

NESTOR QUADRI

Instalaciones en Edificios

El propósito de esta publicación es proporcionar al lector un panorama global del mundo apasionante de las instalaciones de los edificios, para que sea el portal de entrada de aquellos que deseen iniciarse en adquirir los conocimientos generales de su problemática.

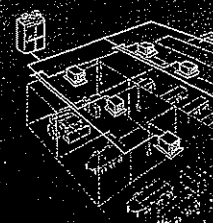
La obra ha sido concebida para que constituya una herramienta útil de consulta, para los ingenieros, arquitectos, técnicos o estudiantes, relacionados con las construcciones civiles, a fin de permitirles evaluar sus aplicaciones fundamentales y mostrar su interrelación entre sí y con las propias del edificio.

El autor ha querido elaborar un texto conceptual, claro y conciso, para resolver los problemas básicos de las distintas instalaciones, apuntando fundamentalmente al ahorro energético así como la preservación del medio ambiente, intentado darle al libro un sentido pedagógico, mediante una descripción sencilla de cada tema para una fácil comprensión, adaptándolo a la reglamentación vigente y acompañando un elevado número de tablas y datos de aplicación práctica.

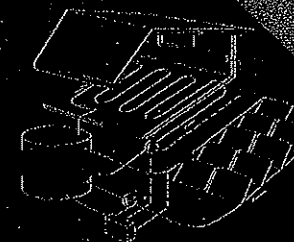
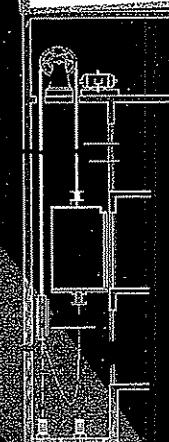
Néstor Quadri

Instalaciones de Edificios

- » OBRAS SANITARIAS
- » INCENDIO
- » AGUA CALIENTE
- » GAS
- » AIRE ACONDICIONADO
- » CALEFACCION
- » VENTILACION
- » ELECTRICIDAD
- » ILUMINACION
- » ASCENSORES
- » ENERGIA SOLAR



696
Q 1
2.009
14.115
Ej. 1



696

Q 1

2.009

14.115

Ej. 1

ISBN 978-950-553-170-7



9 789505 531707



LIBRERÍA Y EDITORIAL ALSINA

© 2009 by Librería y Editorial Alsina
Buenos Aires

a/c.:
Precio: \$ 172
Prov.: *Comuna Promera*
Fecha: *2012*
N° Orden: *14115*

Queda hecho el depósito que establece la ley 11.723

Impreso en Argentina

ISBN 978-950-553-170-7

La reproducción total o parcial de este libro en cualquier forma, idéntica o modificada, no autorizada por el Editor viola derechos reservados.

Quadri, Néstor Pedro
Instalaciones en edificios. - 1a ed. - Buenos Aires : Librería y Editorial
Alsina, 2009.

267 p. ; 23x15 cm.

ISBN 978-950-553-170-7

1. Instalaciones. I. Título
CDD 696

ÍNDICE GENERAL



PRÓLOGO 11

INTRODUCCIÓN 13

Zona húmeda, 18; Zona seca, 19; Zona seca, 21; Zona térmica, 24; Interrelaciones entre las instalaciones, 25.

CAPÍTULO I: AGUA POTABLE 23

Fuentes de suministro, 27; Instalaciones domiciliarias, 28; Nivel piezométrico, 29; Formas de distribución, 30; Determinación de capacidad de tanque de reserva, 33; Cálculo práctico, 34; Carga mínima sobre artefactos, 35; Provisión de agua a edificios de gran altura, 35; Tanque hidroneumático, 36; Disposición y características de las cañerías, 37; Válvulas de desagüe y limpieza, 37; Cálculo de cañerías de suministro de agua, 38; Cálculo de cañerías de suministro directo, 38; Cálculo de cañerías de conexión a tanque de bombeo, bomba circuladora y suministro a tanque de reserva, 40; Cálculo de los diámetros de las cañerías de bajada de tanque, 42; Colectores, 44; Ruptor de vacío, 44; Ejemplo de cálculo, 46.

CAPÍTULO II: DESAGÜE CLOACAL Y PLUVIAL 47

Desagüe cloacal, 49; Instalaciones domiciliarias, 50; Proyecto de cañerías de desagües cloacales, 51; Dispositivos de acceso a la cañería principal, 51; Desagüe cloacal de artefactos, 54; Desagües de inodoros, 54; Desagües de piletas de cocina, 56; Desagües de artefactos de baño, 57; Desagüe de piletas de lavar, 58; Sistemas de ventilación cloacal, 59; Desagües de mingitorios, 59; Cañería de ventilación subsidiaria, 60; Descarga de los caños de venti-

lación cloacal, 60; Sistema estático, 61; Pozo absorbente, 62; Cámara séptica, 63; Instalaciones de desagüe pluvial, 65; Instalaciones exteriores, 65; Instalaciones domiciliarias, 66; Cañerías de desagüe pluvial, 66; Conductales o albañales, 66; Caños de lluvia, 68

CAPÍTULO III: AGUA CALIENTE 71

Tipos de instalaciones, 71; Sistemas individuales, 71; Calentador instantáneo de gas o calefón, 72; Termotanque a gas, 73; Termotanque de alta recuperación, 74; Análisis comparativo calefón-termotanque, 75; Sistemas mixtos, 76; Sistemas centrales, 78; Tanque intermediario, 78; Formas de distribución del agua caliente, 81; Cálculo de cañerías de agua caliente, 83; Ejemplo de cálculo, 84.

CAPÍTULO IV: INCENDIO 85

Combustión, 85; Tipos de fuegos, 86; Detección del incendio, 86; Sistemas de extinción, 89; Riesgos de incendio, 90; Condiciones de extinción en edificios de vivienda, 90; Instalaciones de agua contra incendios, 92; Tanque mixto, 92; Sistemas de rociadores o sprinkler, 94; Equipo de bombeo para sistemas contra incendio, 95; Iluminación de emergencia, 96.

CAPÍTULO V: GAS COMBUSTIBLE 99

Tipos de gases, 99; Instalaciones domiciliarias de gas natural, 100; Instalación interna, 100; Acometida desde la red de distribución, 100; Cañería interna, 102; Cálculo de cañerías de gas a baja presión, 103; Cálculo de la cañería interna, 103; Cálculo de las prolongaciones domiciliarias, 108; Instalaciones de gas envasado, 109; Cálculo de baterías de cilindros, 111; Estufas de gas, 113; Pantallas de rayos infrarrojos, 113; Convectores catalíticos, 114; Convectores de tiro natural, 114; Convectores tiro balanceado, 115; Evacuación de humo en artefactos de gas, 116; Sistemas conectados a conductos individuales, 116.

CAPÍTULO VI: AIRE ACONDICIONADO 119

Confort térmico, 119; Cargas de refrigeración, 121; Instrucciones para el uso del formulario de cálculo, 122; Ejemplo, 124; Dispositivos de refrigeración, 124; Equipos de aire acondicionado, 126; Equipos de expansión directa, 126; Equipos portátiles, 126; Equipos individuales de ventana o muro, 127; Equipos splits, 128; Multi-split, 131; Roof-top, 133; Equipos expansión indirecta o agua enfriada, 134; Fan coil, 134; Elementos para la distribución del aire, 136; Conductos de aire acondicionado, 136; Ejemplo, 138; Rejas y difusores de aire, 139.

CAPÍTULO VII: CALEFACCION 143

Calefacción por agua caliente, 143; Temperaturas de diseño, 143; Tipo de montaje, 144; Economía y eficiencia, 145; Balance térmico de calefacción, 146; Instrucciones para el uso del formulario de cálculo, 148; Ejemplo, 148; Generación del calor, 149; Tipos de calderas, 149; Chimeneas de calefacción, 153; Cálculo del conducto de humos, 153; Sistemas de calefacción por radiadores, 154; Ubicación, 155; Diseño de radiadores, 156; Ejemplo de cálculo, 157; Pisos radiantes, 159; Montaje de los pisos radiantes, 160; Planificado de los serpentines, 161; Colectores, 162; Dimensionamiento del piso radiante, 164; Ejemplo, 165; Cañerías de calefacción, 167; Distribución del agua caliente, 168; Vaso de expansión, 169; Cálculo de los diámetros de cañerías, 170; Bombas circuladoras de agua, 170; Cálculo de los diámetros de cañerías, 170; Ejemplo de aplicación, 171; Calefacción por aire caliente, 172.

CAPÍTULO VIII: VENTILACION 175

Necesidad de la ventilación, 175; Ventiladores, 176; Ventiladores centrífugos, 176; Ventiladores axiales, 177; Característica de las instalaciones, 178; Clasificación, 178; Cálculo del caudal de aire de ventilación, 180.

CAPÍTULO IX: ELECTRICIDAD 183

Tecnología, 183; Maniobra y protección, 184; Riesgo eléctrico, 186; Protección a tierra, 188; Proyecto eléctrico, 190; Acometidas, 190; Esquema básico, 192; Tableros, 193; Circuitos eléctricos, 196; Clasificación de los circuitos, 197; Proyecto de una instalación eléctrica, 201; Verificación del grado de electrificación, 204; Dimensionamiento de conductores, 205; Calentamiento admisible, 206; Caída de tensión, 207; Corrientes armónicas, 209; Secciones mínimas de conductores, 209; Cálculo de cañerías, 210; Cálculo de las protecciones, 211; Potencia eléctrica total de un edificio, 212; Ejemplo de aplicación, 213.

CAPÍTULO X: FUERZA MOTRIZ, BAJA TENSION Y SISTEMAS ESPECIALES 215

Fuerza motriz, 215; Instalación de motores, 215; Factor de potencia, 216; Arranque, 218; Protecciones, 219; Accionamiento de motores, 219; Baja tensión, 222; Timbres, 223; Portero eléctrico, 223; Alarma contra robo, 225; Telefonía, 226; Sistemas especiales, 230; Dispositivos de iluminación de escaleras y pasillos, 230; Sistemas de automatización, 231; Funciones de un sistema inteligente, 232; Grupos electrógenos, 234; Energía estabilizada (UPS), 234; Pararrayos, 236.

CAPÍTULO XI: ILUMINACIÓN	239
Distribución de luminarias, 241; Cálculo de iluminación, 241; Ejemplo de aplicación, 242; Dispositivos de iluminación, 245; Lámparas incandescentes, 245; Lámparas de descarga, 245; Otros tipos de lámparas, 247; Proyecto de iluminación en viviendas, 248.	
CAPITULO XII: ASCENSORES	251
Tipos de cabinas, 252; Puertas de cabina y rellano, 253; Característica y dimensiones del rellano, 253; Formas típicas de maniobra, 254; Caja o pasadizo del ascensor, 255; Sistemas de control de maniobra, 256; Cuarto de máquinas, 257; Diseño de ascensores, 259; Ascensores hidráulicos, 259.	
CAPITULO XIII: ENERGÍA SOLAR	261
Ahorro energético, 261; Energía solar térmica, 261; Aprovechamiento solar pasivo, 262; Aprovechamiento solar activo, 264; Producción de agua caliente, 264; Equipos integrales, 267; Calefacción solar, 268; Calentamiento de agua en piscinas, 269; Energía solar fotovoltaica, 270; Energía eólica, 271; Análisis económicos, 273	
BIBLIOGRAFÍA	275

PRÓLOGO

Esta publicación constituye una introducción a las instalaciones en los edificios, con el objetivo de proporcionar al lector un panorama global y sintético de su apasionante problemática, que apunta a preservar la salud y mejorar la calidad de vida humana en búsqueda de confort, seguridad, higiene y bienestar.

La obra ha sido concebida para que constituya una herramienta útil de consulta de los ingenieros, arquitectos, técnicos o estudiantes relacionados con las construcciones civiles, a fin de evaluar sus aplicaciones y fundamentos básicos y sea el portal de entrada para aquellos que deseen iniciarse en adquirir sus conocimientos generales.

Teniendo en cuenta esa finalidad, he querido elaborar un texto conceptual, claro y conciso, para entender como se resuelven los problemas que se presentan en las distintas instalaciones, apuntando fundamentalmente al ahorro energético así como la preservación del medio ambiente, que constituye actualmente uno de los factores determinantes del diseño.

Como en todas mis obras anteriores, he intentado darle al libro un sentido pedagógico, mediante una descripción sencilla de cada tema para una fácil comprensión, adaptándolo a la reglamentación vigente y acompañando un elevado número de tablas y datos de aplicación práctica.

Para la confección de los distintos Capítulos se han tenido en cuenta las Normas IRAM del Instituto de Racionalización de Materiales, Código de la Edificación de la Ciudad de Buenos Aires, Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Reglamentación de Gas, Obras Sanitarias, Incendio, Electricidad, etc.

Además, se han considerado las recomendaciones establecidas en la bibliografía existente que se indican al final del libro, así como de fa-

bricantes de materiales y equipos y fundamentalmente de la experiencia personal surgida de los proyectos y ejecución de instalaciones y en la actividad docente de capacitación técnica.

Por otra parte, al final en la bibliografía se detalla la lista de otras publicaciones que he realizado en cada uno de los temas específicos que trata este libro, destinado a aquellos que deseen profundizar en la teoría, cálculo y diseño de cada una de las instalaciones y para los que quieran avanzar hacia una información técnica más especializada.

EL AUTOR

INTRODUCCIÓN

Las instalaciones de los edificios adquieren actualmente singular importancia y su diseño constituye una parte fundamental de la obra civil, dado que están destinadas a crear un ámbito saludable, higiénico, seguro y confortable para el ser humano.

La vida moderna necesita realizarse en plenitud, por lo que la concepción del edificio ha debido integrar cada vez más a las instalaciones para aumentar su funcionalidad. Los avances técnicos se suceden a un ritmo vertiginoso y la aparición de nuevos equipamientos y materiales no han quedado apartados de este proceso evolutivo y en este aspecto su estudio resulta dinámico y el tema es realmente apasionante.

Proyectar las instalaciones significa satisfacer requerimientos que espontáneamente adquieren realidad, debiendo estar presente desde el proceso de inicial de la fijación del partido a adoptar en el edificio y ya en esa primera etapa la información que se requiere es múltiple y variada.

- ¿Cuáles las redes externas que lo alimentan como la provisión de agua, energía eléctrica, gas, desagües?
- ¿Cuál la naturaleza del clima de la zona de emplazamiento?
- ¿Cuál es el grado que justifica la instalación a realizar, en todos sus aspectos técnico-económicos?

Un edificio moderno debe estar diseñado para integrar sistemas y servicios, disponiendo de redes de energía, canalizaciones, artefactos y equipamientos que sean de simple montaje y fácil acceso para inspección

y reparación, para lo cual se deben prever plenos o núcleos que reúnan esas condiciones. Muchas veces las dimensiones de los elementos que las integran son condicionantes del proyecto edilicio, obligando a estudiar con detenimiento la forma de resolver los espacios necesarios y accesos de materiales y equipos.

El proceso de diseño de las instalaciones, su coordinación y su inserción en el contexto constructivo permiten la detección de interferencias, debiéndose proyectar de modo que ninguna de ellas incida en el camino de las otras.

Se debe dedicar especial atención a la magnitud de las canalizaciones, pues no es fácil maniobrar con ellas si no conjugan sus recorridos con las estructuras resistentes, donde las alturas mínimas pueden verse afectadas. En ese aspecto, los conductos que transportan grandes caudales de aire de los sistemas de acondicionamiento requieren analizar con detenimiento su ubicación o sus desplazamientos.

Cuando las cañerías de agua deben quedar empotradas en la estructura, ello requiere un adecuado diseño y un perfecto replanteo para ubicarlas, dado que en esta situación cualquier modificación o ampliación resulta muy difícil y onerosa.

Las instalaciones sanitarias son muy importantes en los edificios, porque están destinadas a suministrar el agua potable necesaria y alejarlas una vez utilizadas y al mismo tiempo involucra el escurrimiento y la eliminación de las aguas de lluvia. La provisión de agua juega un doble papel; uno, como elemento vital de higiene y otro como factor principal en las prevenciones contra incendios.

La complejidad de las instalaciones de desagües cloacales y pluviales, requiere el ajuste que posibilite ubicaciones de fácil acceso y manobra, ya sea para inspección, verificación de funcionamiento o eventual desobstrucción.

En la actualidad ya nadie duda que las instalaciones de climatización constituyen una necesidad para la vida moderna a fin de lograr el confort y un hábitat saludable. La selección de la capacidad o tamaño de los equipos debe ser la mínima compatible con su funcionalidad a fin de ahorrar energía.

Como premisa fundamental de diseño, los equipamientos colocados en el exterior en azoteas, balcones y fachadas, deben formar parte del edificio sin desvirtuar el hecho arquitectónico. Por ello debe analizarse con mucho detenimiento su emplazamiento, de modo que no perjudiquen la visual o generen ruidos molestos en el entorno.

Una adecuada protección térmica es muy importante para reducir las pérdidas de calor de los edificios y las condensaciones superficiales sobre cañerías y conductos de las propias instalaciones.

La demanda de energía eléctrica en los edificios cada vez más confortables y con equipamientos más sofisticados, requieren que sus instalaciones sean eficientes, sencillas y seguras.

Casi todos los aparatos o instalaciones en los edificios funcionan con energía eléctrica, incluso en las instalaciones de alarma, regulación o control, lo que trae consigo un gran incremento del consumo. Por ello, el proyecto debe garantizar el abastecimiento para las más altas exigencias del futuro.

El surgimiento de los circuitos integrados y los microprocesadores ha producido un crecimiento de la capacidad de almacenamiento de datos con una velocidad cada vez mayor. Estos hechos y la gran reducción de costo ha posibilitado su aplicación masiva y todo este desarrollo ha hecho surgir el concepto del *edificio inteligente*, cuya tecnología que en el caso de viviendas se denomina *domótica*, tiende a dotar de automatización y control para el alcance de la eficiencia y seguridad de funcionamiento de los equipamientos.

La calidad de los materiales que se elijan gravitan fundamentalmente en la vida útil y deben evaluarse ajustadamente los parámetros de inalterabilidad, resistencia y economía, analizando que su tiempo de montaje sea el más breve posible en concordancia con la moderna técnica de la construcción.

El mantenimiento de las instalaciones debe estar concebido de modo de limitarlo a ciertas rutinas periódicas, que no exijan grandes esfuerzos o inversiones futuras por parte del usuario. Se deben contar con los planos particulares de cada una de las instalaciones y disponer de los manuales de ingeniería, operación y mantenimiento de los equipamientos y las especificaciones técnicas de los elementos, que deben ser de marcas acreditadas, que cuenten con garantía, repuestos y un adecuado servicio de post-venta.

