X	X			
Sumersión prolongada ocasional							X			

* Estas protecciones pueden ventilarse.

** Estas fibras y transporte aéreo son materiales no peligrosos y no son considerados Clase III, fibras ignífugas o combustible aeronáutico. Para la Clase III fibras ignífugas o combustibles aeronáuticos ver National Electrical Code, artículo 500.

Fig.32. NEMA 250-1997. Comparación de aplicaciones específicas de protecciones para situaciones no peligrosas en interiores. Fuente: www.nema.org.

Proporciona un grado de protección contra las siguientes condiciones medioambientales	Tipo de protección NEMA						
	3	3R *	3S	4	4X	6	6P
Contacto incidental con el equipo	X	X	X	X	X	X	X
Lluvia, nieve, y aguanieve* *	X	X	X	X	X	X	X
Aguanieve* **			X				
Viento de polvo, hilachas, fibras, y transporte aéreo	X		X	X	X	X	X
Chorros dirigidos de agua				X	X	X	X
Agentes corrosivos					X		X
Sumersión temporal ocasional						X	X
Sumersión prolongada ocasional							X

* Estas protecciones pueden ventilarse.

** No se exige que los mecanismos continúen operando apesar de la formación de hielo en su exterior.

*** Los mecanismos deben seguir operando apesar de la formación de hielo en su exterior.

Fig.33. NEMA 250-1997. Comparación de aplicaciones específicas de protecciones para situaciones no peligrosas al aire libre. Fuente: www.nema.org.

Tabla SA-1 [De NEMA 250-1997]

Comparación de aplicaciones específicas de protecciones para situaciones arriesgadas o peligrosas en Interiores

Proporciona un grado de protección contra atmósferas que contienen habitualmente (Vea NFPA 497M para la Inscripción Completa)	Clase	Tipos 7 y 8, Clase I Grupos **				Tipo 9 Clase II Grupos			Tipo 10
		A	B	C	D	E	F	G	
<i>Acetileno</i>	I	X							
<i>Hidrógeno, gas procesado</i>	I		X						
<i>Éter de Diethyl, etileno, cyclopropano</i>	I			X					
<i>Gasolina, hexano, butano, nafta, propano, acetona, tolueno, isopreno</i>	I				X				
<i>Polvo de metal</i>	II					X			
<i>Negro del carbono, polvo de carbón, polvo de coke</i>	II						X		
<i>Molienda, almidón, polvo de grano</i>	II							X	
<i>Fibras, transporte aereo *</i>	III							X	
<i>Metano con o sin el polvo de carbón</i>	MSHA								X

* Para la Clase III fibras ignífugas o combustibles aeronáuticos ver National Electrical Code, artículo 500.

** Debido a las características del gas, vapor, o polvo, un producto conveniente para una Clase o Grupo no puede ser conveniente para otra Clase o Grupo a menos que se marque en el producto.

Fig.34. NEMA 250-1997. Comparación de aplicaciones específicas de protecciones para situaciones arriesgadas o peligrosas en interiores. Fuente: www.nema.org.

3.3.2 Dimensionamiento de instalaciones mecánicas y equipamiento

El sistema de aire acondicionado en un Centro de Procesamiento de Datos tiene la función de mantener las condiciones ambientales precisas (temperatura y humedad) para el correcto funcionamiento de los equipos eléctricos y electrónicos.

La carga térmica que se debe abatir en un Centro de Procesamiento de Datos es producto principalmente de los equipos eléctricos; otras aportaciones de calor al recinto son debidas a la iluminación, las personas, ventanas expuestas al sol, paredes, particiones, piso o techo con colindancia a espacios no acondicionados.

Cálculo de carga térmica que debe abatir el sistema de aire acondicionado.

1. Si la iluminación es incandescente la carga térmica es igual a la potencia eléctrica de iluminación. Si la iluminación es fluorescente la carga térmica es igual a la potencia eléctrica de iluminación por un factor de 1.25.

2. La carga térmica aportada por cada persona en el recinto se determina por el tipo de actividad que haga, de la norma UNE-EN ISSO 7730 (Ergonomía en ambientes térmicos):

Actividad	Aportación térmica Watts
Reposo-tendido	83
Reposo-sentado	104
Actividad sedentaria (oficina, sentado)	126
Actividad ligera (de pie)	167
Actividad media	209
Caminar en llano 3 km/h	252

3. La carga térmica aportada por los muros, el piso, el techo colindantes a espacios no acondicionados se calcula:

$$Q = Co \times Ci \times K \times S \times (\text{temperatura interior} - \text{temperatura exterior})$$

Donde:

Q es la carga térmica por transmisión (kcal/h)

Co es el coeficiente de orientación del muro

Ci es el coeficiente de intermitencia de la instalación

K es el coeficiente global de transmisión de calor del muro (kcal/h m² °C)

S es la superficie del muro expuesta a la diferencia de temperaturas en m².

tinterior es la temperatura proyectada en el local calefactado (°C)

t exterior es la temperatura del exterior o local no calefactado

El coeficiente de orientación es un factor adimensional empleado para tener en cuenta la ausencia de radiación solar y la presencia de vientos dominantes sobre los muros, en función de su orientación. En los muros de separación con otros locales o en los cerramientos no verticales no se tiene en cuenta. Habitualmente se emplean los siguientes valores para los coeficientes de orientación:

- Norte : 1,15
- Sur : 1,00
- Este : 1,10
- Oeste : 1,05

El coeficiente de intermitencia es un coeficiente de seguridad, debe su nombre a que en las antiguas instalaciones colectivas sin contabilización de consumo, el generador arrancaba únicamente en horario predefinido. Habitualmente se emplea 1,10 como coeficiente de intermitencia o seguridad.

4. La carga térmica aportada por las ventanas expuestas al sol:

$$Q = S \times R \times f$$

Q es la carga térmica por radiación solar (kcal/h)

S es la superficie traslucida expuesta a la radiación en m².

R es la radiación solar que atraviesa un vidrio sencillo en kcal/h·m², tabulada para cada latitud.

f es el factor de corrección de la radiación en función del tipo de vidrio.

La carga térmica que debe abatir el sistema de aire acondicionado es la suma de todas estas aportaciones de calor más la carga eléctrica; la cual se puede expresar en toneladas de refrigeración.

Una tonelada de refrigeración es la cantidad de calor latente absorbida por la fusión de una tonelada corta de hielo sólido puro en 24 horas; en los equipos, equivale a una potencia capaz de extraer 12 000 BTUs por hora, lo que en el Sistema Internacional de Unidades (SI) es igual a 3517 W.

Dimensionamiento de equipamiento de refrigeración

El sistema de aire acondicionado conformado por uno o varios equipos se eligen primero sabiendo la carga térmica final que debe abatirse y las siguientes consideraciones:

- Las características del sitio: eléctricas (por ejemplo Voltaje 480V, 220V ó 208V en México), dimensiones y rutas de acceso de equipo (nos permite elegir un equipo adecuado al espacio), rutas de alimentación eléctricas.

- Crecimiento final futuro para determinar la capacidad del equipo, tipo de enfriamiento y si es necesaria una configuración de redundancia.
- Compatibilidad con equipamiento existente.

Entonces se elige el equipo de aire acondicionado comercial adecuado de acuerdo a los puntos anteriores.

Tipos de enfriamiento de equipos de aire acondicionado.

Expansión directa: Consiste en la interacción de una Unidad Manejadora de Aire y una Unidad Condensadora Aire, que utiliza sólo refrigerante en el sistema de tuberías, el cual se licua o evapora para absorber o desechar calor. La longitud equivalente entre las dos unidades no debe exceder los 45 m. Se usa en aplicaciones de cargas térmicas bajas a moderadas.