Muchas veces los edificios se construyen en etapas previendo un ritmo de avance programado y las instalaciones deben estar proyectadas de modo de ir acompañando esas ampliaciones, para que pueda incrementarse su capacidad en forma sencilla, con mínimas obras civiles y prevención de espacios de uso. La planificación debe tender a conservar intactas las estructuras resistentes, evitando roturas indiscriminadas y soluciones de emergencia.

El proyecto de cada una de las instalaciones del edificio, coadyuva a dar las respuestas adecuadas dado que *cuando existe la imprevisión nace la improvisación*. En esos casos la mayoría de las veces conduce a soluciones funcionamiento precario y con inconvenientes insalvables para reposiciones o modificaciones, que hacen que las instalaciones finalmente se tornen costosas y engorrosas de mantener.

SALA DE MÁQUINAS

Las salas de máquinas que son los *recintos técnicos* donde se emplazan los equipamientos, constituyen un accesorio vital de la composición del proyecto de edificio. En ellas se encuentra la presencia viva de las instalaciones y sus planteos volumétricos deben tenerse en cuenta en la concepción primaria del proyecto y deben ser consideradas como un espacio más a resolver, no solo espacialmente, sino también funcionalmente con el diseño de locales componentes.

Lo primero que debe estudiarse con detenimiento, es justamente su emplazamiento en el edificio y la ubicación de los equipamientos donde se albergarán los elementos indispensables para su funcionamiento. Esos espacios deben definirse en función de los tipos de equipos, cañerías, conductos, tableros, medidores, tanques, bombas, etc. evaluando los aspectos funcionales y de accesibilidad para facilitar la operación y el mantenimiento.

Los locales técnicos donde se instalen los equipos, deben posibilitar un cómodo montaje y desmontaje de los diversos elementos que componen la instalación. Debe estar previsto el acceso directo desde el exterior, proyectándose las aberturas o eventualmente *puertas trampas* lo suficientemente grandes, como para el cómodo ingreso de los equipamientos y sus piezas constitutivas.

La distancia de los equipos o dispositivos a las paredes que rodean el local o techos no deben ser pequeñas, para facilitar las tareas de mantenimiento y las aberturas de entrada desde el exterior de las personas encargadas de las reparaciones debe ser expeditas y la más directas posible.

Las válvulas de accionamiento y los elementos de control deben ser fácilmente accesibles, sin recurrir a la solución de prever para el futuro mantenimiento el uso de *escaleras portátiles* y en los equipamientos de envergadura para su operación y regulación deben instalarse pasarelas de acceso.

Las paredes, techos y suelos deben ser lisos o con revestimientos apropiados para facilitar la limpieza y evitar la acumulación de polvo, siendo además necesaria la adecuada ventilación y contar con suficiente iluminación.

Cada uno de los componentes de una sala técnica trae aparejada una serie de necesidades, las que se deben tener en cuenta, así como la relación de la misma con el resto del edificio.

Los montajes de equipamientos en el exterior deben ser fácilmente accesibles, debiendo instalarse *escaleras marinerías* de acceso en todos los casos que sea necesario. Cuando hay que elevar elementos de alto

peso, como por ejemplo compresores, se deben colocar aparejos con dispositivo de izado, previendo un eventual desmontaje para reparación.

En el proyecto de las salas técnicas debe tenerse en cuenta ciertas pautas de funcionamiento de las instalaciones dentro de la misma. No existe una regla o norma general, dado que varía de acuerdo al destino final del edificio.

El caso más común es ubicar la sala de máquinas en el subsuelo, donde se colocan todos los elementos componentes principales de las instalaciones, como tanques de bombeo, tableros eléctricos, salas de medidores de gas y electricidad, calderas, unidades enfriadoras de agua, tanques intermediarios o termotanques para agua caliente, etc.

En edificios de gran envergadura se puede considerar la instalación de salas de máquinas intermedias y actualmente se proyectan *numerosas salas técnicas distribuidas en todo el edificio para albergar las unidades de tratamiento de aire de los equipos de aire acondicionado*, los que son descentralizados por zonas específicas.

Algunas veces se ubica en planta baja, cuando no se cuenta con subsuelo o debido a que las capas freáticas están muy elevadas. En estos casos permite un acceso directo desde la calle, pudiendo contar además con ventilación natural al exterior.

También se puede ubicar alguna sala técnica en la azotea, por ejemplo para emplazar las calderas cuando se utilizan unidades enfriadoras de aguas aptas para colocarse en el exterior y también la sala de máquinas de los ascensores.

En el diseño se debe tratar de agrupar cada instalación y realizar un análisis de las funciones a desarrollar para conjugar armónicamente la interrelación de los componentes de cada una de ellas entre sí.

La zonificación de las áreas de influencia de las instalaciones también tiene importante papel para permitir su funcionamiento independiente conforme a necesidades preestablecidas. Así se pueden definir tres zonas básicas de una sala de máquinas de un edificio:

- *Zona húmeda:* con los tanques de agua y bombas circuladoras.
- *Zona seca:* donde se ubican los tableros eléctricos y los medidores de electricidad y de gas, locales para repartidores telefónicos, grupos electrogénos, etc.
- *Zona térmica:* compuesta por los equipos de climatización como unidades enfriadores de agua, unidades de tratamiento de aire o equipos compactos de refrigeración, calderas, termotanques o tanques intermediarios para provisión de agua caliente.

Zona húmeda

La ubicación del tanque de agua de bombeo debe ser lo más cerca posible a la conexión domiciliar, separado de los ejes medianeros a una distancia no menor de 0,50 m para permitir su recorrido perimetral. Solamente en casos excepcionales puede estar apoyado en uno de sus lados contra un tabique interior no medianero perteneciente al edificio, tal como se muestra en la figura 1.

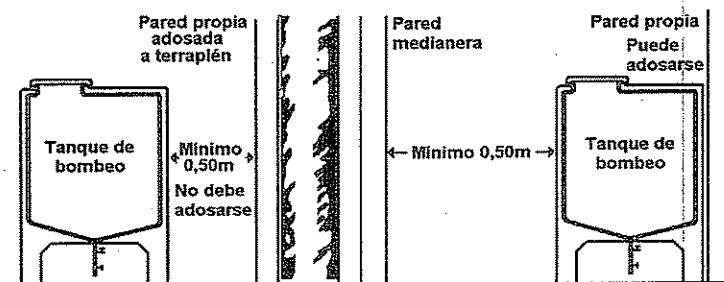


Figura 1. Separación mínima de tanques de agua en sala de máquinas

Es conveniente que el equipo de bombeo siempre esté compuesto por dos bombas colocadas en by-pass como indica en la figura 2, para facilitar el trabajo alternado de las mismas y la reparación de una de ellas quedando la otra en funcionamiento.

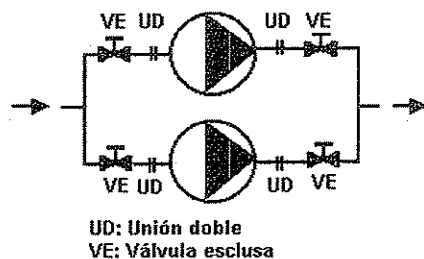


Figura 2. Bombas en by-pass

Las bombas y todo equipo que transmita vibraciones al piso, deben ser apoyadas sobre una base de hormigón armado con aislamiento antivibratorio, corcho, vidrofex, caucho u otro componente similar, como se detalla en la figura 3.

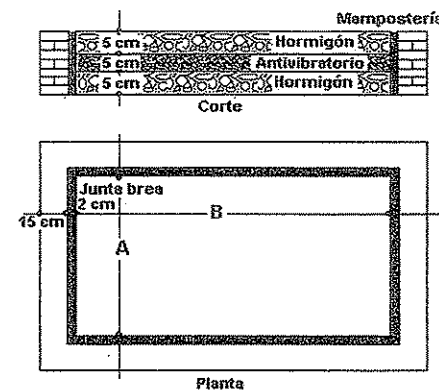


Figura 3. Base antivibratoria

Zona seca

Instalación de suministro eléctrico

Para la ubicación del *tablero principal* debe tenerse en cuenta que desde él se puede poner en marcha o detener el suministro de energía a todo el edificio y por ello, se debe instalar en lugares de fácil acceso y rápida localización, con buen nivel de iluminación y a una altura adecuada para facilitar el accionamiento de los elementos de maniobra y protección, no debiendo interponerse obstáculos que dificulten el acceso.

Debe estar alejado de otras instalaciones, tales como las de agua o gas y puede ser ubicado en pasillos y lugares de libre circulación, debiendo tener delante de la superficie frontal un suficiente espacio libre para facilitar la realización de trabajos y operaciones, el que no debe ser menor que 1 m. Para el caso en que los tableros necesiten acceso posterior, debe dejarse detrás del mismo un espacio libre mínimo de 0,7 m.

En edificios de envergadura los tableros se deben instalar en un recinto específico para ellos, el que debe disponer de iluminación artificial para operar en forma segura y efectiva los dispositivos de maniobra y leer los instrumentos con facilidad.

Las dimensiones mínimas del local y el número mínimo de pasillos y salidas, deben proyectarse de acuerdo con lo indicado en los esquemas de la figura 4 y su altura no debe ser menor de 2,4 m.

En algunas circunstancias en los grandes edificios ya sea por tratarse de potencias elevadas o por las características de la red de distribución, es necesario tomar la energía a tensión alta y reducirla en

una *subestación transformadora* en un local ubicado en el mismo edificio, que está destinado a albergar el transformador propiamente dicho con los elementos de maniobra y medición.

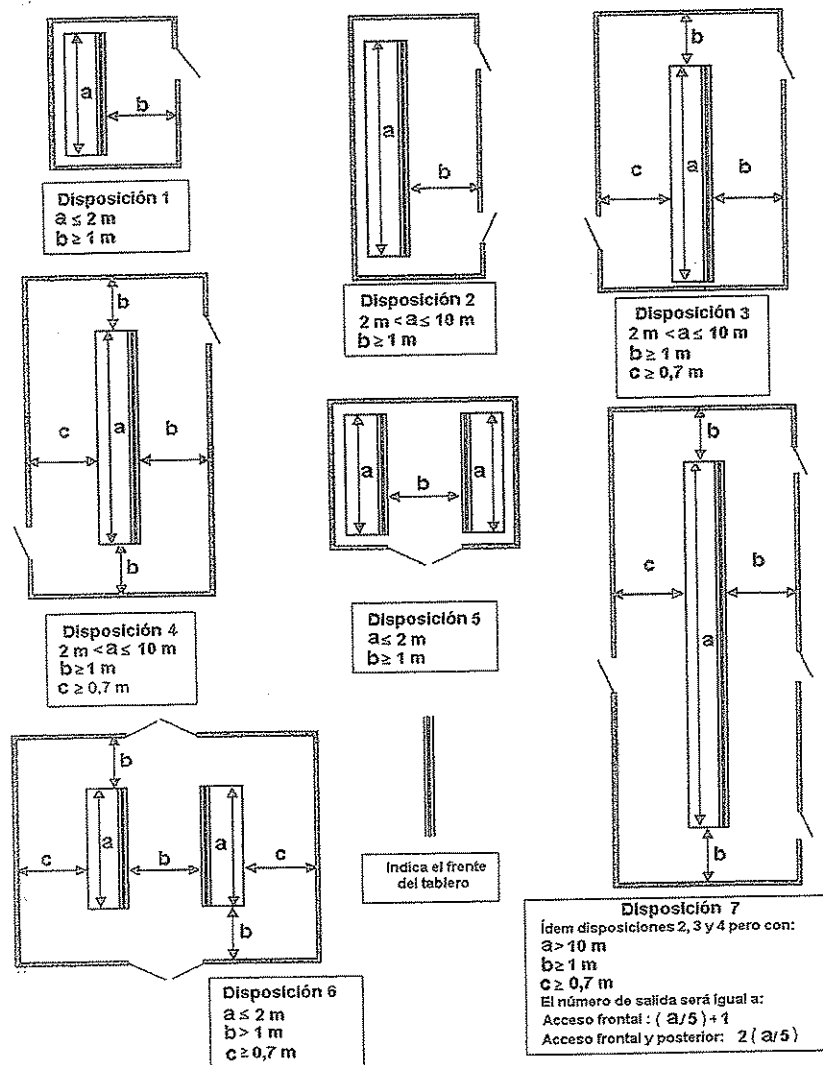


Figura 4. Disposición de tableros ubicados en recintos

El local asociado con la sala de máquinas debe ser aprobado por la compañía prestataria del servicio y construido por el propietario, debiendo ser *accesible desde vía pública*, tal cual se indica en el detalle esquemático de la figura 5.

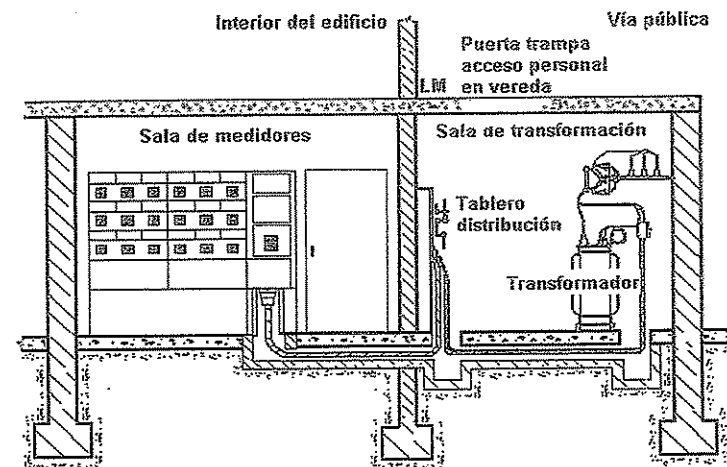


Figura 5. Detalle esquemático sala transformadores

Se debe prever el peso de los transformadores y los espacios de descarga y tener las dimensiones y superficies mínimas que se indican en la tabla del cuadro 1, de acuerdo con la superficie del edificio o la potencia requerida.

Grupos electrógenos

En general los grupos electrógenos deben instalarse en locales específicos con el fin de aislar los ruidos y las vibraciones que producen. Para ello debe proveerse un adecuado aislamiento acústico, instalando amortiguadores de vibraciones y disponiéndolos sobre bases antivibratorias, separadas de los cimientos y muros del edificio.

Se deben disponer dispositivos de ventilación del local suficientes para evacuar el calor generado. Asimismo en el camino de escape de los gases de combustión deben instalarse dispositivos silenciadores y cámaras de insonorización. El recinto debe contar iluminación de emergencia y matafuego.

CUADRO 1. DIMENSIONES MÍNIMAS SALAS PARA TRANSFORMADORES

Superficie total del edificio o Potencia requerida	Dimensiones mínimas del local			Peso y dimensiones del transformador (largo/ancho/alto) m
	Largo y Ancho	Altura	Área	
	m	m	m ²	
Hasta 1500 m ² ó 60 KVA	No requiere local			—
De 1501 a 2500 m ² ó de 61 a 200 KVA	2,80	2,40	7,80	3 tn 1,40 0,90 1,50
De 2501 a 5000 m ² ó de 201 a 800 KVA	3,80	2,60	14,50	5 tn 1,65 1,10 1,95
Más de 5000 m ² o más de 800 KVA	A determinar por la empresa pertinente			

Las dimensiones del local deben ser tales que permitan un fácil acceso al tablero del generador, al equipo o interruptor de transferencia, y al tanque de combustible, todo ello conducente a facilitar el montaje y posteriormente el mantenimiento del conjunto. La puerta debe dimensionarse para que permita la entrada del grupo y los elementos de la instalación con facilidad.

Para estimar las dimensiones de los locales donde se emplacen grupos diesel, puede tomarse como orientación las dimensiones indicadas en la planilla del cuadro 2.

Medidores de gas

Por razones de seguridad es necesario que los *medidores de gas* sean ubicados en un local específico cuyas características se muestran en la figura 6. En caso que el recinto linde con calderas, motores o tableros eléctricos debe tener una antecámara con una superficie no menor a 1 m² y un ancho mínimo de 0,80 m.

Ninguna cañería de otra instalación debe cruzar por dentro del recinto y la reglamentación de gas establece los requisitos particulares y dimensiones que deben tener estas salas según la disposición de los medidores.

CUADRO 2. DIMENSIONES MÍNIMAS DE LOCALES PARA GRUPOS DIESEL

Potencia HP	Grupo electrógeno diesel			Local		
	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)
5	0,80	0,50	0,60	2,30	2,50	2,70
10	1,10	0,70	0,90	3,00	2,80	2,70
20	1,70	0,90	1,00	3,50	3,20	3,00
40	1,90	1,40	1,30	4,00	3,70	3,00
60	2,00	1,60	1,40	4,30	4,20	3,00
100	2,20	1,80	1,50	4,90	5,00	3,30
150	2,40	2,00	1,70	5,50	5,50	3,50
250	3,30	2,50	2,00	6,30	6,00	3,80

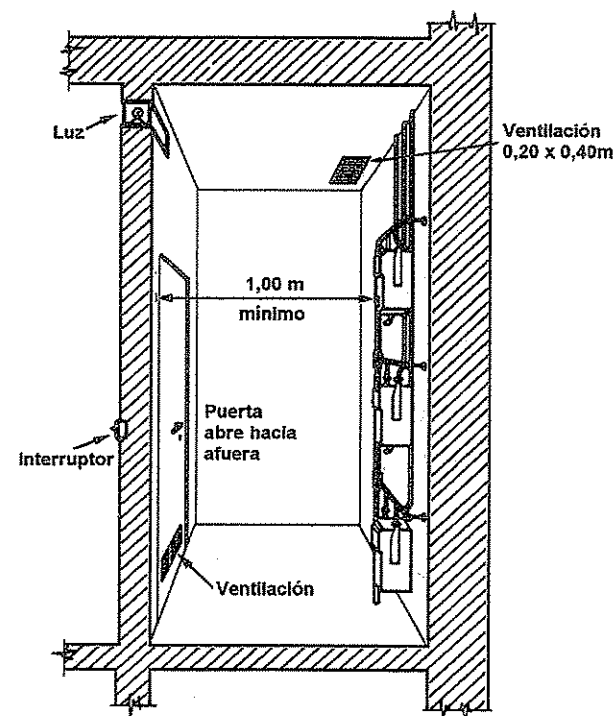


Figura 6. Recinto de medidores de gas

Local para instalaciones telefónicas

En edificios de envergadura se requieren locales o espacios destinados a alojar los gabinetes y repartidores para cruzadas y equipos asociados, de telefonía. Dichos locales, deben ser cerrados con paramentos de mampostería u hormigón, y ser accesibles desde espacios comunes, conformando locales independientes de los otros servicios.

Los locales requeridos deben tener dimensiones mínimas, de acuerdo con la cantidad de bocas, según la tabla del cuadro 3.