Agua-Glicol: Al igual que un equipo de expansión directa es la interacción entre una Unidad Manejadora de Aire y una Unidad Condensadora de Aire, pero este tipo de equipos utiliza una mezcla de agua con glicol en su sistema de tuberías, lo que permite que la longitud equivalente entre estas dos unidades no sea una limitante, además de que los equipos de este tipo son de mayor capacidad.

Agua-Helada: Consiste en un sistema conformado por un generador de agua helada que abastece de la misma, por medio de un red de tuberías, a unidades manejadoras de aire. Posteriormente por medio un ventilador se pasa el aire por un serpentín, logrando la disipación del frío en la habitación.

Características de costo-crecimiento de tipos de enfriamiento		
Expansión directa	Agua-Glicol	Agua helada
*Longitud equivalente menor a 45 m *Cargas bajas a moderadas *Bajos costos de instalación *No contempla un gran crecimiento	*Longitud equivalente hasta ∞ *Cargas bajas a moderadas *Costos medios de instalación *Contempla crecimiento moderado	*Longitud equivalente hasta ∞ *Cargas altas *Altos costos de instalación *Contempla altos crecimientos

Dimensionamiento de la instalación hidráulica

Para los sistemas de Expansión Directa la configuración es la siguiente:

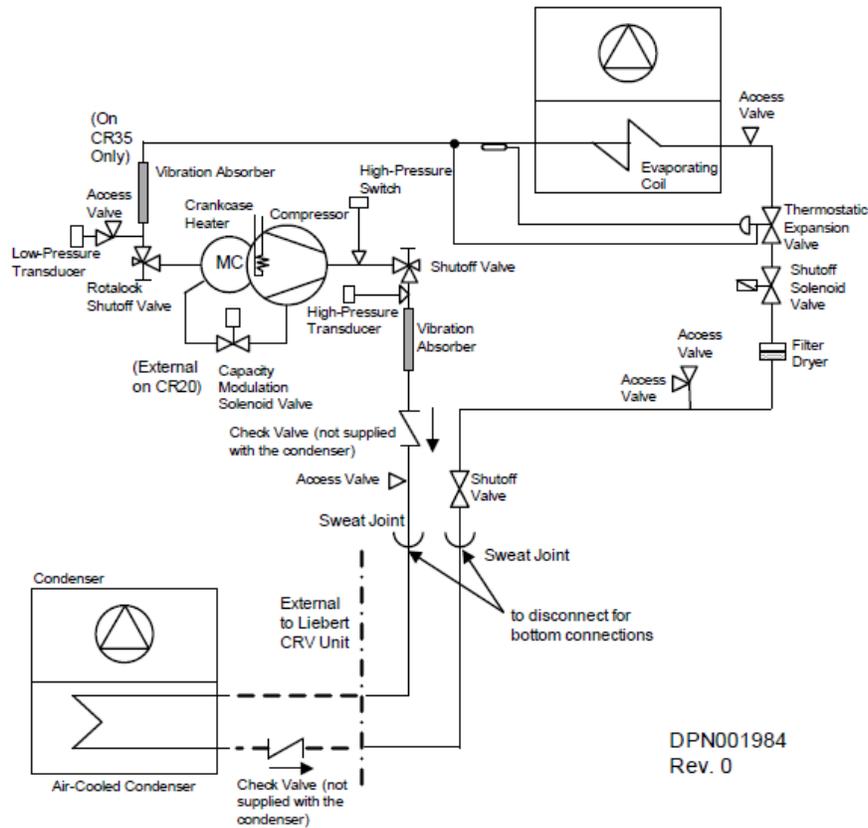


Fig.35. Diagrama general de conexiones hidráulicas de un sistema de expansión directa.

Fuente: Manual técnico de Liebert CRV, www.emerson.com.

Se tiene entonces un circuito de refrigerante donde circulara en una línea de gas y otra de líquido, y el diámetro de cada línea está determinado por el manual del equipo dependiendo de la longitud equivalente que se tenga entre manejadora y condensadora:

Liebert CRV Model #	Total Equivalent Length, ft. (m)	Hot Gas Line, in. (mm)	Liquid Line, in. (mm)
CR020RA	50 (15.2)	3/4 (19.1)	5/8 (15.9)
	100 (30.5)	3/4 (19.1)	5/8 (15.9)
	150 (45.7)	3/4 (19.1)	5/8 (15.9)
CR035RA	50 (15.2)	7/8 (22.2)	3/4 (19.1)
	100 (30.5)	7/8 (22.2)	3/4 (19.1)
	150 (45.7)	7/8 (22.2)	3/4 (19.1)

Consult factory for proper line sizing for runs longer than 150 ft. (45.7m) equivalent length.
Source DPN001623, Rev. 3, Pg. 3

Fig.36. Diámetros de las líneas de gas y líquido para sistemas de expansión directa.

Fuente: Manual técnico de Liebert CRV, www.emerson.com.

La instalación se realiza con tubería tipo L puesto que es un tipo de tubería a usarse en instalaciones hidráulicas en condiciones severas de servicio y seguridad que de la tipo “M”; por ejemplo: en instalaciones de gases medicinales y combustibles, vapor, aire comprimido, en calefacción, refrigeración, tomas de agua domiciliarias, etc.

Tubería de cobre de temple rígido Tipo “L”

Medida Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor de Pared	Peso	Peso por tramo	Presión Máxima	Presión Constante	Flujo
Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Lb/pie kg/m	libras kilogramos	PSI kg/cm ²	PSI kg/cm ²	G. P. M. L. P. M.
1/4"	0.375"	0.315"	0.030"	0.126	2.524	7,200	1,440	
6.35 mm	9.525	8.001	0.762	0.187	1.146	506.16	101.23	
3/8"	0.500"	0.430"	0.035"	0.198	3.965	6,300	1,260	1.873
9.50 mm	12.700	10.922	0.889	0.295	1.800	442.89	88.57	7.089
1/2"	0.625"	0.545"	0.040"	0.285	5.705	5,760	1,152	3.656
12.7 mm	15.875	13.843	1.016	0.424	2.590	404.92	80.98	13.493
3/4"	0.875"	0.785"	0.045"	0.455	9.110	4,632	926	9.600
19 mm	22.225	19.939	1.143	0.678	4.136	325.62	65.09	36.336
1"	1.125"	1.025"	0.050"	0.655	13.114	4,000	800	19.799
25 mm	28.575	26.035	1.270	0.976	5.954	281.20	56.24	74.94
1 1/4"	1.375"	1.265"	0.055"	0.885	17.700	3,600	720	35.048
32 mm	34.925	32.131	1.397	1.317	8.036	253.08	50.61	132.660
1 1/2"	1.625"	1.505"	0.060"	1.143	22.826	3,323	664	56.158
38 mm	41.275	38.227	1.524	1.698	10.363	233.60	46.67	212.560
2"	2.125"	1.985"	0.070"	1.752	35.042	2,965	593	119.099
51 mm	53.975	50.419	1.778	2.608	15.909	208.43	41.68	450.790
2 1/2"	2.625"	2.465"	0.080"	2.483	49.658	2,742	548	214.298
64 mm	66.675	62.611	2.032	3.695	22.545	192.76	38.52	811.120
3"	3.125"	2.945"	0.090"	3.332	66.645	2,592	518	347.397
76 mm	79.375	74.803	2.286	4.962	30.257	182.21	36.41	1,314.90
4"	4.125"	3.905"	0.110"	5.386	107.729	2,400	480	747.627
102 mm	104.775	99.187	2.794	8.017	48.909	168.72	33.74	2,829.77

*Fig.37. Diámetros comerciales de tuberías de cobre tipo “L”.
Fuente: Manual técnico de Nacobre, www.nacobre.com.mx.*

Para un sistema de agua helada las tuberías tienen el mismo diámetro y se usa tubería tipo M puesto que está hecha para bajas presiones de servicio.

Tubería de cobre de temple rígido Tipo "M"

Medida Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor de Pared	Peso	Peso por tramo	Presión Máxima	Presión Constante	Flujo
Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Lb/pie kg/m	libras kilogramos	PSI kg/cm ²	PSI kg/cm ²	G. P. M. L. P. M.
1/4"	0.375"	0.325"	0.025"	0.107	2.132	6,133	1,226	
6.35 mm	9.525	8.255	0.635	0.159	0.968	431.15	86.18	
3/8"	0.500"	0.450"	0.025"	0.145	2.903	4,500	900	2.247
9.50 mm	12.700	11.430	0.635	0.216	1.318	316.35	63.27	8.507
1/2"	0.625"	0.569"	0.028"	0.204	4.083	4,032	806	4.064
12.7 mm	15.875	14.453	0.711	0.304	1.854	283.45	56.66	15.382
3/4"	0.875"	0.811"	0.032"	0.328	6.566	3,291	658	10.656
19 mm	22.225	20.599	0.812	0.488	2.981	231.35	46.25	40.333
1"	1.125"	1.055"	0.035"	0.465	9.310	2,800	560	21.970
25 mm	28.575	26.767	0.889	0.693	4.227	196.84	39.36	83.180
1 1/4"	1.375"	1.291"	0.042"	0.683	13.656	2,749	550	39.255
32 mm	34.925	32.791	1.067	1.016	6.200	193.25	38.66	148.580
1 1/2"	1.625"	1.527"	0.049"	0.941	18.821	2,713	542	62.335
38 mm	41.275	38.785	1.245	1.400	8.545	190.72	38.10	235.940
2"	2.125"	2.009"	0.058"	1.461	29.233	2,470	491	131.000
51 mm	53.975	51.029	1.473	2.176	13.272	173.65	34.51	495.860
2 1/2"	2.625"	2.495"	0.065"	2.032	40.647	2,228	445	231.461
64 mm	66.675	63.373	1.651	3.025	18.454	156.62	31.28	876.010
3"	3.125"	2.981"	0.072"	2.683	53.663	2,073	414	375.189
76 mm	79.375	75.718	1.889	3.994	24.363	145.73	29.10	1,420.09
4"	4.125"	3.935"	0.095"	4.665	93.310	2,072	414	799.395
102 mm	104.775	99.949	2.413	6.945	42.363	145.65	29.10	3,025.71

Fig.38. Diámetros comerciales de tuberías de cobre tipo "M".

Fuente: Manual técnico de Nacobre, www.nacobre.com.mx.

La selección del diámetro de las tuberías de agua, la bomba y los accesorios de la instalación dependen en general de: la capacidad de enfriamiento y el gasto másico de la UMA, la distancia entre UMA y el generador de agua helada. En base a la norma de diseño de ingeniería del IMSS que reporta las condiciones requeridas para el cálculo del sistema de tuberías de agua helada, el procedimiento se muestra a continuación:

1. Con el propósito de disminuir las pérdidas de carga por fricción en la línea principal que se considere para la determinación de la carga total de bombeo, se recomienda que las velocidades de flujo estén lo más cercanas posibles a las que producen una pérdida de carga del 8 al 10 %. La velocidad máxima será de 2.5 m/s (8.2 fps) para diámetro de 38 mm (1 1/2") o mayores. Se recomiendan las siguientes velocidades según el diámetro:

DIÁMETRO NOMINAL (mm)	VELOCIDAD RECOMENDADA (m/s)
13	0.9
19	1.3
25	1.6
32	2.15
38 o mayor	2.5

4. Con la proyección de la instalación se hace la cuantificación de los accesorios tales como: válvulas, codos, tes, etc.; y de acuerdo al diámetro de la tubería del paso anterior se calcula la longitud equivalente de todos los accesorios del circuito de tuberías con el siguiente gráfico:

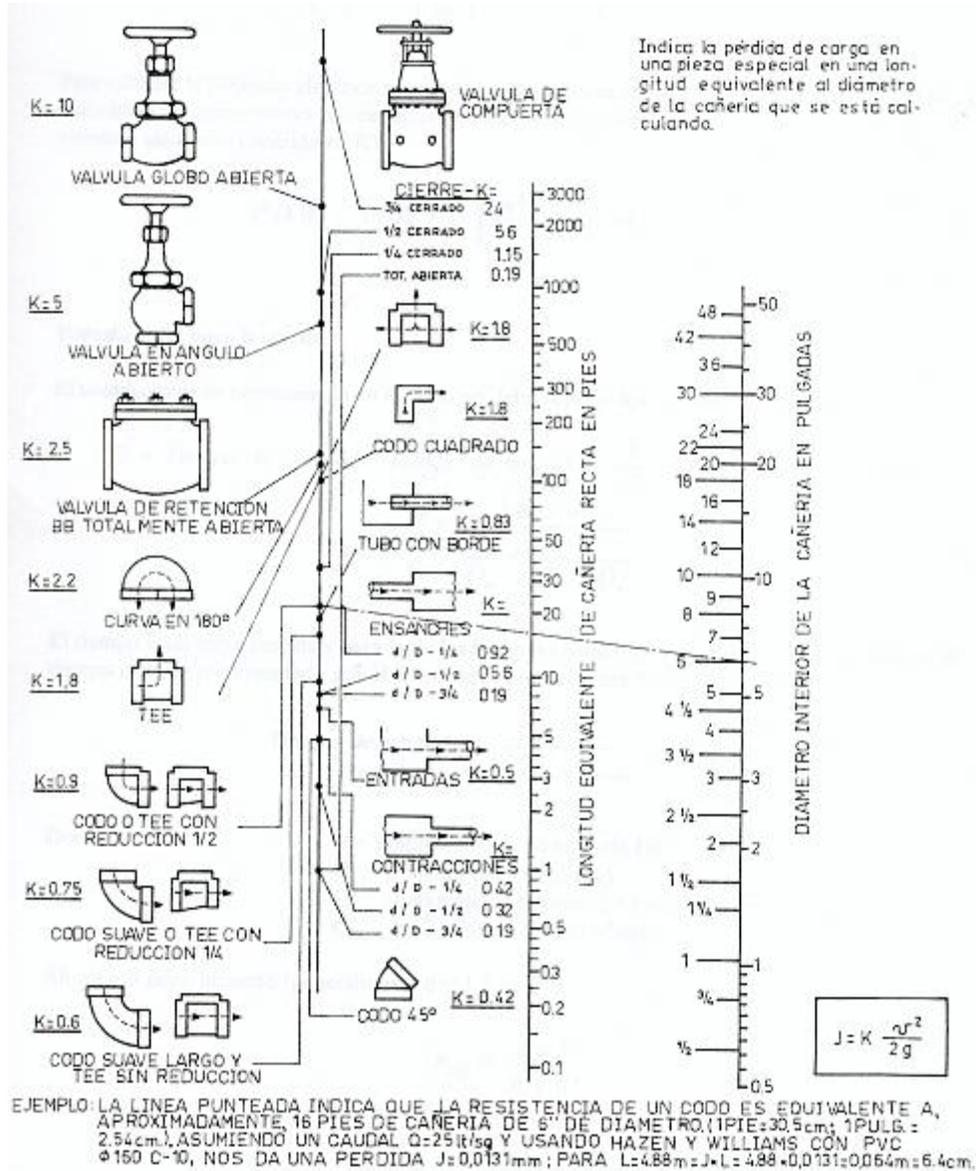


Fig.41. Pérdidas de carga en accesorios.