CUADRO 3. DIMENSIONES MÍNIMAS PARA
LOCALES TELEFÓNICOS

Cantidad de bocas o servicios del edificio	Espacios mínimos	
	Medidas mínimas m	Superficies mínimas m ²
Hasta 120	2,00 x 1,80	3,60
121 a 240	2,00 x 1,80	4,50
241 a 400	3,50 x 1,80	6,30
401 a 720	3,70 x 2,00	7,40
721 a 960	4,50 x 2,00	9,00
	3,40 x 3,20	10,90
961 a 1.200	3,80 x 3,40	11,00
Más de 1.200	A determinar por la empresa de servicios	

Zona térmica

En esta zona se emplazan las calderas y equipos de aire acondicionado. El Código Municipal de Buenos Aires, establece ciertas características que deben cumplir los locales donde se emplacen esos equipamientos.

Los locales deben tener ventilación al exterior, mediante vanos o conductos de área útil igual o mayor de 0,20 m², para la entrada permanente y constante de aire exterior. La ventilación de la sala de máquinas de aire acondicionado, debe asegurar 5 renovaciones horarias de su volumen.

La superficie de paso debe ser amplia, no menor que 0,50 m alrededor de la mitad del perímetro de cada equipo y una altura de 1 m sobre los aparatos en los que sea necesario trabajar o inspeccionarlos.

Teniendo en cuenta que una caldera es un elemento que funciona con combustible, puede traer problemas como peligro de estallido o explosión, se debe contar con elementos de alarma y seguridad.

En el montaje de una caldera en una sala de máquinas, debe buscarse que el quemador y su tablero de comando queden fácilmente accesibles y a la vista de la puerta de acceso por razones de seguridad. Por otra parte, el quemador no debe estar ubicado en la corriente de aire.

En caso de que se instalen varias calderas para un mismo fin, el montaje se debe efectuar mediante colectores perfectamente alineados y nivelados, por lo que se construye una base de hormigón o mampostería. En estos casos, se deben emplear bridas o uniones dobles de conexión y válvulas de modo de poder quitar cualquiera de las calderas, sin que por ello deje de funcionar la instalación.

La ubicación de la sala de calderas en el piso más elevado es factible mediante el uso de calderas separadas del suelo con el fin de que el calor no afecte la losa de sustentación y muchas veces, su ubicación está relacionada con el proyecto de las unidades enfriadoras de agua o las condensadoras enfriadas por aire, que se instalan en la azotea.

Se puede mencionar como ventaja que en el último piso los locales están más aireados e iluminados y se reducen la longitud de los conductos de humo a los cuatro vientos, que ocupan mucho espacio atravesando las plantas del edificio.

Debe destacarse, que existe el peligro que la caldera elevada quede sin agua en caso de una avería de las cañerías que origine una pérdida importante o por falta de suministro. Por ello, es necesario que se instalen alarmas y controles de seguridad para prevenir ese problema.

Interrelaciones entre las instalaciones

Se debe tener en cuenta cuando se proyecta una sala de máquinas que cada uno de los componentes mencionados por zona, no funcionan en forma independiente sino que existe alguna relación entre los mismos, y cuando se realiza el trazado de las cañerías y conductos, tratar de reducir los cruces y permitir su fácil identificación.

La circulación interna debe ser lo más clara posible para poder acceder sin dificultad a cada zona y al mismo tiempo visualizar las restantes.

En el caso de las cañerías de electricidad se realizan mediante bandejas portacables hasta llegar al acceso a los plenos de distribución. Cada una de las cañerías debe ser identificada por el color reglamentario de la instalación a la cual pertenece o bien por aros de color ubicados cada metro de separación.

En la sala de máquinas se debe contar con luz de emergencia y matafuegos.

CAPÍTULO I

AGUA POTABLE

Fuentes de suministro

Las fuentes de suministro de agua pueden ser *pluviales, de mares, lagos, ríos o napas freáticas*.

El *agua pluvial* es agua pura, puesto que prácticamente puede considerarse como destilada en la medida que no quede en contacto con materiales o gases nocivos. Un sistema individual de recolección de agua de lluvia consiste en emplear una cisterna de hormigón armado que recoge el agua de techos previo paso por un filtro adosado compuesto de arena fina, carbón y grava; colocándose en la entrada una compuerta para desechar el agua que cae en los primeros momentos.

Las *aguas de mar* requieren emplear métodos para su desalinación. Los más simples son mediante el calentamiento hasta la ebullición o eventualmente evaporándola por medio sol y luego condensándola. Existen otros sistemas como el empleo de membranas plásticas que permiten la separación electrostática de las moléculas de sal.

Las *aguas subterráneas* provienen de las napas embebidas en agua apoyadas sobre un lecho impermeable. La primera napa se denomina *freática* y no se debe utilizar para beber, por su frecuente contaminación debido a la cercanía de los pozos negros. Las demás napas se designan por su orden de profundidad 2, 3 o 4 napa y al ser más profundas en general son potables, pero con frecuencia tiene un alto grado de dureza.

La construcción del pozo para captar agua se hace perforando mediante trépano e introduciendo un caño de hierro que se hince por percusión o eventualmente por rotación en el lecho de la napa freática, colocándose de modo de evitar contaminaciones, instalando un *caño con*

un filtro en el fondo de la perforación, succionándose luego el agua mediante bombeo.

La captación mediante *aguas de lagos y ríos* es la preferible para el abastecimiento a grandes ciudades, fundamentalmente por su volumen y seguridad de rendimiento. En el caso de la Ciudad de Buenos Aires se toma el agua del Río de la Plata en Palermo, sometiénola diversos procesos de potabilización típicos:

- *Coagulación*: se le agrega una cierta cantidad de sulfato de aluminio como coagulante, para formar flóculos con las impurezas y producir la sedimentación.
- *Decantación*: se hace permanecer durante un tiempo al agua en piletas de sedimentación o decantadores, donde se deposita el fango o cieno.
- *Alcalinización y desinfección*: se le agrega luego al agua cal para reducir la acidez provocada por el coagulante y cloro para purificarla y poder ser apta para el consumo.
- *Filtrado*: el agua ya potabilizada es sometida a proceso de filtración para su purificación final.

Luego del tratamiento el agua se deposita en grandes cisternas de reserva y de allí pasa a la distribución por conductos subterráneos por gravedad al pie de depósitos distribuidores ubicados en diversas zonas de la Ciudad, elevándosela por medio de bombas.

Desde dichos depósitos parten las *cañerías maestras* de gran sección, que reparten el agua por gravitación a las *cañerías distribuidoras* de diámetro más reducido que abastecen mediante mallas cerradas los *puntos de enlace* a los diversos edificios.

INSTALACIONES DOMICILIARIAS

Se define como *instalación externa* a los trabajos de conexión que son ejecutados por la Compañía distribuidora y como *instalación interna* aquellas que se realizan dentro del predio. La *conexión domiciliar de agua* comprende los trabajos para la vinculación entre la red y el edificio, y el *punto de enlace* o empalme con el usuario se emplaza de 0,50 a 1 m de la línea municipal, a una profundidad aproximada de 15 cm del nivel de piso vereda, en un accesorio de salida ubicado en el interior de una caja de acceso que contiene la llave maestra de corte y el medidor o eventualmente un niple de conexión para su instalación futura, como se indica en la figura 1-1.

La caja está constituida un conjunto de material plástico con tapa, la que se fija sobre un contrapiso de hormigón y empotra lateralmente con mortero de cemento.

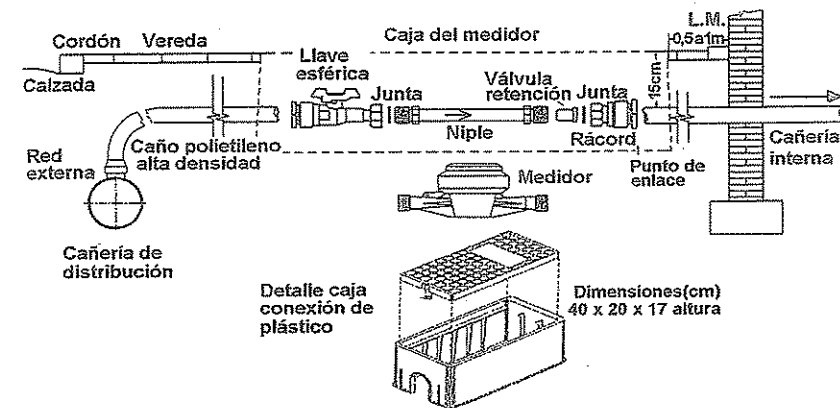


Figura 1-I. Detalle de conexión domiciliar de agua

Los elementos constitutivos de la conexión externa a cargo de la Compañía Distribuidora, comprenden la acometida de la red con caño de polietileno de alta densidad a la *caja de conexión* conteniendo la llave maestra esférica de corte del suministro, el medidor o eventualmente el niple de conexión con juntas de vinculación. Además se emplaza una válvula de retención como seguridad, para impedir el retorno del agua de suministro domiciliar a la red y un accesorio para realizar el empalme con el usuario.

Nivel piezométrico

Si el agua no tuviera movimiento el nivel que alcanzaría en los edificios sería la misma que en los tanques de distribución por vasos comunicantes, que se denomina *nivel estático*. Al producirse la circulación el agua debe vencer resistencias que implican pérdidas de presión, alcanzando entonces un nivel más bajo llamado *nivel piezométrico*, el que va a ser variable según el consumo, como se observa en la figura 2-I.

Cuando el consumo es pequeño en horas de la noche, el caudal que circula es menor y la caída de presión disminuye, tendiendo dicho nivel a subir y en caso contrario se producen en horas del día. Por tal motivo,

la compañía de distribución fija un nivel piezométrico máximo y otro mínimo para encarar los proyectos.

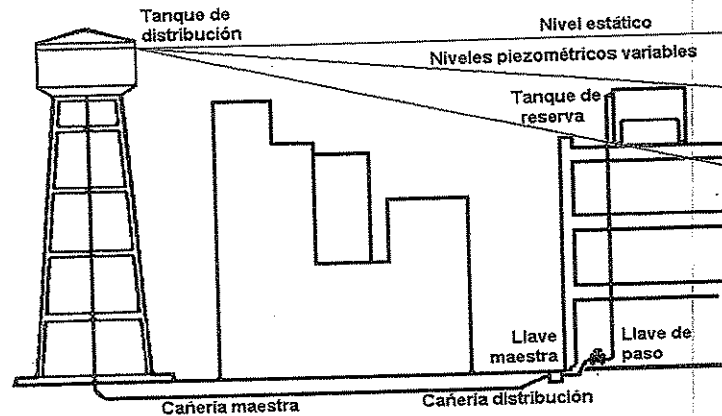


Figura 2-I. Niveles piezométricos

Formas de distribución

La distribución de agua domiciliaria puede ser *directa* o *indirecta* en función del nivel piezométrico disponible.

En la *alimentación directa* el agua surge a todos los artefactos de un edificio en virtud de la presión existente en la cañería distribuidora frente a la propiedad. Se permite este servicio cuando los artefactos de consumo están a una altura no mayor de 5 m con respecto del nivel de acera, que es el caso de viviendas de planta baja y uno o dos pisos altos.

En caso de alturas mayores de 5 m la distribución del agua debe ser *indirecta* empleando un tanque de acumulación elevado denominado *tanque de reserva*.

Dicho tanque puede *alimentarse en forma natural* desde la red regulado con un flotante mecánico automático, en función de las presiones piezométricas mínimas hasta 8 m sobre nivel vereda. Cuando debe colocarse a una altura mayor de ese valor, es conveniente emplear un depósito o cisterna complementaria para la acumulación previa, ubicado en sótano o planta baja denominado *tanque de bombeo*, que recibe directamente el agua de la red regulado por un flotante mecánico automático, de acuerdo al detalle de la figura 3-I.

Una bomba alimenta el tanque de reserva elevado y funciona comandada por contactos eléctricos que son accionados por un *regulador de*

nivel, de modo que cuando se alcanza en el tanque el nivel mínimo pre-fijado comienza el bombeo, hasta alcanzar el tope superior que detiene la bomba. Si dejara de llegar agua al tanque de bombeo por una interrupción en la provisión exterior y el nivel de ese tanque descendiera del límite establecido previamente, otro regulador de nivel de seguridad interrumpe el funcionamiento de la bomba, para evitar el bombeo en vacío.

Para evitar el problema de falla de la bomba que eventualmente dejaría sin agua al edificio, es de buena práctica instalar dos bombas en *by-pass*, de modo de utilizar una u otra indistintamente, tal cual se indicara en la figura 2 de la Introducción.

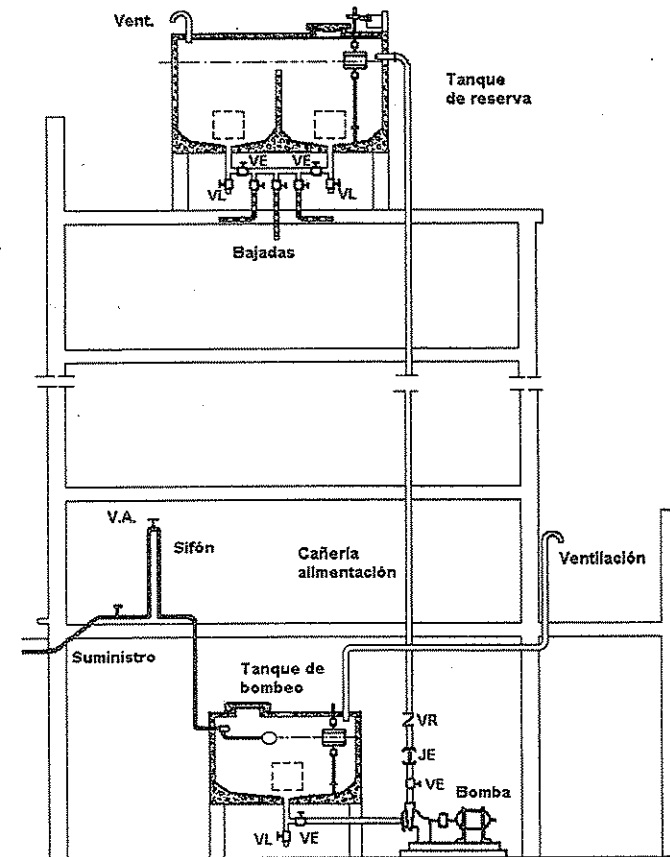


Figura 3-I. Conexión tanque bombeo a reserva

Cuando el diámetro de la conexión al tanque de bombeo es igual o mayor que 0,032 m, la cañería de alimentación debe levantarse con un sifón invertido, formando un puente con una válvula de desaire, a fin de no perjudicar a las viviendas vecinas cuando disminuye la presión en la red de suministro.

Los tanques de pequeñas capacidades, por lo común menos de 1000 litros, se los prefabrican en cemento, fibrocemento como se indica en la figura 4-I, fibras de vidrio, acero inoxidable o plásticos, distribuyéndose listos para instalar.

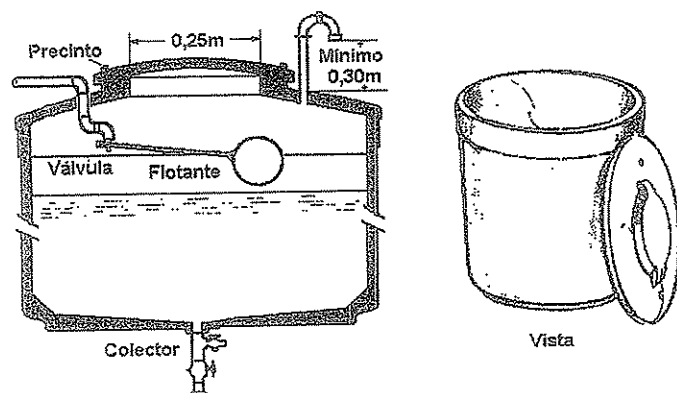


Figura 4-I Tanque prefabricado de fibrocemento

Los tanques de más de 1000 litros, deben ser construidos en obra en hormigón armado con revoque impermeable interior y cuando la capacidad de los tanques es mayor de 4000 litros, debe dividirse por un tabique en dos secciones iguales, como se muestra en la figura 5-I, para la limpieza periódica en forma independiente, manteniendo en todo momento en el edificio el suministro de agua.

El fondo del tanque debe tener una pendiente mínima de 1:10 hacia el caño de salida y la descarga puede ser por el centro o un lateral. La entrada de agua debe efectuarse por parte superior como mínimo 0,10 m sobre el nivel de agua y deben llevar ventilación de 0,025 m y en caso que el tanque se ubique en sótanos o lugares cerrados debe llegar al exterior.

Los tanques deben colocarse en lugares donde resulta posible la visualización externa de todos sus lados, incluso el fondo, para comprobar los casos de pérdidas y posibilitar su fácil reparación, no debiéndose colocar enterrados.

Deben elevarse por lo menos 0,60 m del nivel del piso para acceso y operación de válvulas de cierre de los colectores. Además, si las alturas de las tapas de inspección superan los 1,40 m del nivel del piso, deben instalarse pasarelas de acceso para facilitar el mantenimiento.

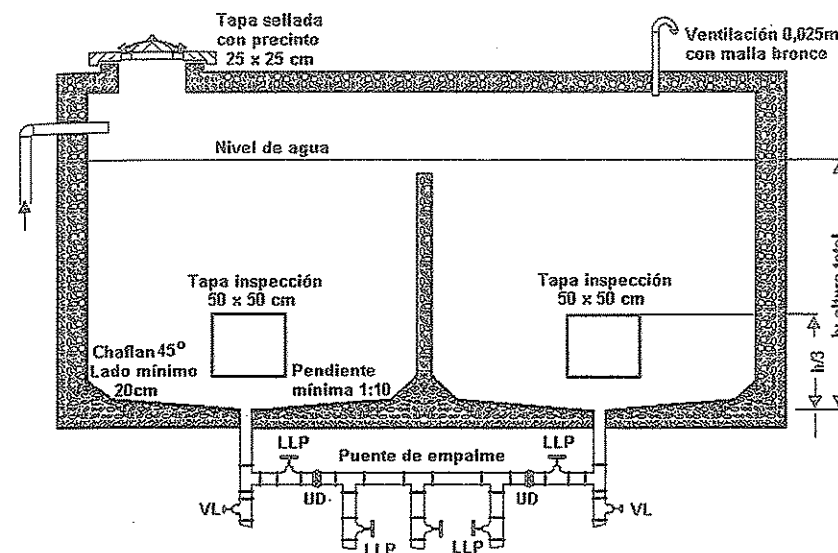


Figura 5-I. Tanque de agua de hormigón de más de 4000 litros

Los tanques de bombeo se instalan separados como mínimo 0,50 m del interior en caso de medianeras o paredes propias sobre terraplén, tal cual se ha indicado en la figura 1 de la Introducción y los de reserva 0,60 m del eje de muros medianeros de azoteas.