5. Con los datos obtenidos, se calcula la presión que debe abatir la bomba con la siguiente fórmula:

$$[\Delta P \text{ M.C.A accesorio} + \Delta P \text{ M.C.A tubería} + \Delta P \text{ M.C.A equipo}] \times 1.1 = \text{PRESIÓN QUE DEBE ABATIR LA BOMBA EN C.A.}$$

Donde:

$\Sigma \Delta P$ M.C.A accesorio = Sumatoria de {Caída de presión permitida x la longitud equivalente de cada accesorio}

ΔP M.C.A tubería = Caída de presión permitida x longitud lineal de tubería

ΔP M.C.A equipo = Caída de presión de la Unidad Manejadora de Aire + Caída de presión de la Unidad Enfriadora de Agua (obtenidas del manual)

Con la curva de la bomba a usarse (dependiendo de la marca, curva proporcionada por fabricante), los datos de entrada de la presión que debe abatir la bomba y el caudal total del circuito (suma de caudal de las manejadoras y de la unidad enfriadora), se obtiene la potencia de la bomba:

Figure 72 Pump curve, 60 Hz

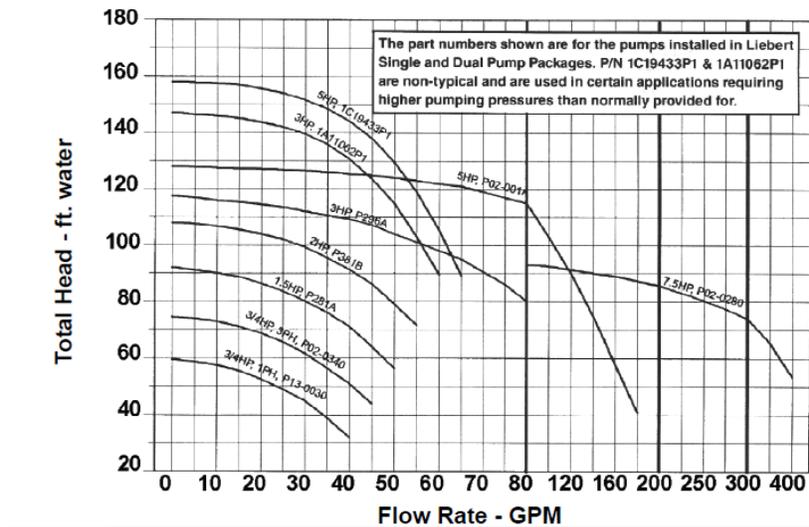


Fig.42. Curva de bomba del equipo Liebert DS.
Fuente: Manual de Liebert DS, www.emerson.com.

Así con los pasos anteriores se obtienen de diámetro de la tubería y la potencia de la bomba, que son los aspectos más importantes para realizar la instalación hidráulica.

3.3.3. Generación del catálogo de conceptos

Un catálogo de conceptos consiste en el desglose de todo lo que genere un costo para la realización del proyecto:

- *Equipamiento (Eléctricos: tableros, interruptores, gabinetes)
- *Materiales
- *Mano de obra
- *Fletes de equipo y materiales
- *Maniobras
- *Obra civil

Materiales de la instalación eléctrica

Los materiales principales de la instalación eléctrica son: cable, canalización (tubería o charola) y soportería.

*Cable: se selecciona principalmente por la Corriente requerida y el tipo de canalización que determinan el calibre, el ambiente y la aplicación que determina el asilamiento (véase capítulo 3.3.1).

NOMBRE COMERCIAL	TIPO DE AISLANTE	TEMP MÁXIMA (°C)	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA PROTECTORA	UTILIZACIÓN
Hule resistente al calor	RHH	90	Hule resistente al calor	Resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales secos
Hule resistente al calor y a la humedad	RHW	75	Hule resistente al calor y a la humedad	Resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales secos y húmedos
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60	Termoplástico resistente a la humedad, retardador de la flama	Ninguna	Locales húmedos y secos
Termoplástico resistente al calor y la humedad	THW	75	Termoplástico, resistente al calor y a la humedad, retardador de la flama	Ninguna	Locales secos y húmedos
Termoplástico resistente al calor	THHN	90	Termoplástico resistente al calor, retardador de la flama	Nylon o equivalente	Locales secos
Termoplástico, resistente al calor y la humedad	THWN	75	Termoplástico, resistente al calor y a la humedad, retardador de la flama	Nylon o equivalente	Locales secos y húmedos
Poliétileno vulcanizado resistente a la humedad y al calor	XHHW	75	Poliétileno vulcanizado, retardador de la flama	Ninguna	Locales húmedos
		90		Ninguna	Locales secos

Conductor de uso subterráneo	UF	75	Resistente al calor y la humedad	Integral al aislamiento	Para uso subterráneo, directamente enterrado
Sintético resistente al calor	SIS	90	Hule resistente al calor	Ninguna	Alambrado de tableros solamente
Etileno propileno	FEP	90	Etileno propileno	Ninguna	Locales secos
Silicón y asbesto	SA	90	Hule silicón	Asbesto o fibra de vidrio	Locales secos
		125			Aplic. especiales
Conductor monofásico para acometida subterránea	USE	75	Resistente al calor y la humedad	No metálica, resistente a la humedad	Acometidas subterráneas, como alimentador o circuitos derivados subterráneo

Fig.43. Tipos de aislamientos de manual "Usos del cobre: Instalaciones eléctricas" Procobre, Centro Chileno de Promoción del Cobre, Santiago, 2da edición 2002.

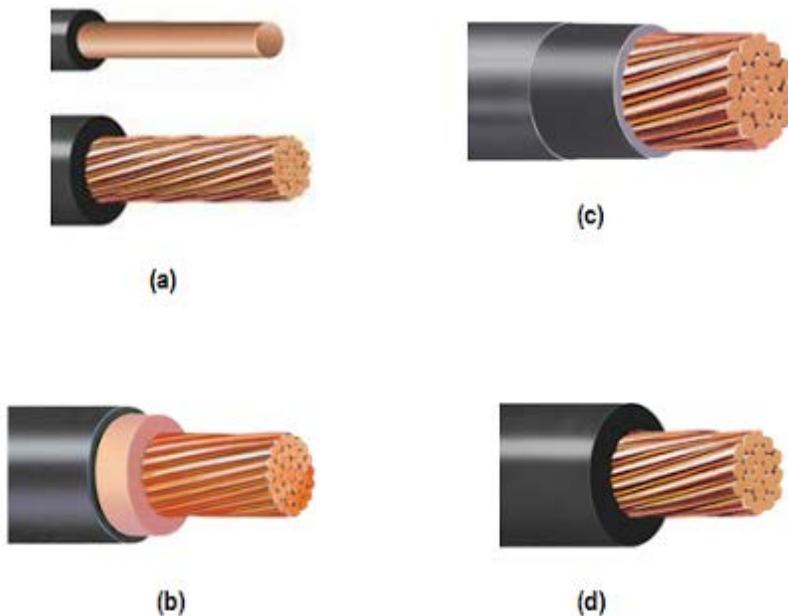


Fig.44. a) Cable TW/ THW/ THHW; b) Cable RHH/ RHW; c) Cable THHN/ THWN; d) Cable XHHW. (conductores Viakon)

*Canalización: se determina el diámetro de la tubería o el ancho de la charola tipo escalerilla y se toma en cuenta los accesorios de cada tipo de canalización.