Determinación de capacidad de tanque de reserva

La capacidad de los tanques de almacenamiento de agua en un edificio, se establece como *mínimo en función del consumo diario*. Por otra parte los tanques no deben ser de tamaño exagerado por el riesgo de contaminación si el agua almacenada permanece demasiado tiempo en el mismo. Por tal motivo, se establece que *no sea mayor que el 50% la reserva mínima diaria exigida*.

Esa capacidad mínima se debe calcular en función del consumo diario de los artefactos, para lo cual debe tenerse en cuenta la naturaleza del edificio y su forma de alimentación. En caso de un edificio de vivienda, compuesto por *baño principal, baño de servicio y pileta de cocina, de lavar y lavacopas*, se pueden considerar las capacidades mínimas indicadas en la tabla del cuadro 1-I.

CUADRO 1-I. CAPACIDAD MÍNIMA DE RESERVA DIARIA PARA UNIDAD DE VIVIENDA

Alimentación directa	850 litros
Alimentación con bombeo	600 litros

Si hay otros artefactos o conjunto de artefactos además de los indicados precedentemente, se debe tomar el 50% de los valores consignados en la tabla del cuadro 2-I, para oficinas, comercios o depósitos.

CUADRO 2-I. CAPACIDAD MÍNIMA DE RESERVA DIARIA (LITROS) PARA EDIFICIOS DE OFICINAS, COMERCIOS O DEPÓSITOS

Provisión	Baño o toilet	Mingitorio	Lavatorio, pileta cocina o lavar
Directa	350	250	150
Bombeo	250	150	100

La reserva diaria está compuesta por la capacidad del tanque de reserva más la del tanque de bombeo, debiéndose en el diseño considerar como mínimo 1/3 de la reserva diaria para el tanque de reserva y 1/5 para el tanque de bombeo respectivamente.

Cálculo práctico

Sea determinar la capacidad del tanque de reserva para una casa de 9 pisos de alto y planta baja, a razón de 3 departamentos por piso. En general suele suponerse que a la planta baja se le suministra agua directa, lo que permite menor capacidad de tanque de reserva y energía de bombeo.

Capacidad mínima diaria: $600 \text{ l/dept.} \times 27 \text{ dept.} = 16200 \text{ litros}$

Se adopta un tanque de reserva de esa capacidad.

Se considera un tanque de bombeo de 1/3 del tanque de reserva, de modo que se tiene: $16200 \text{ l/3} = 5400 \text{ litros}$
La reserva diaria total es de $16200 + 5400 = 21600 \text{ litros}$.

Dimensionando de esa manera, se cuenta con toda la reserva mínima diaria de agua disponible por gravitación, sin superar el 50% de la capacidad total mínima diaria exigida que sería de $1,5 \times 16200 = 24300 \text{ litros}$.

Carga mínima sobre artefactos

Para poder surtir a los artefactos con una presión adecuada, el nivel inferior del tanque o el nivel de llamada del comando automático del tanque de reserva que se alimenta con bombeo, debe estar a 4 m sobre el orificio más alto de los artefactos servidos por una cañería de bajada. En algunos casos particulares puede reducirse esta altura, por ejemplo:

- Bajada que solo alimenta válvula de limpieza de inodoro de 0,050 m de diámetro o mayor: 2,50 m.
- Bajada que solo alimenta artefactos aislados o recinto con un artefacto: 0,50 m.
- Bajada a artefactos ubicados en una misma unidad locativa pero situado en distintos ambientes: 2,00 m.
- Calentadores de gas, con bajada independiente y 0,019 m. de diámetro mínimo: 2,00 m.

Provisión de agua a edificios de gran altura

En los edificios de gran altura, aproximadamente 40 a 45 m, la distribución de agua directa desde el tanque de reserva ubicado en la azotea originaría presiones elevadas en los pisos inferiores, mayores de 4 atmósferas, que son excesivas para el uso de artefactos, y exigiendo cañerías reforzadas, aumentando los riesgos de pérdidas en uniones y juntas. Para solucionar este inconveniente, se establece que *ningún tanque de reserva debe estar a más de 45 m por arriba del nivel del artefacto que se ha de surtir*.

En general, en estos casos el tanque de reserva se ubica en la parte más alta del edificio y desde allí se distribuye a los pisos inferiores hasta 45 m, surtiéndose además a otro tanque de reserva denominado

reductor de presión, que es el que alimentará el agua a los pisos inferiores. Puede utilizarse en vez de ese tanque intermedio una *válvula reguladora de presión*, pero en este caso el volumen del tanque de reserva debe estar diseñado para abastecer a todo el edificio.

Tanque hidroneumático

Consiste en un depósito de hierro galvanizado, herméticamente cerrado y capaz de soportar la presión máxima de la instalación. En este tanque como se observa en la figura 6-I, se bombea agua comprimiendo el aire existente en su interior hasta una presión máxima establecida para enviar el agua, debiéndose instalar una bomba de reserva en by-pass por cualquier avería.

Las instalaciones hidroneumáticas evitan toda posible alteración o ensuciamiento del agua por ser el depósito herméticamente cerrado. Además puede tener la red de distribución la presión deseada, mientras que en los depósitos abiertos se está limitado por la altura de emplazamiento. Por ello, se los utiliza en general cuando no se dispone de la carga mínima. Por otra parte, se suelen instalar cuando el tanque de agua muchas veces no hay donde ubicarlo o superan los niveles reglamentarios permitidos de altura del edificio.

Como inconvenientes se puede mencionar el mayor costo de instalación y no contar el edificio con un depósito grande de reserva en el caso de una reparación de la instalación o falta de energía eléctrica.

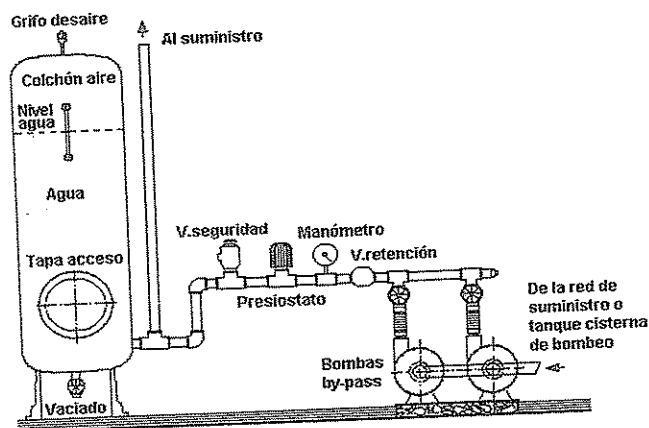


Figura 6-I. Tanque hidroneumático

Para que el agua no retroceda se utiliza una válvula de retención y reguladores de presión hacen que la bomba se detenga o arranque cuando la presión dentro del tanque exceda o disminuya de los límites fijados. El caudal de la bomba debe ser tal, que cuando la presión sea máxima iguale al consumo total de la instalación, para evitar que se utilice más agua que la que entra en el tanque.

Disposición y características de las cañerías

Como norma general las cañerías se instalan embutidas en paredes, detrás del revoque a una altura aproximada de 0,30 m del nivel del piso, para permitir su rápida localización. Debe seguir el trayecto más directo evitando las disposiciones en U y que no se formen bolsas de aire.

Si fuera necesario colocar la cañería enterrada se la separa un metro como mínimo de la cañería cloacal, protegiéndola mediante cañería rígida o canaleta de ladrillos.

La cañería de distribución metálicas empleadas son las de *latón (hidrobronce), cobre, bronce o hierro galvanizado o eventualmente inoxidable*. Las cañerías de plomo no son recomendables porque producen contaminación.

Las cañerías de distribución plásticas pueden ser de *polietileno, polipropileno o policloruro de vinilo*. Son livianas, tenaces y resistentes a la corrosión, tiene poca pérdida de carga por ser de superficie interna muy lisa.

Las de polipropileno son las que más se aplican porque tienen la ventaja de su vinculación por termofusión.

El diámetro mínimo de las cañerías es de 0,013 m, salvo el caso de las de hierro galvanizado que es de 0,019 m porque se suelen originar incrustaciones que después de un tiempo tienden a reducir la sección interior.

Válvulas de desagüe y limpieza

Las válvulas de desagüe y limpieza deben ser de media vuelta o esclusa, no estando permitida la válvula de paso o válvula suelta. Las llaves de válvula suelta, son las que permiten que el agua las recorra solo en un sentido, de modo que si cesa la presión caen cerrando el paso, como se observa en la figura 7-I.

Se emplean en la conexión domiciliaria, para asegurar que el agua de consumo vuelva a la red en el caso de un corte de suministro, lo que

podría llevar eventualmente a contaminar el agua de distribución pública. Lógicamente estas llaves se deben colocar siempre con el vástago hacia arriba, para que cierre la válvula suelta.

La válvula esclusa se emplea cuando es imposible el retroceso del agua como el caso de las bajadas de tanque. Consta de una compuerta de cierre en forma de disco, que se desliza por una ranura, ubicada perpendicularmente al flujo de agua, como se detalla en la figura 8-I

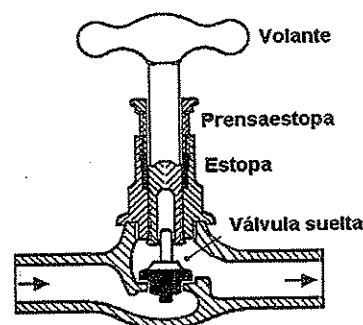


Figura 7-I. Llave de paso de válvula suelta

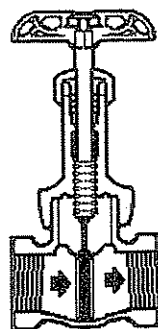


Figura 8-I. Válvula esclusa

CÁLCULO DE CAÑERÍAS DE SUMINISTRO DE AGUA

Para la realización del cálculo de cañerías se estipulan normas prácticas, pudiéndose considerar los siguientes casos:

- Cálculo de cañerías en suministro directo.
- Cálculo de bomba y cañería de impulsión.
- Cálculo de cañerías de baja de tanque de reserva.

Cálculo de cañerías de suministro directo

Para el diseño de las cañerías en servicio directo se puede emplear la tabla práctica del cuadro 3-I, que si bien fue confeccionada sobre pruebas efectuadas sobre cañerías de plomo, pueden ser utilizadas con cierto margen de seguridad para el cálculo de cañerías plásticas o me-

tálicas. Con ella, en función de la presión disponible y el caudal de agua circulatorio, se determina el diámetro de las cañerías.

CUADRO 3-I. TABLA DE CÁLCULO CAÑERÍAS SUMINISTRO DIRECTO DE RED

Presión disponible (m c.a.)	Caudales de agua circulante (l/seg)							
	Diámetros de cañerías (mm)							
	13	19	25	32	38	51	64	75
4	0,24	0,52	1,06	1,80	2,84	5,08	7,85	10,39
6	0,33	0,66	1,30	2,22	3,51	6,26	9,68	12,81
8	0,37	0,74	1,48	2,53	4,00	7,13	11,03	14,60
10	0,42	0,81	1,63	2,79	4,41	7,87	12,15	16,10
12	0,46	0,87	1,75	3,03	4,79	8,54	13,21	17,48
14	0,49	0,93	1,87	3,24	5,12	9,14	14,13	18,69
16	0,52	0,99	1,97	3,40	5,37	9,59	14,82	19,62
18	0,55	1,05	2,08	3,57	5,64	10,07	15,56	20,60
20	0,58	1,11	2,18	3,73	5,89	10,52	16,26	21,52
22	0,61	1,17	2,29	3,90	6,16	11,00	17,00	22,50
24	0,63	1,21	2,38	4,05	6,40	11,42	17,66	23,37
26	0,65	1,24	2,47	4,20	6,64	11,84	18,31	24,23

El caudal de agua se establece en función del consumo de una canilla abierta que es de 0,13 l/seg. En los casos comunes de departamentos reducidos o casas para una sola familia compuesta de baño principal, baño de servicio, pileta de cocina y pileta de lavar, se estima el caudal en base a estimar el consumo de una canilla y media abierta, o sea 0,20 l/seg.

De esa manera, sumando los consumos parciales correspondientes a los distintos grupos de artefactos, queda establecido el caudal máximo simultáneo en departamentos.

En el caso de oficinas, negocios, fábricas, etc., el caudal se estima en función de la mitad de los artefactos surtidos o sea:

$$l/seg. = (N^{\circ} \text{ artefactos} \times 0,13 \text{ l/seg})/2.$$

Se considera a cada baño o toilet como un solo artefacto así como cada depósito automático de mingitorio.

Ejemplo:

Supóngase suministrar agua a un edificio con 8 departamentos en planta baja, donde la presión mínima sobre acera según la Compañía distribuidora es de 17 m.

Presión mínima	17 m
Presión del artefacto surtido a 2,5 m sobre nivel acera (Se redondea por exceso)	- 3 m
Presión disponible	14 m

Manteniendo la presión constante igual a 14 mca se hallan en función del caudal transportados los diámetros de los distintos tramos de cañerías, partiendo del más alejado, tal cual se consigna en el detalle de la figura 9-I, empleando la tabla del cuadro 3-I anterior.

	1	2	3	4	5	6	7	8
	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
	LLP	LLP	LLP	LLP	LLP	LLP	LLP	LLP
Conex.			0,025		0,019	0,019	0,013	0,013
0,025								* LLP

Figura 9-I. Ejemplo de cálculo cañerías de suministro directo

0,20 x 1 = 0,20 l/seg: 13 mm
0,20 x 2 = 0,40 l/seg: 13 mm
0,20 x 3 = 0,60 l/seg: 19 mm
0,20 x 4 = 0,80 l/seg: 19 mm
0,20 x 5 = 1,00 l/seg: 25 mm
0,20 x 6 = 1,20 l/seg: 25 mm
0,20 x 7 = 1,40 l/seg: 25 mm
0,20 x 8 = 1,60 l/seg: 25 mm

El diámetro de conexión con 14 mca y el caudal máximo transportado de 1,60 l/seg es de 25 mm.

Generalmente en una casa o departamento común el diámetro de conexión es de 13 mm.

Cálculo de cañerías de conexión a tanque de bombeo, bomba circuladora y suministro a tanque de reserva

Supóngase realizar el cálculo de las cañerías de una instalación como la consignada en la figura 3-I anterior con PB y 9 pisos altos, con un tanque de bombeo de 5400 litros y un desnivel geométrico desde el nivel de agua del tanque de bombeo al de reserva de 35 m.

Diámetro de conexión al tanque de bombeo

Se supone que el tanque de bombeo se llena en 1 hora o sea 5400 l/h que equivale a 1,5 l/seg. El diámetro de conexión se establece en función de:

Presión mínima en acera (frente propiedad)	6 m
Desnivel del tanque	+ 2 m
Presión disponible	8 m

Con 8 mca y 1,5 l/seg de la tabla de cuadro 3-I anterior, el diámetro vale 0,032 m.

Cañería de suministro del tanque de bombeo al tanque de reserva

Como norma práctica se adopta 1 rango de diámetro nominal mayor que la conexión. Los rangos de cañerías nominales son los indicados en el cuadro 4-I.

CUADRO 4-I. DIÁMETROS NOMINALES (mm y pulgadas).

mm	13	19	25	32	38	50	60	75	100	125	150	200
"	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8

Por lo tanto, si el diámetro es 0,032, corresponde 0,038 m.

Diseño de la bomba circuladora

Son necesarios para definir las características los datos del caudal de agua (l/h) y la contrapresión de la bomba (mca).

El caudal se toma el de la conexión o sea 5400 l/h y la contrapresión de la bomba es igual a la altura geométrica de elevación del agua más la caída de presión por fricción en la cañería. Esta presión puede estimarse en forma práctica como un 5% de la altura geométrica h , de modo que:

h : altura geométrica (desnivel)	35 mca.
Frotamiento de cañerías (5% x 35)	+ 1,75 mca.
Total	36,75 mca.

Por lo tanto, adopta una bomba 5400 l/h y una contrapresión de 37 mca.

Cálculo de los diámetros de las cañerías de bajada de tanque

Cada cañería de bajada debe contar con la sección suficiente como para asegurar el suministro adecuado de agua a cada uno de los artefactos surtidos. En general, los edificios de varios pisos se construyen en plantas tipo repetitivas, proyectándose servicios sanitarios similares sobre una misma vertical, denominadas *columnas montantes*.

Para estimar los diámetros se han fijado cifras prácticas en cm^2 de cañerías para las distintas posibilidades que se pueden presentar de artefactos o grupos de artefactos a surtir por las bajadas. De esa manera, una vez determinados los cm^2 de bajada necesario para cada suministro, se van sumando en cada tramo los cm^2 que corresponden desde los artefactos inferiores hasta los superiores, llegando así al colector o puente de empalme.

Teniendo en cuenta que la limpieza de inodoros puede ser mediante depósitos automáticos ya sea de empotrar, exteriores de mochila o sífonicos de colgar, que cuentan con agua disponible para la descarga o eventualmente con válvulas de limpieza que utilizan la misma cañería de bajada para la descarga de agua y que deben disponer de su volumen para ello, se distinguen 3 casos particulares de bajadas para el diseño:

- Bajada para artefactos y depósitos automáticos de inodoros.
- Bajada exclusiva para válvulas de inodoros.
- Bajada mixta para válvulas y artefactos.

Bajadas para artefactos y depósitos automáticos para inodoros

Se adoptan los valores de cm^2 de bajada que se indican en la tabla del cuadro 5-I.

CUADRO 5-I. TABLA DE CM^2 DE ARTEFACTOS DE BAJADA DE TANQUE

Tipo de recinto o artefactos de bajada	cm^2
Cada lavatorio o pileta lavamanos (Fuera del recinto del inodoro) o fuentes de beber o salivaderas en edificios públicos	0,27
Cada toilet	0,36
Una canilla de servicio o un artefacto de uso poco frecuente	0,44
Un solo artefacto	0,53
Baño principal o de servicio o pileta de cocina, lavar y lavacopas.	0,62
Baño principal o de servicio y pileta de cocina, de lavar y pileta lavacopas o bien baño principal y de servicio	0,71
Un departamento completo compuesto por baño principal, de servicio, pileta de cocina, de lavar y lavacopas	0,71

Bajada exclusiva para válvulas de inodoros

Para las bajadas de válvulas se estima el diámetro mínimo por válvula de 0,025 m correspondiendo una sección de $5,07 \text{ cm}^2$. La estimación parte de considerar el uso simultáneo de una cada cuatro válvulas, de modo que $5,07/4 = 1,27 \text{ cm}^2$ por válvula.

Bajadas mixtas de artefactos y válvulas de inodoros

Se puede determinar la sección de acuerdo al tipo de artefactos y grupo. Para ello, se establece una tabla práctica consignada en el cuadro 6-I.

CUADRO 6-I. TABLA DE CM^2 DE BAJADAS ARTEFACTOS Y VÁLVULAS

Detalle de bajadas	cm^2
Para válvulas exclusivas	1,27
Para válvulas y artefactos de baño completo	1,58
Para válvulas artefactos de un baño y juego de pileta	1,69
Para válvulas con baño completo, otro baño, con depósito automático de inodoro y juego de piletas	1,90

Para el dimensionamiento de los caños de bajada se puede emplear la tabla del cuadro 7-I que si bien fue confeccionada para caños de hierro galvanizado, puede ser utilizada en la práctica para las cañerías plásticas o metálicas, con cierto margen de seguridad. En ella se estipulan los diámetros y secciones nominales y las secciones límites en cm^2 de bajada que sirve para el diseño de cañerías y colectores.

CUADRO 7-I. TABLA DE CÁLCULO DE CAÑERÍAS DE BAJADA

Diám. (mm)	Diám. (mm)	9	13	19	25	32	38	50	60	75	100
Secciones nominales	(cm^2)	0,71	1,27	2,85	5,07	7,92	11,40	20,27	31,67	45,80	81,07
Secc. Límites para el diseño	Bajada (cm^2)	0,90	1,80	3,59	6,02	9,08	14,36	24,07	36,31	57,42	97,27
	Colect. (cm^2)	—	1,66	3,41	5,78	8,79	13,62	23,12	35,15	54,47	92,47

Colectores

Se denomina *colector* al caño de salida de agua del tanque, que alimenta las cañerías de bajada en forma independiente, intercalándose en cada una de ellas una llave de paso y debiendo contar con una válvula para la limpieza del tanque.

En el caso de tanques mayores de 4000 litros, divididos en dos secciones, el colector debe vincularlos y se denomina *punto de empalme*, como se puede observar en la figura 10-I.

El caño colector o el punto de empalme son generalmente de hierro galvanizado o latón, y debe tener una sección suficiente como para producir una distribución uniforme del agua. Para el diseño se adopta el siguiente criterio práctico:

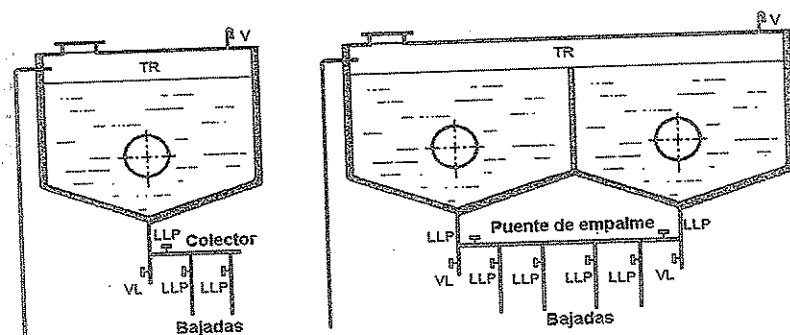


Figura 10-I. Detalle de colector y punto de empalme

- Para dos bajadas la sección en cm^2 es igual a la suma de la sección de ambas bajadas.
- Para tres bajadas o más, la sección en cm^2 es igual a la suma de la sección de la bajada mayor más el 50% de la suma de las bajadas restantes.

Luego, determinada la sección en cm^2 se halla el diámetro en la tabla práctica del cuadro 7-I consignado precedentemente.

Ruptor de vacío

Si se cierra la llave de paso de una cañería de bajada del tanque de reserva y se abren dos canillas en diferentes pisos la presión atmosférica

ca sobre la canilla superior hace descargar el agua por la más baja. Si la canilla más alta estuviera sumergida como el caso del bidet indicado en la figura 11-I, el líquido que contiene el artefacto puede ser arrastrado con riesgo de contaminación. Por ello, denominan *artefactos peligrosos* los que pueden provocar este problema como el bidet con lluvia inferior; los inodoros, vaciaderos o mingitorios y artefactos similares con limpieza por válvula, salivaderas, etc.

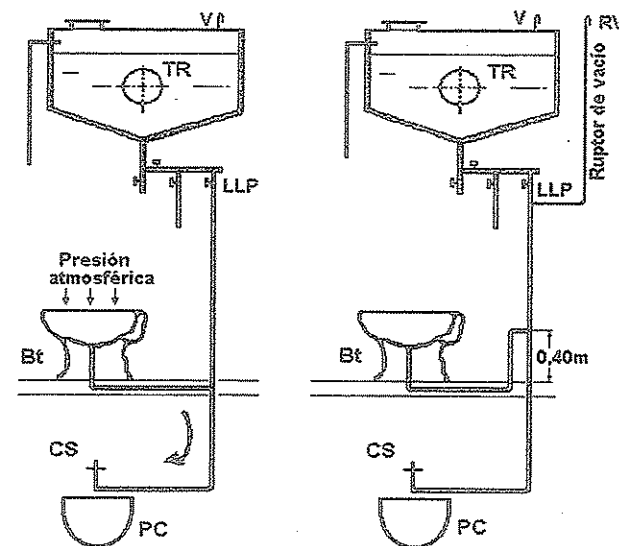


Figura 11-I. Ruptor de vacío

Se soluciona el inconveniente ventilando la cañería de bajada de tanque que alimenta artefactos peligrosos y para ello, después de la llave de paso se deriva por medio de un ramal un caño llamado *ruptor de vacío*, que se eleva hasta más arriba de la cubierta de tanque. Además, por el mismo motivo se dispone la derivación de ramales horizontales desde la cañería de bajada a una altura de 0,40 m con respecto al nivel del piso.

De ese modo se establece que todas las bajadas que conecten artefactos peligrosos deben llevar ruptor de vacío y su diámetro se determina en función del tamaño de la bajada que sirve y de la longitud de la misma de acuerdo a lo indicado en la tabla del cuadro 8-I.

CAPÍTULO II

DESAGÜE CLOACAL Y PLUVIAL

DESAGÜE CLOACAL

Los sistemas de desagüe cloacal comprende la red de cañerías e instalaciones necesarias para el tratamiento y eliminación de los efluentes y pueden ser *dinámicos o estáticos*.

Los *sistemas dinámicos* consisten en una red pública de desagües y pueden ser *unitarios*, cuando se unifica con el pluvial o *separados*, cuando lo hacen en forma independiente y son los que se emplean en la generalidad de los casos, debido a posibles contaminaciones por las grandes fluctuaciones de caudales en caso de lluvias intensas.

Las redes consisten en canalizaciones que nacen en las llamadas *colectoras*, que son las cañerías que se ubican frente a los predios con el fin de recibir los diversos efluentes cloacales domiciliarios y los desplazan hacia las *cloacas máximas*, que son tuberías de gran diámetro que los transportan a las plantas de tratamiento.

Pueden existir en el trayecto estaciones intermedias de bombeo y finalmente el desagüe cloacal se trata en *estaciones depuradoras* a fin de que no afectar el lugar de su vertimiento final, que pueden ser ríos, lagos, mar, etc.

Los *sistemas estáticos* consisten en elementos de depuración individuales como *pozos absorbentes o cámaras sépticas* y se emplean cuando no se cuenta con redes de desagües públicos en la localidad.

Instalaciones domiciliarias

La instalación de desagüe cloacal domiciliario comienza en la conexión de la cañería interna con la colectora, trabajo que realiza la Compañía correspondiente y la *instalación interna* está a cargo de propietario, a partir de la línea municipal del predio.

El conjunto de artefactos, cañerías y accesorios que comprende la instalación de desagüe cloacal se clasifica en *sistemas primarios y secundarios*.

El *sistema primario* está destinado a la eliminación de los efluentes con cierto grado de contaminación, denominadas *aguas negras* compuestas por deyecciones humanas, grasas, aguas servidas infecciosas o con emanaciones nocivas, que reciben la descarga de *inodoros, mingitorios, piletas de cocina o de piso*.

Las partes constitutivas del sistema primario deben aislarse hidráulicamente mediante *sifones solidarios* a los artefactos o anexos a los mismos, con el fin de impedir el paso de los gases a los ambientes en que se encuentran ubicados, para lo cual cuentan con una carga permanente de agua.

Los tipos característicos de sifones se distinguen según la letra que se asemejan, por ejemplo, P, Q, S o U, según se indica en la figura 1-II. El cierre hidráulico o carga de agua no debe ser inferior a los 5 cm ni superior a 7 cm, para asegurar un buen funcionamiento de la descarga y la conservación de la carga.

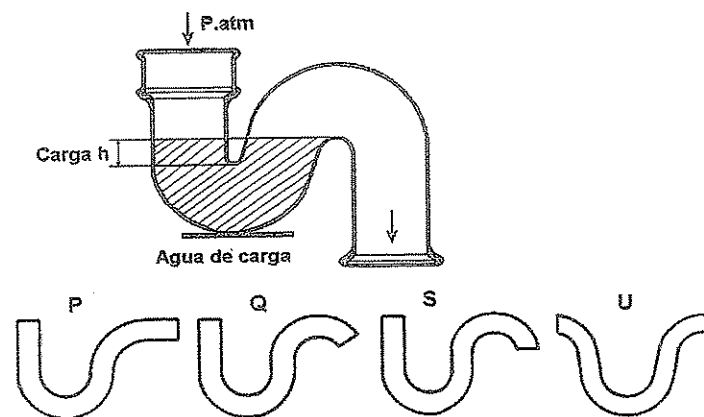


Figura 1-II. Sifón y formas típicas

El *sistema secundario* está destinado a la eliminación de las aguas servidas destinadas al lavado e higiene personal denominada *aguas blancas* y reciben la descarga de *lavatorios, bañaderas, bidet o piletas de lavar*. Estas aguas no originan peligro de contaminación y pueden desaguar a sistemas abiertos, vinculándose luego mediante sifones a los sistemas primarios.

Proyecto de cañerías de desagües cloacales

Se define como *cañería principal* a la que recorre la planta baja y recoge los efluentes del edificio para descargarlos a la colectora exterior deben tener una pendiente mínima de 1:60 o 1,6 cm por metro y máxima de 1,20 o 5 cm por metro.

La *cañería de descarga y ventilación* constituye la prolongación vertical de la cañería principal y recibe la descarga de los artefactos ubicados en los pisos altos. Los *ramales horizontales* son los empalmes que vinculan los artefactos con la cañería principal o con la de descarga y ventilación.

El diámetro mínimo de las cañerías principales es de 0,100 m, admitiendo hasta un desagüe de 50 inodoros con depósitos automáticos o 28 con válvulas.

La salida domiciliaria para la conexión con la red debe formar 90° con la línea municipal y la Compañía debe informar la denominada *tapa* que es la ubicación y profundidad con respecto al nivel vereda que se encuentra la cañería colectora. Esa cota está referida al *intradós* del caño de distribución, que es la *parte interna superior del mismo*.

La cañería principal que se ubica bajo tierra, debe estar separada como mínimo 0,80 m de los ejes divisorios del predio, pero si se emplaza suspendida en sótanos puede ir adosada a la medianera. Como principio general, debe buscarse que los cambios de dirección sean lo más suaves posibles, admitiéndose hasta 90° cuando se accede a una cámara de inspección.

Dispositivos de acceso a la cañería principal

La *cámara de inspección* es el elemento principal de acceso y desobstrucción de las cañerías y sus características se indican en las figuras 2 y 3-II.

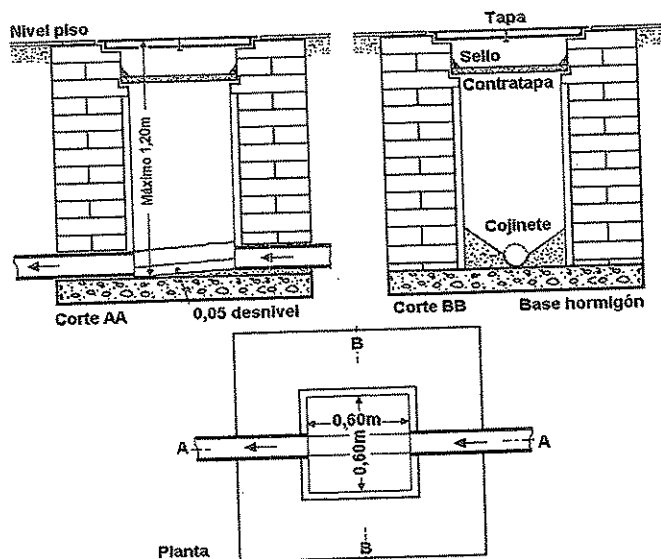
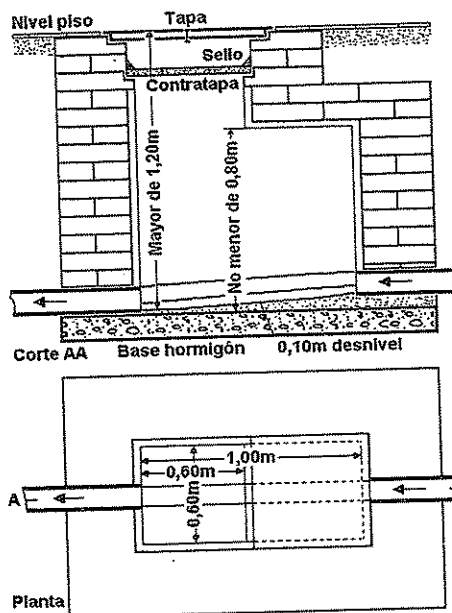


Figura 2-II. Cámara de inspección 60 x 60 cm



Se construyen en mampostería o también se las prefabrica de hormigón revestido con mortero hidrófugo. Llevan canaletas en forma de media caña denominadas *cojinetes*, de igual diámetro de los caños y formando suaves curvas.

Las dimensiones dependen de la profundidad, hasta 1,20 m son de 60 x 60 cm y más de 1,20 m son de 100 x 60 cm.

La profundidad mínima es de 0,35 m si los caños de acometida no tienen ventilación, o de 0,40 m si tienen ventilación de 0,60, o de 0,45 m si tienen ventilación de 0,100 m.

Figura 3-II. Cámara de inspección 60 x 100 cm

Las *bocas de inspección* son caños prolongados a 45° de la cañería principal provistos de tapa y colocados en una pequeña cámara de mampostería u hormigón, destinados a la inspección, limpieza y desobstrucción de las cañerías, como se observa en la figura 4-II.

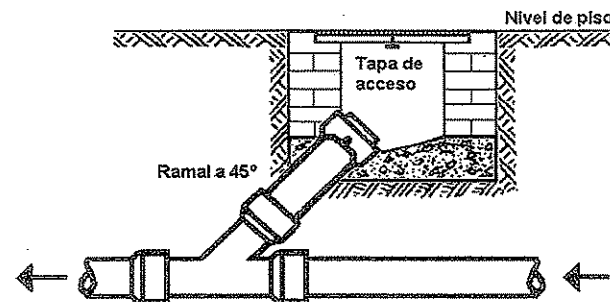


Figura 4-II. Boca de inspección

También se utilizan *piezas con tapa de inspección desmontables* como se observa en la figura 5-II, que se intercalan en las mismas cañerías de desagüe para facilitar la desobstrucción.

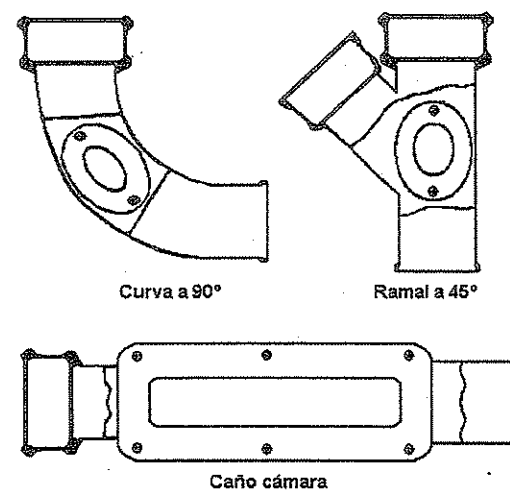


Figura 5-II. Accesorios para inspección

Otro elemento importante de desagüe primario es la *boca de acceso*, como se muestra en la figura 6-II, que es una pequeña cámara de 45 cm de profundidad que pueden recibir los desagües de piletas de piso, mingitorios, piletas de cocina o lavar protegidos con sifón, de diámetros no mayores que 0,060 m. El diámetro de la salida es de 0,100 m y se vincula con la cañería principal.

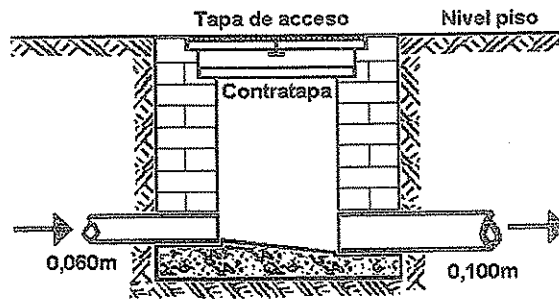


Figura 6-II. Boca de acceso

Possibilidad de desobstrucción

El proyecto de cañerías debe efectuarse previendo la posibilidad de un fácil acceso para la desobstrucción. La cámara de inspección debe ubicarse a no más de 10 m de la línea municipal o eventualmente utilizar una boca de inspección para acceso, tal cual se indica en la figura 7-II.

Los tramos para acceso a cañerías deben tener un máximo de 30 m cuando es de los dos lados y de 15 m desde un solo lado, dado que la longitud de las varillas empleadas para ello es de 15 m.

DESAGÜE CLOACAL DE ARTEFACTOS

Como material de las cañerías se utiliza el hierro fundido, latón, cemento, fibrocemento y plásticos de PVC o polipropileno.

Desagües de inodoros

El *inodoro* es el artefacto primario más importante fabricándose de fundición esmaltada, loza, porcelana, gres vitrificado, etc. y son de tipo a *pedestal* o *el común* o a la *turca*.

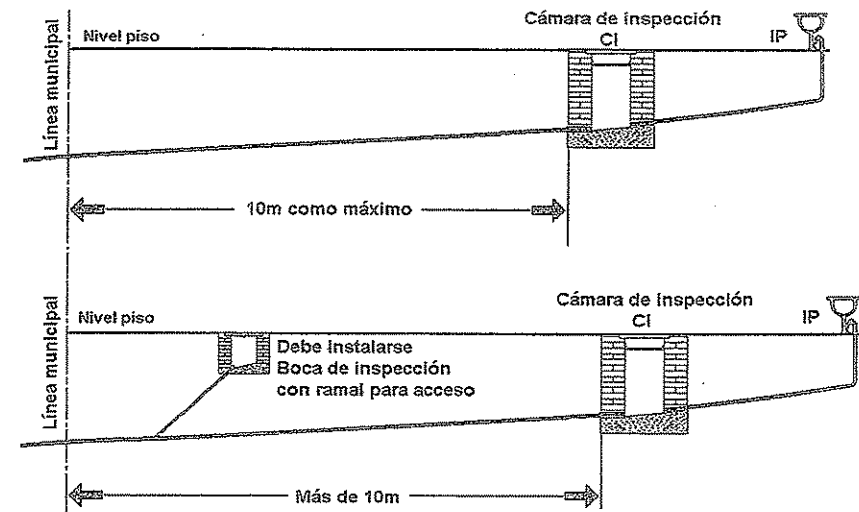


Figura 7-II. Distancia de la Cámara de inspección a la línea municipal

El *inodoro a pedestal* pueden ser de *palangana* que descarga en función del arrastre por acción de la descarga del agua de limpieza o los *sifónicos* que funcionan en base al cebado del sifón y que son más higiénicos, tal cual se observan en los detalles de la figura 8-II y permiten el acceso desmontando el aparato fijado en el piso.