Canalización	
Tubería	Charola tipo escalerilla o fondo sólido
Tramo recto (generalmente el tramo comercial es equivalente a 3.66 m). Pared gruesa y pared delgada. Diámetros comerciales: ½", ¾", 1", 1 ¼", 1 ½", 2", 2 ½", 3", 4".	Tramo recto (generalmente el tramo comercial es equivalente a 3.66 m). Anchos comerciales: 4", 6", 9", 12", 16", 18", 20", 24", 30", 36".

	
<p>Codo 90°, Condulet LL y LR</p> 	<p>Curvas horizontal 45°/90°</p> 
<p>Condulet LB</p> 	<p>Curvas verticales interior y exterior 45°/90°</p> 
<p>Condulet T</p> 	<p>T horizontal y T vertical</p> 
<p>Condulet C, condulet X</p> 	<p>X horizontal</p> 
<p>Caja eléctrica</p> 	<p>Reducción recta, lateral izquierda/derecha</p> 
<p>Conector, cople, contra y monitor</p>	<p>Conectores, placa de cierre</p> 



*Soportería: de acuerdo a la NOM-001 SEDE 2012 artículo 342-30(b) y 344-30(b)

Tamaño del conduit		Distancia máxima entre los soportes del tubo conduit metálico pesado
Designación métrica	Tamaño comercial	
16-21	½ - ¾	3
27	1	3.7
35-41	1¼ - 1½	4.3
53-63	2 - 2½	4.9
78 y mayor	3 y mayor	6.1

Fig.45. Tabla 344-30(b)(2) Soportes para tubo conduit metálico pesado

Los soportes se ponen normalmente cada 1.5m, los materiales que se usan se muestran a continuación:

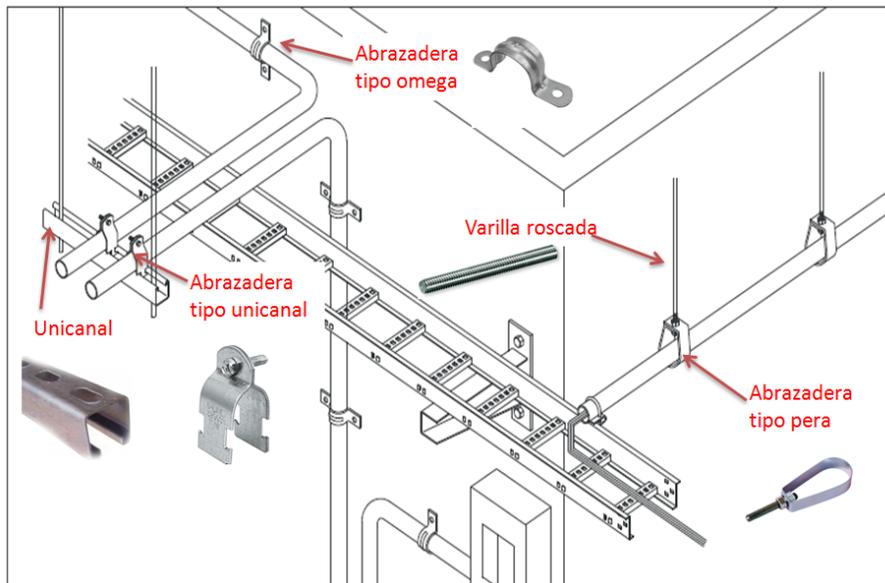


Fig.46. Soportería para canalización con tubería (imagen tomada de catálogo de Tecnotray)

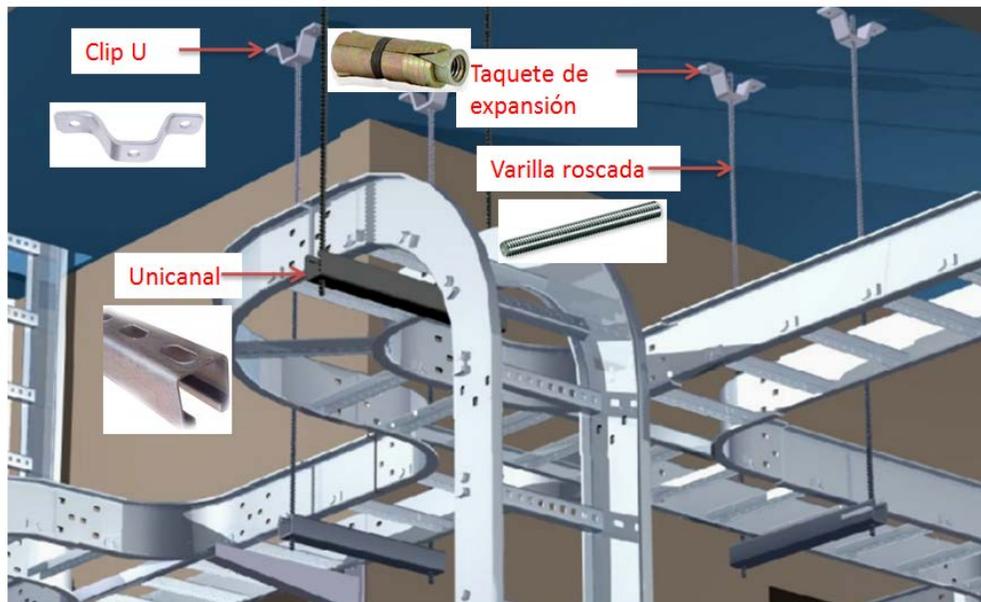


Fig.47. Soportería para canalización con charola (imagen tomada de catálogo de Cross Line)

Materiales para la instalación mecánica

La lista de materiales de la instalación mecánica se conforma principalmente de tubería para refrigerante y/o agua, válvulas, soportería.

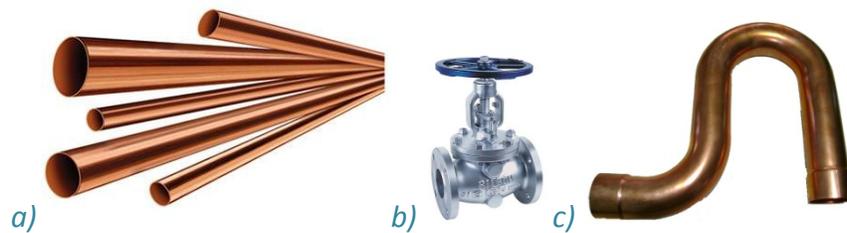


Fig.48. a) Tubería de cobre, b) Válvula tipo globo, c) Trampa

Diámetro Nominal	Diámetro Exterior		Espesor de Pared	Espesor	Peso Teórico	Presión de Trabajo
	pulg.	mm				
1/4	3/8	9,52	0,032	0,81	0,199	1350
3/8	1/2	12,70	0,035	0,89	0,295	1195
1/2	5/8	15,87	0,040	1,02	0,424	1105
5/8	3/4	19,05	0,042	1,07	0,539	965
3/4	7/8	22,22	0,045	1,14	0,677	875
1	1 1/8	28,57	0,050	1,27	0,975	770
1 1/4	1 3/8	34,92	0,055	1,40	1,316	680
1 1/2	1 5/8	41,27	0,060	1,52	1,687	630
2	2 1/8	53,97	0,070	1,78	2,604	555
2 1/2	2 5/8	66,67	0,080	2,03	3,691	520
3	3 1/8	79,37	0,090	2,29	4,956	490
3 1/2	3 5/8	92,07	0,100	2,54	6,384	470
4	4 1/8	104,77	0,110	2,79	8,006	450

Fig.49. Especificaciones de la tubería de cobre tipo L

El plano de instalación

El plano es la proyección de la de instalación con medidas a escala, que nos permite entre otras cosas visualizar y elegir las trayectorias más convenientes, las adecuaciones necesarias, obtener una cuantificación más precisa de los materiales.

Deben realizarse los planos necesarios para proveer la información para la correcta ejecución de la labor según aplique: diagramas eléctricos, distribución de planta, trayectorias, especificaciones de materiales y equipos, cortes o elevaciones, detalles, isométricos.

Generación de un concepto

El concepto es la descripción precisa de lo que genera un costo y todo lo necesario para su correcta ejecución:

*Material o equipamiento: reporta las especificaciones técnicas, características necesarias para la instalación, tomando en cuenta desperdicios, herramientas necesarias, materiales misceláneos, equipo de seguridad; mano de obra con el rendimiento de instalación, el número de personas que intervienen (cuántas cuadrillas y personas por cuadrilla, supervisor).

*Fletes de equipo y materiales: el costo depende del tonelaje a cargar (define el tipo de vehículo) y el lugar de destino

*Maniobras: el costo depende principalmente del tonelaje a manipular, tipo de equipo y la infraestructura en la que se va a manipular el equipo.

*Obra civil: reporta todas las adecuaciones necesarias tales como bases, pasos de muro, protección de instalaciones existentes, construcciones, etc.

3.3.4 Programa de Obra

El programa de obra es el compendio de las todas las actividades necesarias para alcanzar el objetivo del proyecto; reporta los tiempos de ejecución, fechas (empezando por el arribo de materiales y equipamiento de lo cual depende el cierre de las instalaciones).

Nos permite principalmente visualizar la jerarquización de cada labor, los recursos necesarios y las dependencias entre tareas; de tal modo que se prevean, planeen y diseñen la administración de recursos y la estrategia para obtener el mayor beneficio y cumplir con los objetivos de manera eficiente (tiempos de entrega) y eficaz (funcionalidad operacional).

Las actividades preliminares de todo proyecto son:

- Apertura de bitácora
- Revisión de la ingeniería por personal que ejecutará la misma; revisión de las condiciones del sitio a detalle para comenzar la construcción (anteriormente se ha hecho un levantamiento para la elaboración del anteproyecto, esta revisión sirve para el personal que ejecutará la construcción).
- Arribo de equipamiento, herramientas y material al sitio de la obra.

Las actividades principales de instalación en general son:

- Actividades de obra civil necesarias para la instalación, tales como pasos de muro, bases de equipo, montaje de piso falso y falso plafón, etc.
- Montaje de equipamiento
- Montaje de soportería
- Montaje de canalización
- Instalación de alimentadores eléctricos (si se trata de instalación eléctrica).
- Cierre de conexiones
- Carga de refrigerante y pruebas de vacío (si se trata de instalación mecánica).
- Energizado
- Pruebas
- Puesta en marcha

Generalmente representamos el programa de obra en un diagrama de Gantt, el cual es la representación gráfica en la cual se muestran las tareas enlistadas con su barra de tiempo correspondiente.

Para hacer el programa de obra deben considerarse las dependencias en las actividades: como el arribo del equipo y material, las instalaciones que dependen entre sí, actividades de obra civil, etc.

Usamos como herramienta informática el programa Project, que nos permite asignar a las tareas enlistadas: recursos, fechas y dependencias, así como diferentes visualizaciones (una de ellas en diagrama de Gantt).

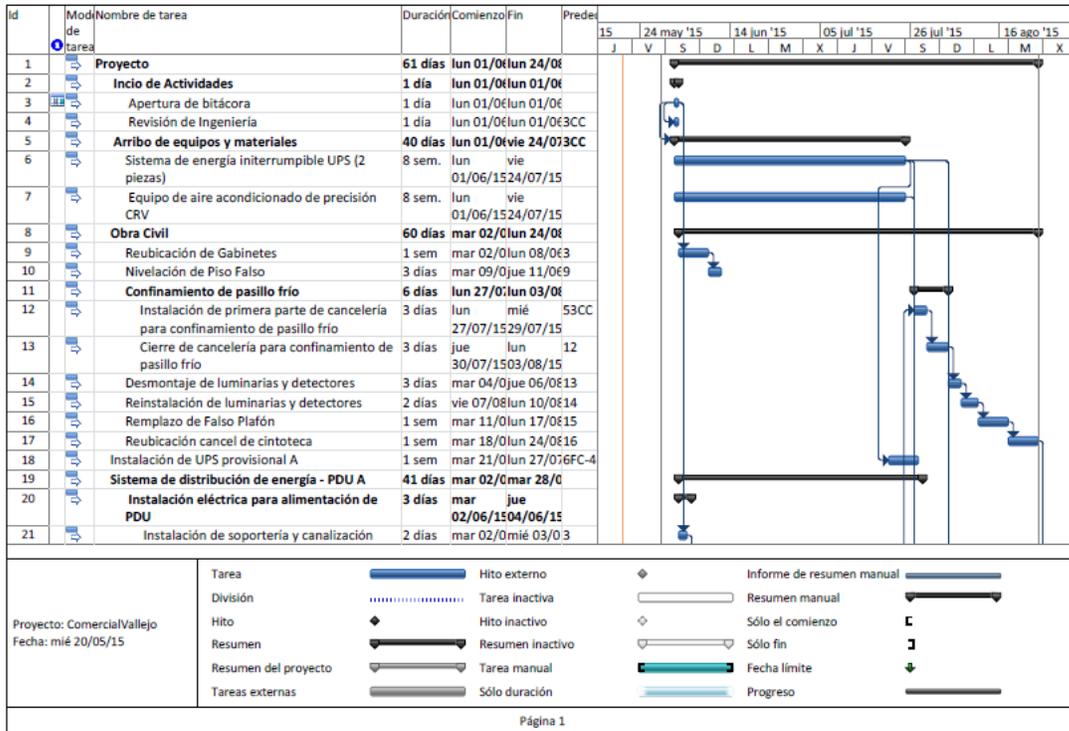


Fig.50. Ejemplo fragmento de programa de obra en Project con visualización en diagrama de Gantt.

3.3.5 Mejores prácticas

Una solución integral consiste en un diseño del Centro de Datos en el que convivan armoniosamente todas los subsistemas, capaz de aislar cualquier inconveniente, flexible a los cambios y así obtener el mayor beneficio de la infraestructura del mismo; para lo cual se implementan estrategias como el ahorro de espacio, modularidad para la fácil expansión y flexibilidad, control y monitoreo, separación del aire frío y caliente, equipo de soporte de alta disponibilidad, redundancia de equipamiento y rutas de alimentación, etc.

Algunas prácticas que aumentan la eficiencia del sistema:

1. El confinamiento de pasillo frío nos permite mantener fríos sólo los puntos que requieren estarlo ya que el aire frío y caliente no se mezclan, por lo cual el aire frío requerido es menor; lo anterior se traduce en menos equipos de aire, menos uso de energía eléctrica, además que la eficiencia de los equipos de aire acondicionado aumenta con una mayor diferencia de temperaturas.