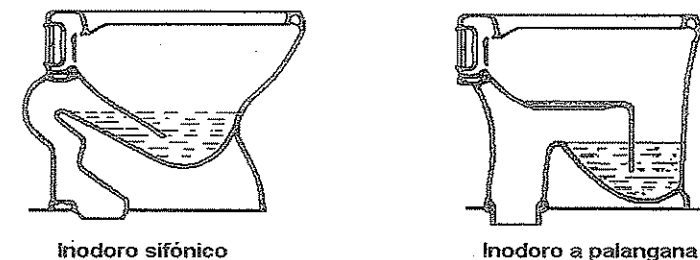


Figura 8-II. Detalles de inodoros a pedestal

Los inodoros a pedestal instalados en planta baja desaguan directamente a cañería principal, cámara de inspección o a ramal de cañería principal mientras que en planta alta lo hacen a ramal de cañería de descarga y ventilación.

Los inodoros común o a la turca cuyo detalle se muestra en la figura 9-II, deben ubicarse separados de los otros artefactos en locales o recintos reducidos, requiriendo una rejilla o pileta de piso abierta para eliminar los desbordes y una canilla de servicio para limpieza. Dado que son artefactos no removibles deben desaguar a cámara de inspección en planta baja para limpieza y desobstrucción.

En planta alta desaguan a ramal de cañería de descarga y ventilación, debiéndose colocar boca de inspección en el extremo del ramal horizontal a nivel de piso para desobstrucción.

En todos los casos la descarga debe efectuarse con cañería de 0,100 m de diámetro, y si se conecta a cañería de descarga y ventilación debe ventilarse el ramal con cañería de 0,060 m.

En la figura 10-II se detalla la forma de desagüe y distancia máximas de acceso para la desobstrucción de los inodoros y otros elementos considerados primarios.

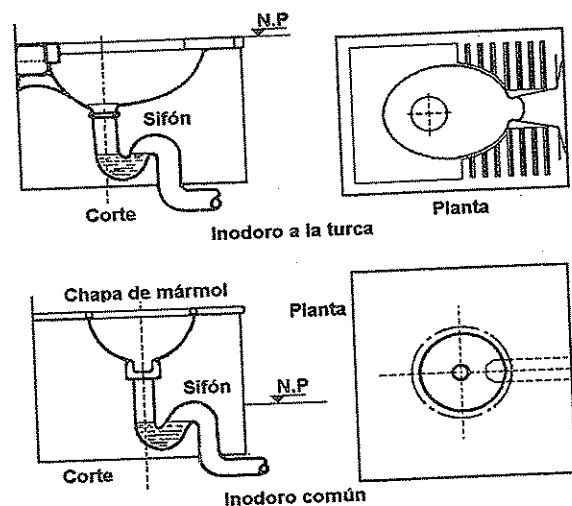


Figura 9-II. Inodoro común y a la turca

Desagües de piletas de cocina

La pileta de cocina es un artefacto secundario, pero el desagüe debe ir a cañería primaria, a partir de la corona del sifón que debe llevar adosado el artefacto de 0,050 m, generalmente de plástico o latón, provisto

con tapa de limpieza. La cañería continúa de 0,050 m hasta el nivel de piso y a partir de la curva se aumenta el diámetro a 0,060 m, hasta una distancia horizontal máxima de 5 m y si es mayor, el diámetro se aumenta a 0,100 m.

En planta baja la descarga se efectúa a cañería principal, boca de acceso o cámara de inspección y en pisos altos a cañerías de descarga y ventilación o bocas de acceso

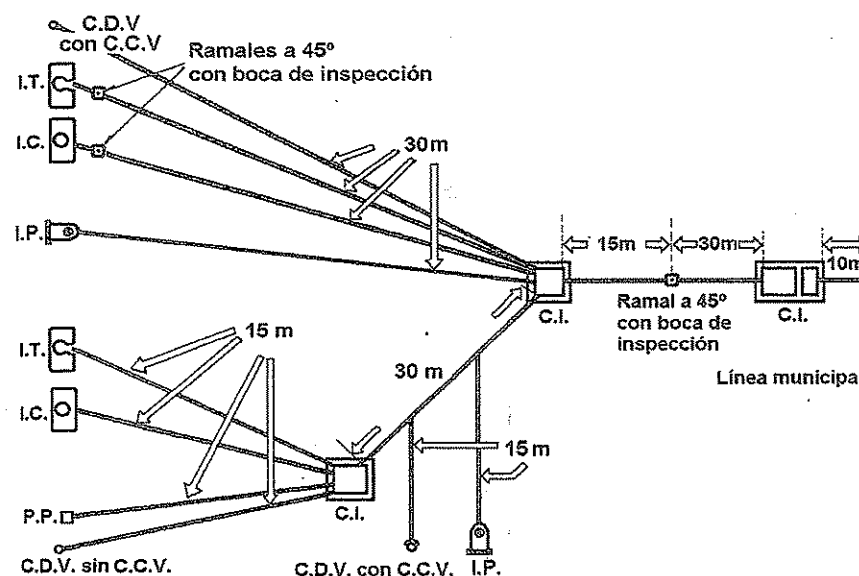


Figura 10-II. Formas de desagüe y distancias máximas de acceso

Desagües de artefactos de baño

La descarga de los artefactos secundarios como el bidet, lavatorios, bañaderas no llevan sifón, efectuándose generalmente a pileta de piso abierta que a la vez sirve como rejilla de piso para recoger las aguas servidas del local y cuentan con sifón para vincular el sistema secundario con el primario con tapón de limpieza, instalándose tal cual se muestra en la figura 11 y 12-II.

Se utilizan cañería de desagüe de 0,038 m hasta una longitud de 3 m y de 0,050 de 3 hasta 5 m y más de 5 m en 0,060 m.

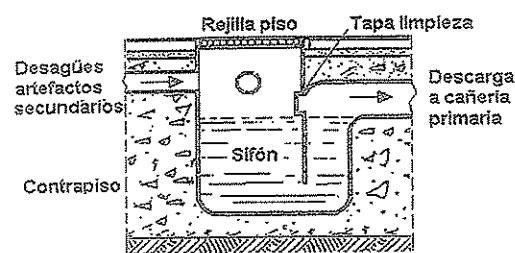


Figura 11-II. Detalle de pileta de piso abierta

Las piletas de piso abiertas desaguan en planta baja a cañerías principal, ramal de la misma o cámara de inspección, mientras que en planta alta lo hacen a cañerías de descarga y ventilación o ramal múltiple conjuntamente con la descarga de inodoros.

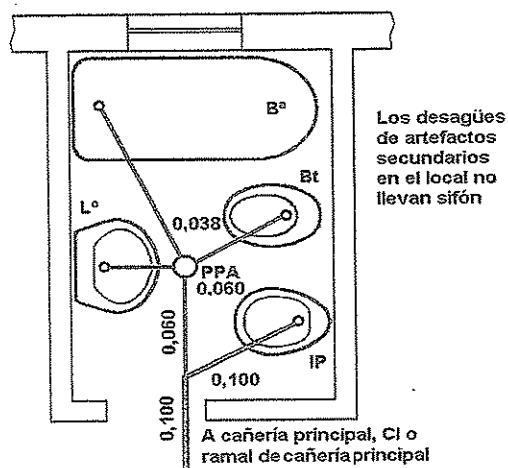


Figura 12-II. Desagüe de artefactos de baño

Desagüe de piletas de lavar

Tratándose de un artefacto secundario se puede realizar el desagüe a pileta de piso de la misma manera indicada para los artefactos de baño. Generalmente se realiza el desagüe a canalización primaria en las mismas condiciones que la pileta de cocina, pero para ello debe tener sifón adosado.

Desagües de mingitorios

El mingitorio es un artefacto primario destinado a la eliminación de orinas y el más común es el del tipo a palangana construido en loza vitrificada que se adosa a la pared como se observa en la figura 13-II, debiendo contar con divisiones impermeables por ejemplo de mármol, separados de 0,55 a 0,60 m.

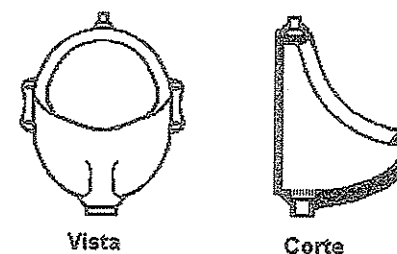


Figura 13-II. Mingitorio a palangana

Además deben disponer de provisión de agua para limpieza por medio de depósitos de descarga automática y el local debe contar con canilla de servicio para el lavado de piso.

El diámetro mínimo del desagüe es de 0,038 m y pueden efectuarse sin sifón si desaguan a canaleta impermeable o a una pileta de piso abierta en el mismo local. Si desaguan directamente a cañería primaria deben llevar sifón y el diámetro mínimo es de 0,060 m.

SISTEMAS DE VENTILACIÓN CLOACAL

El ingreso de aire para la ventilación del sistema cloacal es indispensable para la eliminación de los gases que se generan y además para mantener constante la presión atmosférica dentro de toda la red. En general la red interna se ventila según el sistema *americano o abierto*, que se detalla en la figura 14-II, utilizando la entrada de aire de la red externa.

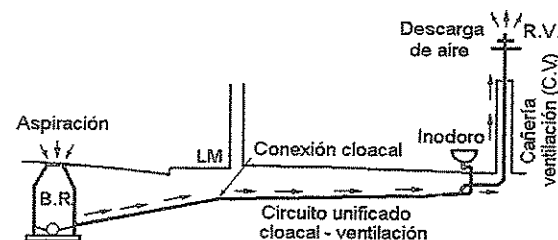


Figura 14-II Sistema de ventilación cloacal americano o abierto

La longitud máxima de cañería primaria sin ventilar es de 10 m para el caso de desagüe de inodoros y de 15 m para desagües de piletas de piso o piletas de cocina o lavar con bocas de acceso. Superando esas distancias debe ventilarse con un caño en los extremos de las cañerías de 0,060 m de diámetro.

En el caso de los desagües secundarios, las cañerías se ventilan por el mismo desagüe de la pileta de patio abierta al artefacto hasta los 15 m, según se muestra en el esquema de la figura 15-II. Si es mayor deben llevar un caño de ventilación de 0,060 m.

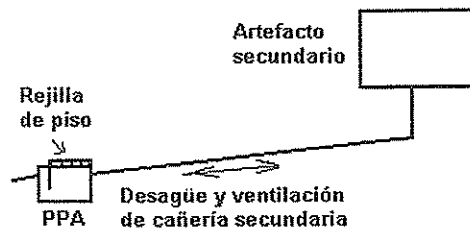


Figura 15-II. Ventilación secundaria

Cañería de ventilación subsidiaria

En el esquema izquierdo de la figura 16-II, se observa que al descargar el inodoro intermedio 2, se produce el desifonaje del inodoro superior y el inferior.

En efecto, el líquido del desagüe del inodoro 2, al circular por la cañería de bajada conforma un *pistón hidráulico* que produce una *compresión* del aire en la parte inferior y una *aspiración* en la parte superior, que actúan sobre la carga de agua de los sifones provocando el desifonaje.

Para evitar ello, se deben proyectar cañerías de ventilación para cada artefacto de la bajada, conectadas a un ramal paralelo a la cañería de descarga y ventilación, denominado *ventilación subsidiaria* de 0,050 m, que se vincula al de descarga y ventilación por sobre el artefacto más elevado.

Descarga de los caños de ventilación cloacal

Las distancias mínimas de los remates de los caños de ventilación primaria o secundaria se indican en la figura 17-II.

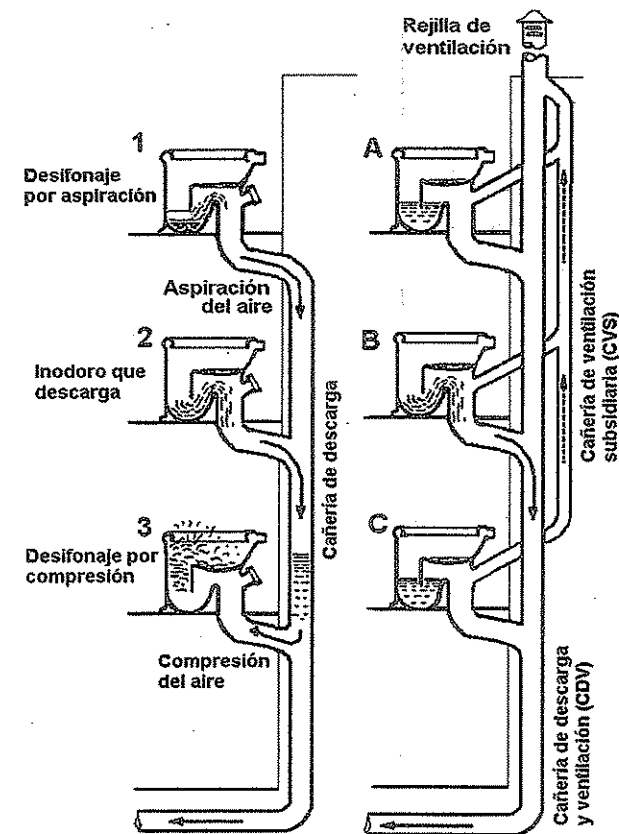


Figura 16-II. Cañería de ventilación subsidiaria

SISTEMA ESTÁTICO

En zonas suburbanas, rurales o pequeños núcleos urbanos donde no existe red cloacal dinámica, se trata el desagüe en forma individual o estática estando constituidos generalmente por *pozos absorbentes* y *cámaras sépticas*, utilizándose en casos especiales *lechos nitrificantes* e *instalaciones especiales* para los desagües industriales.

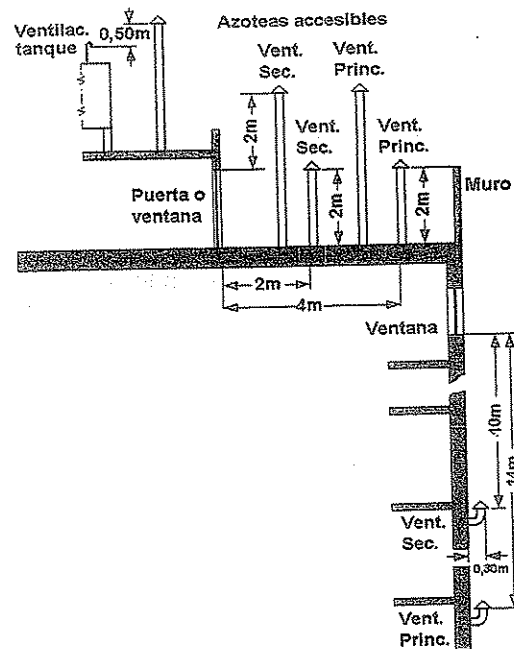


Figura 17-II. Separación mínima de ventilaciones cloacales

Pozo absorbente

El pozo absorbente que se muestra en la figura 18-II, es el denominado *pozo negro* utilizado en las viviendas.

Está constituido por una excavación generalmente de 1 a 2 m de diámetro y profundidad variable de 5 a 10 m, que se emplaza a una distancia mayor de 1,50 m de las medianeras y 10 m de los pozos de captación de agua a fin de evitar contaminaciones.

Se construye un anillo de albañilería de 0,30 m y aproximadamente 1,50 m de altura, sobre la que se apoya una bóveda de ladrillos o bien una losa de hormigón armado que cubre el pozo, con boca para inspección y desagote, con una cañería de ventilación a los 4 vientos, a una altura no menor de 2 m.

La cañería de descarga se termina con un codo hacia abajo, separada de la pared unos 40 cm a fin de que los efluentes no choquen con la pared del pozo, evitando desmoronamientos. Con el tiempo las pare-

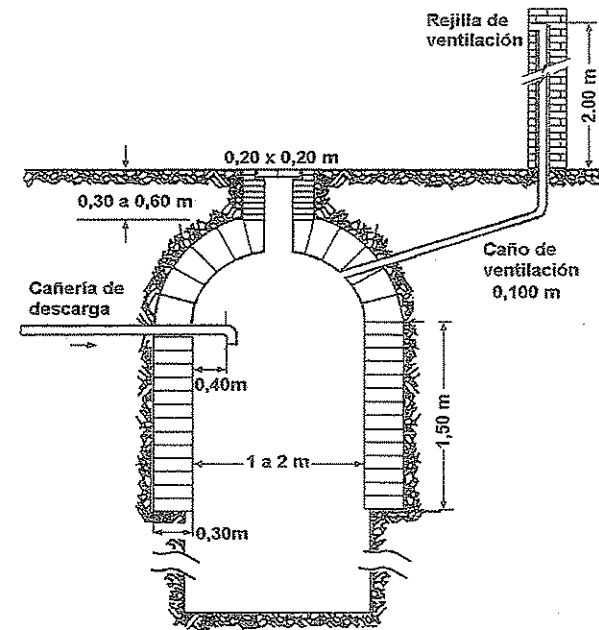


Figura 18-II. Detalle de pozo absorbente

des se impermeabilizan especialmente con las aguas jabonosas y los desagües con grasa, no drenando adecuadamente los líquidos y el pozo termina *colmatándose*, por lo que es necesario el desagote mediante la utilización de tanques atmosféricos.

Por ello, cuando las descargas son intensas el pozo absorbente usado individualmente no ofrece una adecuada solución técnica, produciendo además contaminación de las napas de agua.

Cámara séptica

La *cámara séptica* constituye un depósito de tratamiento biológico y de decantación de los efluentes y es el componente indispensable del pozo absorbente para evitar contaminaciones y su impermeabilización.

La entrada de los efluentes líquidos a la cámara, según se observa en la figura 19-II se efectúa por medio de un caño sumergido produciendo un tiempo determinado para producir la *sedimentación* o *decantación* de gran parte de las materias sólidas que se depositan en el fondo.

Además en la cámara flotan las sustancias que son de menor peso específico que el agua, quedando en suspensión y formando una capa denominada *crosta o sombrero*, que sirve de aislante de los efluentes respecto al oxígeno exterior.

De esa manera, la materia decantada es atacada por las *bacterias anaeróbicas* que viven sin aire, produciendo la descomposición de la materia orgánica liberando oxígeno y transformándola en mineral pasando a constituir parte integrante de la masa líquida.

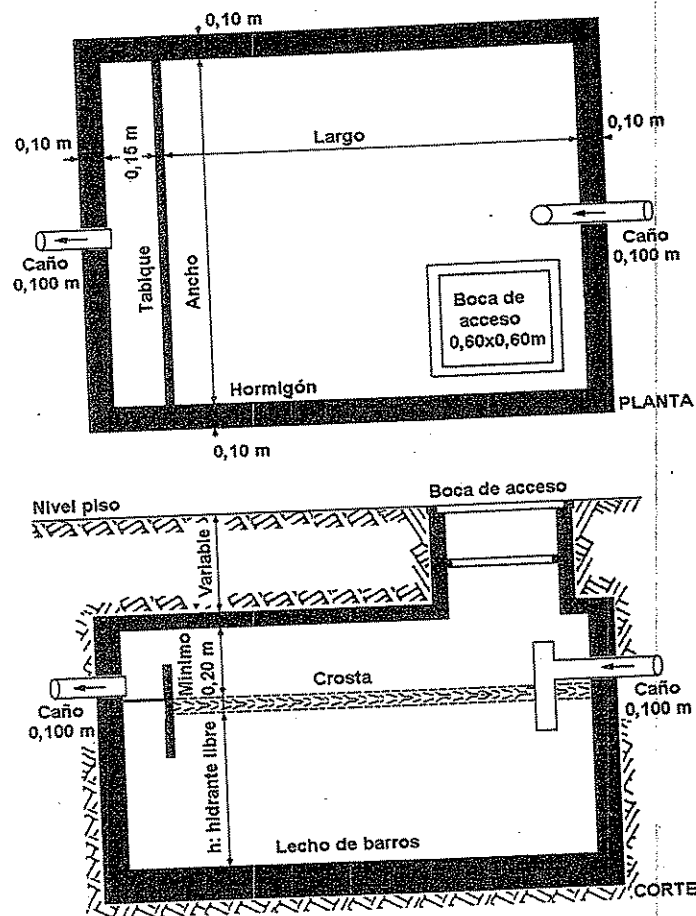


Figura 19-II. Cámara séptica

El oxígeno disuelto conjuntamente con el aire de la parte superior de la cámara permiten el desarrollo y reproducción de las materias *aeróbicas*, que producen la autodepuración de la materia orgánica en suspensión.

Las aguas abandonan la cámara mediante la interposición de un tabique que se proyecta por debajo de la *crosta o sombrero*.

La ventilación no debe ser muy intensa por lo que no se debe instalar caño de ventilación, debiéndose emplazar en *circuito ventilado*.

El Código Municipal de Buenos Aires especifica un volumen mínimo de efluentes de:

- 250 litros/persona hasta 10 persona, con un mínimo de 750 litros.
- 200 litros/persona de 11 a 50 personas.
- 150 litros/persona para más de 50 personas.

INSTALACIONES DE DESAGÜE PLUVIAL

Estas instalaciones se las puede clasificar en *exteriores y domiciliarias*.

Instalaciones exteriores

Las canalizaciones exteriores destinadas a recoger y evacuar las aguas llovidas se denominan *conductos pluviales o pluvi ductos*. Hay dos sistemas básicos de desagüe pluvial el *unitario* y el *separado*.

El *sistema separado* es el que se aplica en la generalidad de los casos, dado que en el *sistema unitario* donde fluyen conjuntamente las aguas pluviales y cloacales existe el peligro de la contaminación, que puede originarse por el desborde de las canalizaciones cuando la precipitación es de gran importancia.

Se aprovecha el abovedamiento de la calzada y las cunetas que corren junto a los cordones de las aceras y mediante las pendientes de aquellas, se conducen las aguas pluviales a las bocas de tormenta o sumideros. Desde estos puntos parten los ramales de los conductos pluviales que llevan las aguas a su destino final que generalmente son los cursos de agua más próximos.

Instalaciones domiciliarias

Están constituidas por un conjunto de canalizaciones destinadas a evacuar las aguas de lluvia que caen dentro de una propiedad hacia la calzada por gravitación.

En caso que el terreno sea bajo, el mismo puede ser rellenado o eventualmente instalarse un *pozo de bombeo* para recolectar el agua y efectuar el desagote.

Desagüe de aleros, salientes, mansardas y balcones

Los desagües pluviales se deben proyectar tratando de *evitar la caída libre del agua* que puede llegar a afectar a las personas.

Los *aleros* no pueden desaguar libremente a la calle y los *salientes* en patios internos pueden ser de escurrimiento libre.

Las *mansardas* deben llevar desagües cuando en proyección horizontal excedan de 0,60 m pero puede omitirse cuando el frente se identifica con ella, sin interposición de cornisa.

Los *balcones* que dan a la vía pública pueden ser de libre escurrimiento, pero deben llevar desagüe cuando se prolongan por detrás de la línea municipal. Tampoco llevan desagüe cuando dan a patios internos o generales.

CAÑERÍAS DE DESAGÜE PLUVIAL

Las cañerías de desagüe pluvial se las construyen en hierro fundido, cemento, fibrocemento o plásticos, de PVC o polipropileno y se clasifican en *conductales* o *albañales* para las cañerías horizontales y *caños de lluvia* a las cañerías verticales.

Conductales o albañales

Son las cañerías de desagüe pluvial horizontales que se instalan enterradas a una distancia mínima de 0,40 m de las cañerías principales. Se las deben colocar de acuerdo a lo indicado en la figura 20-II, permitiéndose ángulos menores a 90° sólo para desagües de superficies no mayores de 12 m².

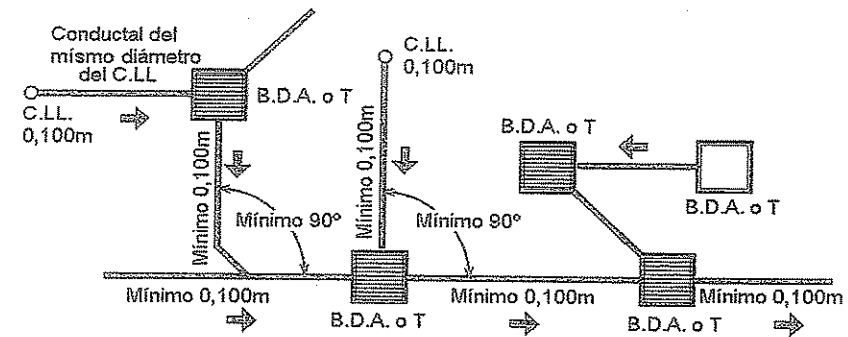


Figura 20-II. Conductales de desagüe pluvial

Los conductales deben tener un diámetro mínimo de 0,100 m, no debiéndose colocar con pendientes muy pequeñas por que se produce la sedimentación de los materiales que lleva el agua, como ser tierras, arenas, etc. que proviene de los desagües de techos o azoteas. Se suele dotar en general una pendiente mínima del 1%.

Los enlaces se efectúan con *bocas de desagüe*, como se muestra en la figura 21-II, instaladas en ramal a favor de la corriente de agua, que consiste en una cámara de mampostería pudiendo ser *abierta o tapada*.

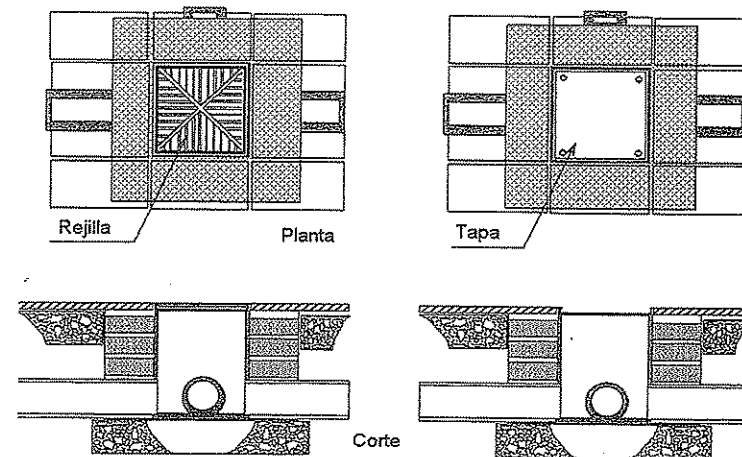


Figura 21-II. Detalle de piletta de piso abierta y cerrada

Si es abierta lleva rejilla y se utiliza con el fin de coleccionar las aguas superficiales. Se dimensionan en función de las superficies de desagüe de acuerdo a lo indicado en el cuadro 1-II.

CUADRO 1-II. DIMENSIONES DE LOS BOCAS DE DESAGÜE

Dimensiones (cm)	Superficie de desagüe (m ²)
15 x 15	30
20 x 20	80
30 x 30	180
40 x 40	320

Caños de lluvia

Son cañerías de desagüe verticales que pueden ir embutidas en medianera de 0,45 m y si la medianera es de 0,30 m solo puede empotrarse 0,05 m. Los de cemento no deben ser embutidos en medianeras por peligro de pérdidas.

En general cuando la altura supera los 15 m debe ser utilizado material reforzado.

La tabla práctica del cuadro 2-II permite el cálculo de los caños de lluvia, en función de la superficie de techo o azotea.

CUADRO 2-II. SUPERFICIE EN M² DE TECHO A DESAGUAR POR CAÑOS DE LLUVIA

Diámetro de caño de lluvia	0,060	0,100	0,150	0,200	0,250
Techos planos pend. hasta 5%	30	300	750	1170	1830
Techos inclinados	65	220	550	820	1290

A fin de evitar obstrucciones en su interior debido a elementos extraños que pueden penetrar, como hojas, revoques, materiales de construcción, etc. se fija como diámetro mínimo de los caños de lluvia 0,060 m no debiendo desaguar más de 30 m² de superficie como se observa en la planilla.

Los embudos son los elementos destinados a recoger el agua de lluvia de azoteas, techos, etc. consistiendo en una cámara con marco y tapa rejilla de cemento, hierro fundido, fibrocemento, o plástico. Las dimensiones mínimas se establecen en forma similar a las rejillas en función de la superficie a desaguar, utilizando la tabla del cuadro 1-II anterior.

Las *canaletas* están destinadas a la recolección de las aguas pluviales que se escurren por los techos debiendo ser impermeables y generalmente de chapa, pueden desaguar las superficies indicadas en la tabla práctica del cuadro 3-II.

CUADRO 3-II. SUPERFICIE DE DESAGÜE DE CANALETAS

Dimensiones (cm)	Superficie de desagüe (m ²)
10 x 10	300
15 x 15	600
15 x 25	1200
15 x 30	1800

CAPÍTULO III

AGUA CALIENTE

Tipos de instalaciones

Estas instalaciones pueden ser individuales, centrales o combinadas con las de calefacción. En una vivienda, la temperatura de uso del agua caliente, denominada *temperatura de servicio*, suelen ser las siguientes:

- Higiene personal: 35 a 40 °C.
- Lavado de vajilla: 45 a 55 °C.
- Lavado de ropa: 35 a 50 °C.

Estas temperaturas se logran regulando el suministro o calentándola más y mezclándola con agua fría normalmente en forma manual, pudiendo ser los sistema individuales o centrales.

SISTEMAS INDIVIDUALES

En los sistemas individuales el calentamiento del agua puede realizarse mediante un calentador instantáneo o *calefón* o con un calentador de acumulación o *termotanque*.

Calentador instantáneo de gas o calefón

Es un intercambiador de calor, compuesto por un serpentín de cobre por el cual circula el agua que se calienta rápidamente por efecto de la llama del quemador de tipo atmosférico, funcionando a gas natural o eventualmente envasado.

Cuando se requiere un caudal suficiente de agua por los artefactos de consumo como se observa en la figura 1-III, se abre automáticamente el paso del gas al quemador, que se enciende por la llama de un pequeño quemador piloto.

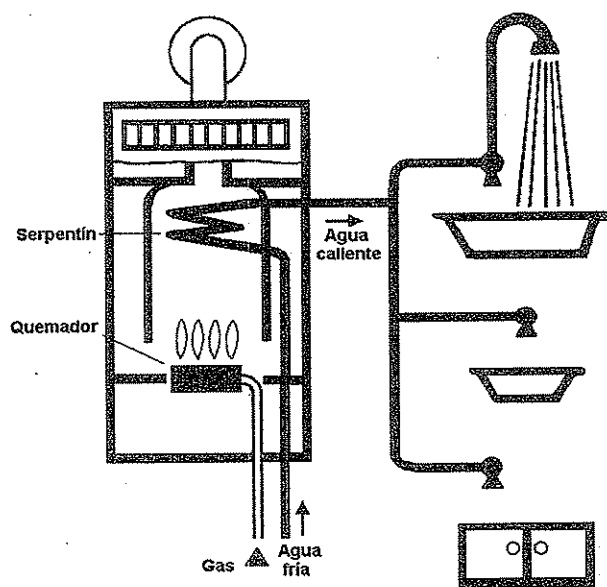


Figura 1-III. Esquema de funcionamiento y operación del calefón

La provisión de agua caliente es continua y sin límite de tiempo, pero no es apto para grandes demandas simultáneas y como debe calentar el agua muy rápidamente, necesita un quemador de mucha potencia.

Característica de los calefones

La capacidad del calefón se mide en litros por minuto, para elevar la temperatura del agua de entrada en 25 °C y comercialmente se de-

signan como aparatos de 5 litros los de 125 kcal/min, de 10 litros los de 250 kcal/min, de 13 litros los de 325 kcal/min y de 15 litros a los de 375 kcal/min.

El quemador no debe quedar a una altura superior a 1,80 m del piso ni inferior a 1,50 m para permitir un fácil acceso y para un adecuado desmontaje del artefacto las conexiones de agua fría y caliente deben contar con uniones dobles, debiendo disponerse una llave de paso en la cañería de alimentación de agua fría.

El calefón puede ubicarse por encima o por debajo de los artefactos que sirve, pero la válvula a diafragma necesita cierta presión mínima de agua para activarse, por lo que la carga de suministro de agua no debe ser menor de 2 m de columna de agua, medidos desde el fondo del tanque hasta el artefacto más alto, generalmente la ducha.

En el caso de suministro directo de agua se pueden ubicar en planta baja o en planta alta, siempre que la ducha esté ubicada hasta una altura no mayor de 5 m sobre el nivel vereda.

Si la diferencia de nivel del tanque de reserva al calefón es menor de 4 m, se admite hasta 2 m con conexión de bajada de agua exclusiva y una cañería de 19 mm de diámetro mínimo.

Termotanque a gas

El termotanque es un depósito de agua de acumulación atravesado por un conducto, en cuya parte inferior se encuentra la cámara de combustión provista de un quemador atmosférico.

Los gases de la combustión transmiten su calor al agua del depósito a través de las paredes del conducto, donde en su interior se colocan elementos que crean turbulencias de forma que disminuya la velocidad de salida, con el fin de incrementar el tiempo de contacto con las paredes, como se observa en la figura 2-III.

El cuerpo es generalmente de chapa de acero galvanizado o vitrificado a fin de reducir el proceso de corrosión y aumentar su duración. Las paredes exteriores disponen de una capa de aislamiento térmico que suele estar formado de fibra de vidrio, poliuretano, etc.

Estos aparatos no requieren carga de agua mínima como el calefón ya que su encendido no depende de la presión de suministro. A medida que el agua caliente se consume, se repone con agua fría de la red, manteniendo la temperatura constante por medio del funcionamiento de quemadores a gas.

Cuentan con un sistema de control de regulación de la temperatura del agua de acumulación, mediante un termostato. El quemador se

enciende cuando el termostato detecta la temperatura mínima y actúa sobre la válvula de gas abriéndola.

Vienen provistos además con válvulas de seguridad que corta el pasaje de gas si se apaga el piloto, válvula de escape de vapor en caso de sobretemperatura y ánodo de magnesio para reducir la corrosión galvánica.

Si el consumo es excesivo la temperatura de suministro tendería a bajar. Por ello se eleva la temperatura del corte del termostato a un valor más alto que el del consumo, generalmente 60 °C y se la mezcla con agua fría en el artefacto de distribución de agua.

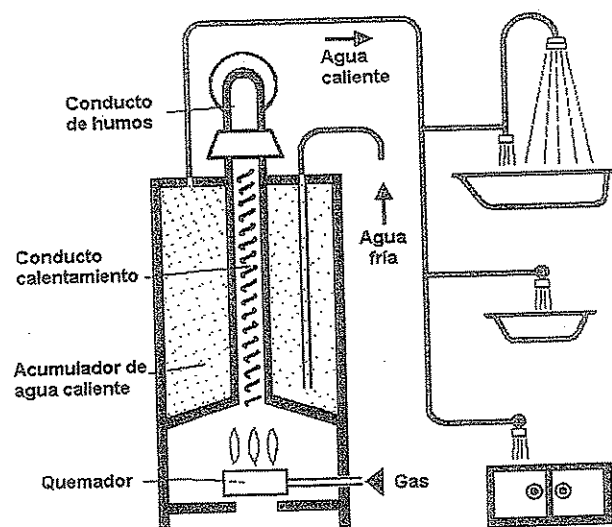


Figura 2-III. Esquema de funcionamiento y operación

Termotanque de alta recuperación

Consta de un depósito de chapa de acero, tratada contra la corrosión, el que es atravesado por tubos por la cual circulan los gases de la combustión como el termotanque común, pero pueden duplicar o triplicar la capacidad calorífica, reduciendo el problema del enfriamiento en caso de altos consumos de agua caliente.

Para lograr ello, se utilizan quemadores de mayor capacidad calorífica.

Se denomina *recuperación* a la cantidad de litros de agua que el artefacto es capaz de calentar durante una hora, para elevar la temperatura del agua en 25 °C por encima de la temperatura de entrada de la misma.

Análisis comparativo calefón-termotanque

La principal ventaja del calefón con respecto del termotanque reside en la sencillez de montaje y el costo.

El uso del calefón tiene sus limitaciones ya que si se abren a la vez dos o más canillas llegará menor caudal de agua caliente a cada una y por otra parte, si se reduce el caudal de agua caliente que circula por el serpentín se apagará el quemador.

El termotanque permite la apertura simultánea de varias canillas. Al bajar la temperatura hasta la mínima preestablecida en el termostato, se activa el calentamiento del agua por lo que el funcionamiento del quemador es independiente de la presión y caudal de agua. Es por ello que se enciende con cualquier presión, por más baja que ésta sea en la red de agua o cuando el tanque de reserva no tenga la altura adecuada.

Como es un calentador acumulador, no necesita un gran caudal de gas para proveer la cantidad de calor necesaria en forma instantánea y no sufre rápidos calentamientos y enfriamientos. No posee serpentinas que pueden obstruir o disminuir por suciedad la circulación del agua y por la característica de su quemador, el funcionamiento es totalmente silencioso y los equipos permiten la selección de la temperatura para adecuar a las necesidades de las distintas épocas del año.

Entre las desventajas del termotanque se pueden mencionar que si bien no tienen serpentines, se requiere una limpieza periódica por la acumulación de impurezas que trae el agua y que son más voluminosos y ocupan mayor espacio que los calefones que al ser más pequeños, son más livianos y fáciles de emplazar.