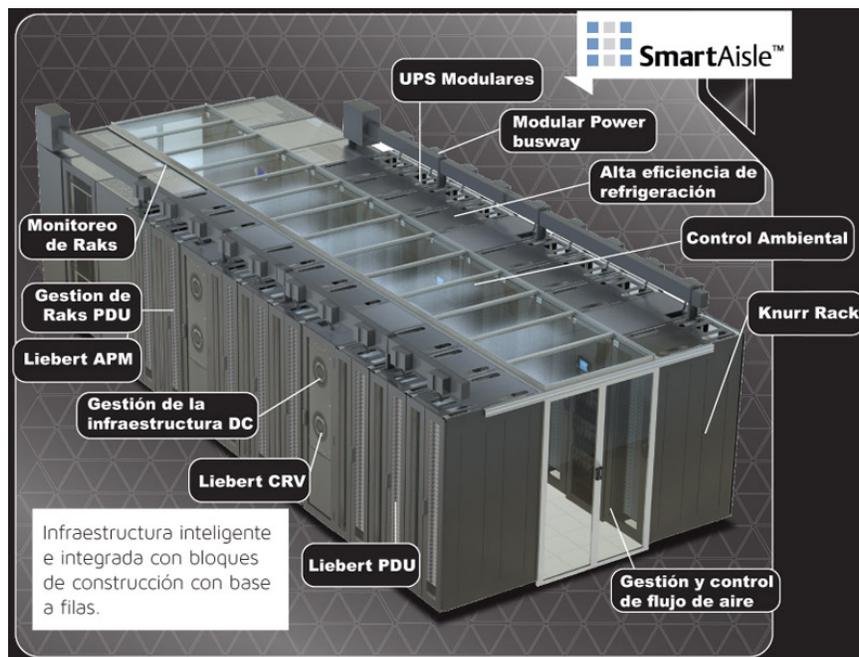


Fig.51. Confinamiento de pasillo frío
Fuente: www.epsiloningenieria.com.mx

2. Uso de PDU (Power Distribution Unit – Unidad de Distribución de Energía), el cual es un tablero de distribución eléctrica que provee contactos con energía regulada, lo cual significa calidad de energía. Además puede adaptarse monitoreo a cada circuito.



Fig.52. PPC (Precision Power Center- Centro de energía de precisión), PDU Liebert
Fuente: www.epsiloningenieria.com.mx

3. Configuraciones de redundancia con varias rutas de distribución, usando STS (Static Transfer Switch) por sus siglas en inglés es un interruptor de transferencia estática, permite la transferencia en un tiempo menor al que se requiere para que un microprocesador pierda información.

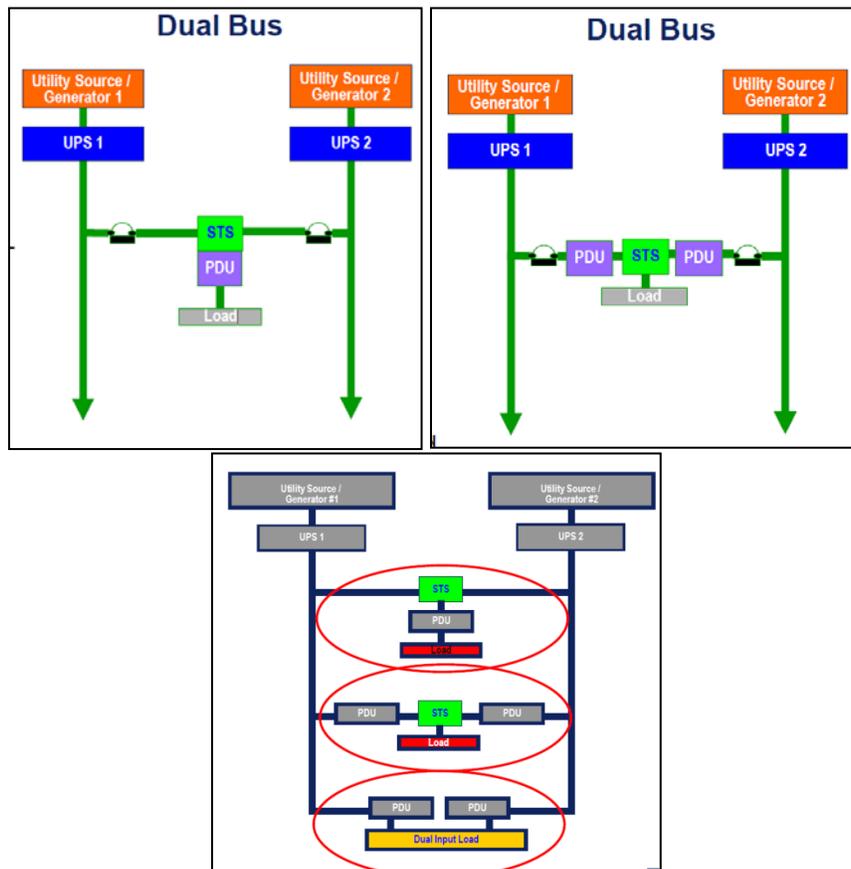


Fig.53. Configuraciones de redundancia con el uso de STS.

4. La norma TIA-942 que proporciona las recomendaciones para el diseño del cableado, indica que el cableado de telecomunicaciones debe ir por el pasillo caliente y el de fuerza (que proporciona energía eléctrica) por el pasillo frío, además de evitar caminos compartidos.

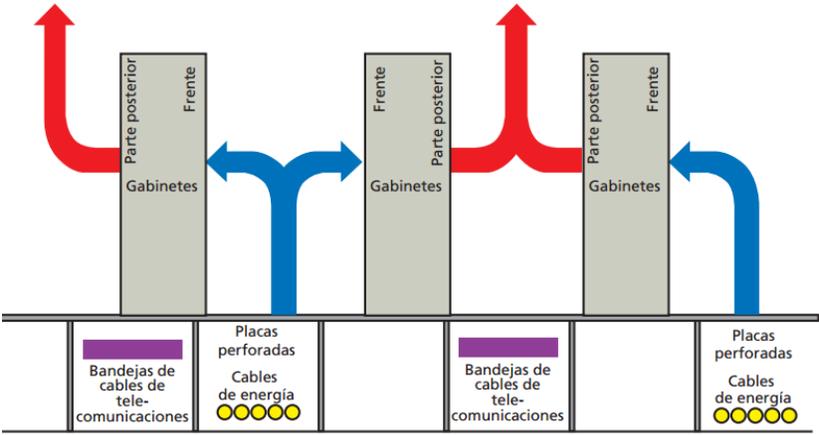


Fig.54. Paso del cableado de telecomunicaciones y fuerza.

3.3.6 Análisis de resultados

Este trabajo nos muestra que hay conocimientos básicos necesarios para cualquier proceso de diseño son en general: el principio de funcionamiento de los sistemas a implementar, los criterios de selección, el dimensionamiento de cada uno.

Los criterios de selección deben estar avalados por la normatividad vigente, lo cual garantiza implícitamente la seguridad y la calidad. El uso de mejores prácticas nos permite aumentar la eficiencia de los subsistemas que nos da como resultado un impacto menos dañino al ambiente, ahorro de recursos, mayor vida útil, mayor costo-beneficio, un diseño más robusto, entre otras cosas.

Para implementar un proyecto se debe hacer que todos los subsistemas convivan de manera armoniosa, para lo cual primero se obtiene el conocimiento del contexto donde se desarrollará el mismo, así como la asignación de recursos en tiempo y forma.

Conclusiones

Un buen diseño es sucesor de una buena interpretación de las necesidades del cliente y la identificación de oportunidades del mismo, así como de una visión del futuro que nos permita tener flexibilidad a cambios. Para el diseño se hace una traducción de la necesidad a un lenguaje técnico, es decir asignar una métrica y un valor; lo cual permite manipular información de manera objetiva y diseñar una tendencia en el sentido que nos dé el mayor beneficio.

Los estándares y las normas son las herramientas más importantes que nos permiten alcanzar el mayor beneficio de la instalación ya que buscan el mejor uso de la misma, cuidando la vida útil, el orden, la calidad y la seguridad, entre otras cosas.

Un proyecto exitoso requiere de la sinergia entre varias disciplinas, la administración de recursos, la estandarización de los procedimientos, la constante actualización de herramientas, el uso de las normas y la mejora continua.

Este trabajo contiene un concentrado de conocimientos técnicos, que dan pie a los criterios de selección de equipamiento e instalaciones eléctricas y mecánicas que forman parte de la infraestructura de un Centro de Procesamiento de Datos, además muestra los mecanismos de diseño tales como los planos, catálogo de conceptos y programa de obra. También proporciona una serie de recomendaciones que mejoran la eficiencia del sistema.

Una formación analítica-objetiva, matemática, física, espacial y lógica está impregnada en todos los procedimientos de selección y diseño de la infraestructura de Centros de Procesamiento de Datos. Para las actividades de ingeniero B es indispensable entender el principio de funcionamiento de sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos y ser capaz de interpretar especificaciones eléctricas, físicas; por lo que en general se requieren conocimientos de electrónica, procesos, instalaciones electromecánicas, electricidad, termodinámica, física. Esta formación y estos conocimientos los obtuve al cursar la carrera de Ingeniería Mecatrónica.

Referencias

Data Center Architecture and Building. (s.f.) Recuperado el 11 Noviembre 2014, de <http://www.epsiloningenieria.com.mx>

Principios básicos de CCTV. [En línea] [Fecha de consulta: 14 Marzo 2015] Módulos 1, 2, 3 y 4. Disponible en: http://www.grupolinuxcolombia.com.co/uploads/8/4/3/8/8438227/principios_basicos_de_cctv_1.pdf

Mecanismos de extinción. (s.f.) Recuperado el 28 de Marzo 2015, de <http://www.bomberosmijas.com>

Manual de seguridad. (s.f.) Recuperado el 28 de Marzo 2015, de <http://www.grupoisastur.com>

Plantas eléctricas de emergencia. (s.f.) Recuperado el 11 Abril 2015, de www.ciaeh.org.mx

Factor de potencia. [En línea] [Fecha de consulta: 18 Abril 2015] de <http://www.cfe.gob.mx/Industria/AhorroEnergia/Lists/Ahorro%20de%20energa/Attachments/3/Factordepotencia1.pdf>

Glosario de términos de electricidad. [En línea] [Fecha de consulta: 18 Abril 2015], de http://sie.energia.gob.mx/docs/glosario_elec_es.pdf

Funcionamiento de los sistemas de refrigeración por agua helada (s.f.) Recuperado el 25 Abril 2015, de <http://www.quiminet.com>

Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance. (s.f.) Recuperado el 25 Abril 2015, de <http://www.digital-ranch.com>

NEMA Enclosure Types. [En línea] [Fecha de consulta: 25 Abril 2015], de <https://www.nema.org/Products/Documents/nema-enclosure-types.pdf>

Cálculo de cargas térmicas. [En línea] [Fecha de consulta: 25 Abril 2015], de http://www.ingenierosindustriales.com/wp-content/uploads/2009/04/calculo_carga_termica.pdf

Catálogo Tecnotray. [En línea] [Fecha de consulta: 9 Mayo 2015], de <http://www.crin.com.mx/Catalogos/TECNOTRAY.pdf>

Manual técnico de Cobre. [En línea] [Fecha de consulta: 9 Mayo 2015], de http://www.nacobre.com.mx/download/ayudas/manual_tecnico_cobre.pdf

Tipos de aislamientos de cables eléctricos. [En línea] [Fecha de consulta: 16 Mayo 2015], de <http://faradayos.blogspot.mx/2013/12/aislantes-cables-termoplastico-hule.html>

Especificaciones Técnicas de la tubería de cobre tipo L. [En línea] [Fecha de consulta: 16 Mayo 2015], de <http://www.cobreglobal.com/PRODUCTOS/TUBERIA/TUBERIA-L.aspx>

VIKON. *Manual eléctrico.* [En línea] [Fecha de consulta: 30 Mayo 2015], de <http://www.viakon.com/manuales>

Catálogo compendiado No. 32. [En línea] [Fecha de consulta 30 Mayo 2015], de <http://www.amesa.com.mx/pdf/squared.pdf>

Kuusisto O. Curso de Diseño, *Estándares y mejores prácticas para centros de cómputo.* Febrero 2014. Network Communications.

Norma Oficial Mexicana NOM-001 SEDE 2012, Instalaciones eléctricas (utilización). (s.f.), de http://www.sener.gob.mx/res/Acerca_de/29112012-VES.pdf

Anexos

A.1 Tablas de Ampacidades permisibles en conductores para distintos arreglos de NOM-001 2012

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 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 TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW		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**	15	20	25	—	—	—
3.31	12**	20	25	30	—	—	—
5.26	10**	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.

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	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil			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 TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	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	—	—	—
5.28	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	980	580	700	790
507	1000	780	935	1055	625	750	845
633	1250	890	1065	1200	710	855	965
780	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.

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	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.

A.2 Tipos de protección NEMA

Tipo de protección NEMA	
Para situaciones no peligrosas	
Protección	Descripción
NEMA 1	Para uso interior, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo y para proporcionar un grado de protección de suciedad.
NEMA 2	Para uso interior, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección de suciedad, y para proporcionar un grado de protección contra gotas o salpicaduras de líquidos.
NEMA 3	Para uso interior o al aire libre, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, lluvia, aguanieve, nieve y viento de polvo, además permanecerá ileso apesar de la formación externa de hielo.
NEMA 3R	Para uso interior o al aire libre, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, lluvia, aguanieve y nieve, además permanecerá ileso apesar de la formación externa de hielo.
NEMA 3S	Para uso interior o al aire libre, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, lluvia, aguanieve, nieve y vientos de polvo, además el/los mecanismo/s externo/s deberán seguir operando apesar de la formación externa de hielo.
NEMA 4	Para uso interior o al aire libre, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, lluvia, aguanieve, nieve, vientos de polvo, salpicaduras de agua y chorros dirigidos de agua, además permanecerá ileso apesar de la formación externa de hielo.
NEMA 4x	Para uso interior o al aire libre, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, lluvia, aguanieve, nieve, vientos de polvo, salpicaduras de agua, chorros dirigidos de agua y corrosión, además permanecerá ileso apesar de la formación externa de hielo.
NEMA 5	Para uso interior, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, polvo provocado por el aerotransporte, hilachas, fibras, y transporte aéreo, además de proporcionar un grado de protección contra gotas y salpicaduras de líquidos.
NEMA 6	Para uso interior o al aire libre, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, chorros dirigidos de agua y la entrada de agua durante la sumersión temporal ocasional a una profundidad limitada, además permanecerá ileso apesar de la formación externa de hielo.
NEMA 6P	Para uso interior o al aire libre, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, chorros dirigidos de agua y la entrada de agua durante la sumersión prolongada a una profundidad limitada, además permanecerá ileso apesar de la formación externa de hielo.
NEMA 12	Para uso interior sin golpes, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, polvo circulante, hilachas, fibras, transporte aéreo, gotas y salpicaduras de líquidos.
NEMA 12K	Para uso interior con golpes, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, polvo circulante, hilachas, fibras, transporte aéreo, gotas y salpicaduras de líquidos.
NEMA 13	Para uso interior, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, polvo circulante, hilachas, fibras, transporte aéreo, contra el rociar, salpicado y filtración de agua, aceites y refrigerantes no corrosivos.

Para situaciones arriesgadas o peligrosas	
Protección	Descripción
NEMA 7	Para uso interior en situaciones arriesgadas o peligrosas clasificadas como Clase I, división 1, grupos A, B, C, o D, como se define en la norma NFPA 70.
NEMA 8	Para uso interior o al aire libre en situaciones arriesgadas o peligrosas clasificadas como Clase I, división 1, grupos A, B, C, y D, como se define en la norma NFPA 70.
NEMA 9	Para uso interior en situaciones arriesgadas o peligrosas clasificadas como Clase II, división 1, grupos E, F, o G, como se define en la norma NFPA 70.
NEMA 10	Para reunir los requisitos para la seguridad en minería y administración de salud, según 30 CFR, parte 18.