Por otra parte, mientras los calefones calientan el agua de inmediato y brindan un servicio de agua caliente durante un tiempo ilimitado, la temperatura del termotanque tiende a disminuir a medida que se consume agua caliente. Ello es debido a que la capacidad del quemador no llega a compensar el consumo cuando éste es elevado, no llegando a calentar en la misma proporción el agua de reposición.

Además, si bien el manto aislante de lana de vidrio o mineral con que viene provisto el equipo hace que el agua acumulada conserve el calor, siempre existen algunas pérdidas en el sistema por transmisión.

SISTEMAS MIXTOS

Los sistemas mixtos tratan de simplificar los servicios de calefacción y agua caliente sanitaria, configurando en solo equipamiento la producción de calor, pero en circuitos de funcionamiento independientes.

Por sus características pueden consistir en una *caldera con dos serpentines* para el calentamiento instantáneo del agua o el empleo de una *caldera con tanque de acumulación*.

Se emplean para ello modelos de *calderas murales* de colgar similar al calefón tradicional o las *bajo mesada* con altura proyectada para emplazarlas en la mesada de la cocina, en ambos casos destinadas fundamentalmente al uso individual o también calderas compactas ya de mayor altura y capacidades para uso en instalaciones centrales.

Estas calderas mixtas además de la seguridad y control que aseguran su buen funcionamiento automático, vienen provistas con sistemas de regulación de la temperatura de salida del agua, tanto para la sanitaria como la de calefacción y termostatos de regulación y de límite de seguridad.

Las *calderas murales mixtas* constan de un serpentín de cobre externo y otro interno totalmente independientes, por el cual se transfiere el calor del agua de calefacción al agua caliente de consumo, según el esquema que se muestra en la figura 3-III. Vienen provistas con la bomba circuladora y vaso de expansión cerrado para el agua de calefacción y sistemas de controles incorporados.

Estos sistemas son similares a los calefones y su capacidad se reduce cuando los consumos aumentan simultáneamente. En las calderas murales pequeñas cuando se consume agua caliente se corta automáticamente el servicio de calefacción.

Por tal motivo, es recomendable el uso de calderas murales con un pequeño tanque de acumulación de agua caliente para el caso de consumos mayores.

Si la necesidad de agua caliente es importante, es conveniente la acumulación de agua caliente en un tanque mayor, pudiéndose emplear calderas tipo *cocina con tanque de acumulación* construido en

chapa de hierro galvanizado con serpentín de cobre como se muestra en la figura 4-III.

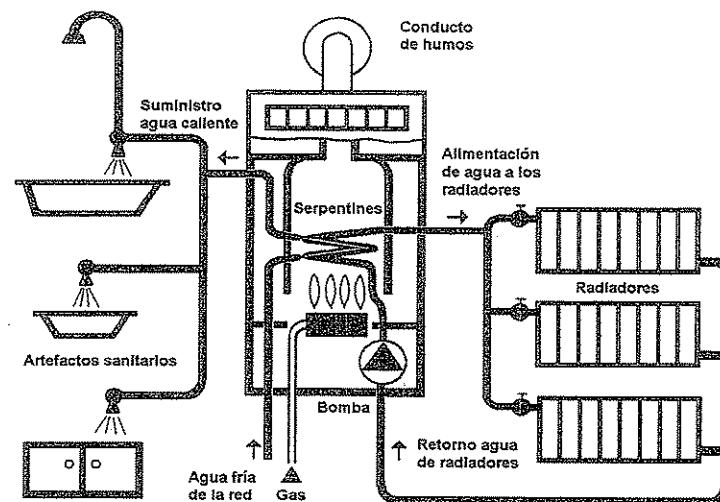


Figura 3-III. Esquema mixto con caldera mural

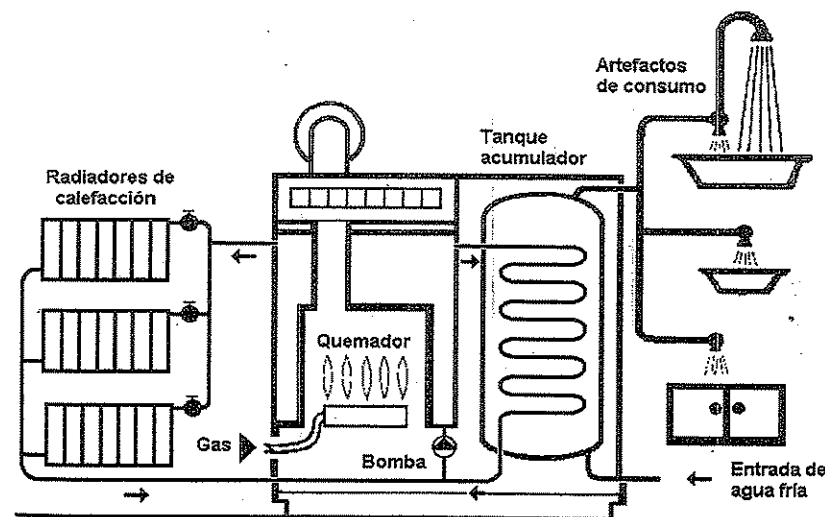


Figura 4-III. Caldera bajo mesada con acumulación

SISTEMAS CENTRALES

Están destinados a calentar el agua de consumo sanitario, requiriendo una caldera y un tanque de agua caliente denominado *tanque intermediario*, centralizado para el servicio del edificio.

Esta caldera normalmente alimenta también el sistema de calefacción, mediante dos circuitos uno *primario* y cerrado compuesto por el agua caliente de calefacción generado por la caldera y otro *secundario* y abierto, constituido por el agua calentada y acumulada en el tanque intermediario para su distribución.

Tanque intermediario

El tanque intermediario es un depósito de acumulación de agua caliente con aislación térmica similar al termotanque, pero se diferencia en que la producción de calor no viene incorporada directamente, sino que utiliza un serpentín recorrido por agua caliente proveniente de la caldera, de acuerdo a la figura 5-III.

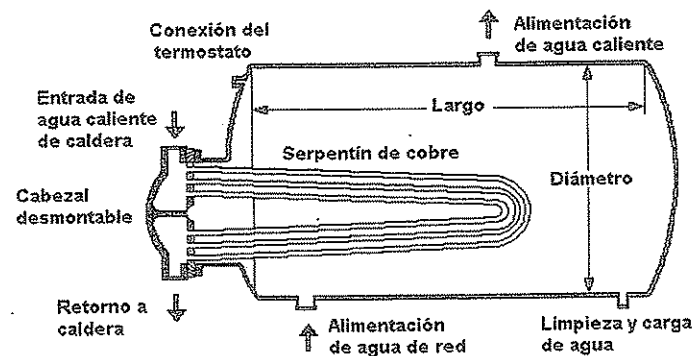


Figura 5-III. Detalle de tanque intermediario

Son generalmente de hierro galvanizado por inmersión, tienen forma cilíndrica y fondos bombeados para conferirles mayor resistencia a la presión del agua que soportan. También se fabrican de chapa negra vitrificada interiormente o con acero inoxidable.

Deben tener en uno de sus extremos una tapa de acceso desmontable para efectuar las tareas de mantenimiento o limpieza del cabezal o el serpentín, por lo que deben preverse en su montaje los espacios ade-

cuados. Exteriormente deben contar con aislación térmica, generalmente de lana de vidrio o mineral de 25 mm de espesor.

Forma de instalación

Una caldera suministra agua caliente al serpentín de cobre del tanque, con una válvula de regulación, comandada por un termostato de inmersión como se ve en la figura 6-III.

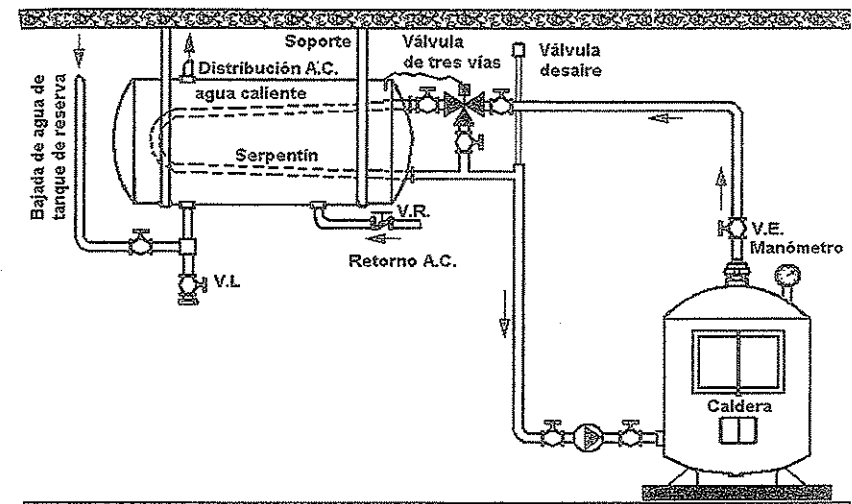


Figura 6-III. Detalle de montaje de tanque intermediario

La conexión de agua fría se efectúa por abajo y la distribución del agua caliente para el suministro sanitario por arriba porque es más liviana, debiendo contar con una válvula de limpieza en la parte inferior.

El agua de la caldera obviamente a mayor temperatura que la del agua caliente domiciliaria circula por el serpentín de cobre, mediante una bomba circuladora, para transferir el calor de la caldera al agua almacenada en el tanque intermediario, manteniendo una temperatura constante en el mismo.

El control del sistema se realiza por un termostato que sensa la temperatura del agua para que trabaje a la temperatura de diseño y una válvula de tres vías modulante que regula el flujo de agua caliente a suministrar.

La circulación del agua caliente por el tanque puede efectuarse por *termosifón* sin el empleo de bomba y en tal caso el tanque debe necesariamente ubicarse por encima de la caldera. En este caso el movimiento se efectúa por la diferencia de pesos específicos, dado que el agua de retorno de la caldera está más fría y por tanto es más pesada que la de alimentación.

También puede utilizarse como fluido primario vapor, en lugar de agua caliente, con menores dimensiones del serpentín de cobre, pero actualmente no es usual su aplicación.

Estas instalaciones se realizan en general conjuntamente con las de calefacción del edificio, suministrando la caldera también el agua caliente a los dispositivos de calentamiento como el caso de radiadores.

Cálculo de la capacidad de los tanques intermediarios

La determinación del período máximo de consumo y la cantidad de agua caliente necesaria no es fácil de hacerse con precisión, por ello suelen asignarse valores prácticos indicados establecido cuadro 1-III

CUADRO 1-III. CAPACIDAD DE TANQUES INTERMEDIARIOS

<i>Intermediarios individuales</i>	<i>Capacidad (litros)</i>
Departamentos reducidos:	80
Departamentos comunes	100
Casas de familia.	150
Se aumenta 50 litros por baños.	
<i>Intermediarios centrales</i>	<i>Capacidad (litros)</i>
Departamentos	80
Casas de familia	100

En edificios públicos, hospitales, oficinas, etc. el cálculo se efectúa en base a 20 litros por canilla o artefacto provisto por ella

La cantidad de calor a aportar por la caldera, considerando un calentamiento del agua de provisión de 10 °C hasta 60 °C en dos horas, puede calcularse con la fórmula:

$$Q = 25 V$$

Donde:

Q cantidad de calor a aportar por la caldera (kcal/h).

V: volumen del tanque (litros).

FORMAS DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA CALIENTE

El suministro de agua caliente en los sistemas comunes se hace por medio de cañerías llamadas *columnas montantes*, que salen de la parte superior del tanque intermediario y de la que derivan los ramales necesarios para alimentar a los diversos artefactos de la instalación. La circulación del agua caliente en los sistemas de distribución, pueden ser *con o sin recirculación* como se observa los esquemas de la figura 7-III.

El caso de distribución *sin circulación* se detalla a la izquierda de la figura y consiste en una tubería que sale de la parte superior del tanque intermediario la cual conduce el agua a los distintos artefactos. El inconveniente de este sistema reside en que al abrir la llave de un artefacto hay que esperar un cierto tiempo para tener agua caliente, dado que por el uso poco frecuente de algunos artefactos el agua se enfría en las cañerías.

La distribución *con circulación* tiene la ventaja que se establece un circuito permanente de agua caliente en movimiento y al llegar el agua al punto más alejado retorna al equipo de calentamiento, manteniéndose la temperatura constante. Estos sistemas realizan en instalaciones de cierta envergadura de edificios de varios pisos, clubes, hospitales, etc.

Formas de recirculación

La circulación del agua puede ser *natural o forzada*.

La *circulación natural* es debida al principio de termosifón, efectuándose la circulación por la presión eficaz producida por la diferencia de peso entre las columnas de alimentación más caliente y por lo tanto más liviana la de retomo más fría y más pesada. Por ello, el tanque de acumulación de agua caliente debe estar en la parte inferior del edificio.

En el sistema de *circulación forzada* se emplea una bomba pequeña emplazada en el circuito de retorno, que tiene la finalidad de acelerar la circulación mejorando el efecto de termosifón.

Designación de las cañerías

Los montantes son las que salen del tanque intermediario o termotanque y conducen el agua caliente hasta la parte alta del edificio por encima del último nivel del artefacto y se dividen mediante una T que vincula la cañería de distribución horizontal con la vertical que consti-

tuyen los escapes que son cañerías que permiten la expansión del agua y eliminar los vapores producidos por eventuales sobrecalentamientos.

Su remate termina en una U cerrada con malla fina, hasta más arriba de la entrada de agua que surte al respectivo intermediario. El diámetro mínimo es de 0,013 m.

Los retornos conducen el agua caliente circulante no utilizada hacia el intermediario o termotanque inferior.

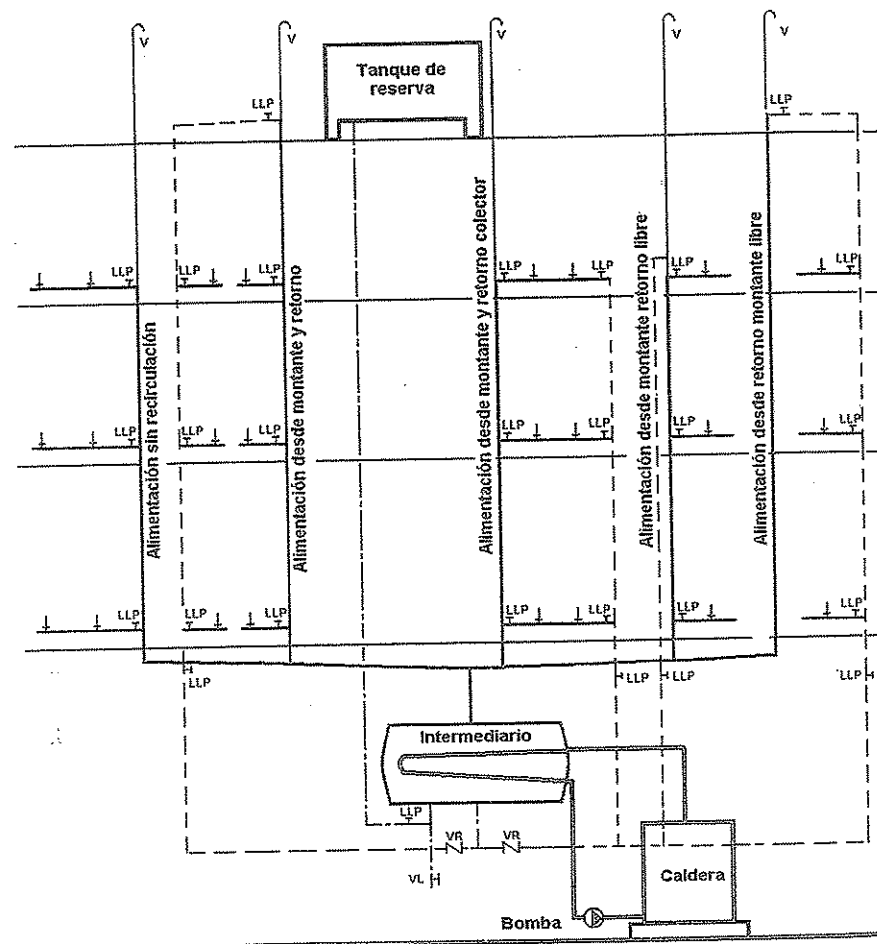


Figura 7-III. Detalles de tipos de montaje de cañerías

Los ramales de distribución pueden derivarse de una columna montante o de un retorno y abastecer a un piso o sector o un local sanitario. Al entrar en cada unidad deben tener una llave de paso accesible.

Los ramales horizontales, deben tener llaves de paso a fin de poder independizar las cañerías de suministro. Las cañerías de retorno deben contar con llaves de paso superior e inferior a fin de poder independizarlas del tanque.

CÁLCULO DE CAÑERÍAS DE AGUA CALIENTE

En cálculo de las secciones de cañerías de agua caliente se realiza de la misma manera que las de distribución de agua fría.

Los diámetros mínimos empleados son de 0,013 m para caños de latón, cobre o plásticos de polietileno reticulado o polipropileno y de 0,019 para hierro galvanizado teniendo en cuenta la posibilidad de incrustaciones de estas cañerías.

El cálculo comienza fijando lo mismo que en agua fría, con los valores que dan las secciones necesarias en cm^2 de cañerías para alimentación de distintos conjuntos de artefactos, de manera similar al explicado para los sistemas de provisión de agua fría.

La sección de la cañería de bajada de tanque para alimentación, se calcula también en base al número de aparatos, departamentos o grupo de instalaciones a surtir teniendo en cuenta los valores siguientes:

- Bajadas a intermediario individual: $0,71 \text{ cm}^2$.
- Bajada a calentadores: $0,71/4 = 0,18 \text{ cm}^2$, por cada calentador.
- Bajada a intermediarios centrales: Se determina la necesidad de cada grupo de instalaciones o artefactos. Estos valores se indican en el cuadro 2-III.

Una vez calculada la sección en cada tramos, se efectúa el dimensionamiento de la cañería con la tabla consignada en el cuadro 7-I anterior, que si bien fue confeccionada para caños de hierro galvanizado, puede ser utilizada en la práctica para cañerías plásticas o metálicas con cierto margen de seguridad.

CUADRO 2-III. CM² DE CAÑERÍAS DE AGUA CALIENTE

Tipo de recinto o artefactos de bajada	cm ²
Cada lavatorio o pileta lavamanos (Fuera del recinto del inodoro) edificios públicos	0,18
Cada toilets en edificios públicos	0,27
Un solo artefacto	0,36
Baño principal o de servicio o pileta de cocina, lavar y lavacopas.	0,44
Baño principal o de servicio y pileta de cocina, de lavar y pileta lavacopas o bien baño principal y de servicio	0,53
Un departamento completo compuesto por baño principal, de servicio, pileta de cocina, de lavar y lavacopas	0,62

Ejemplo de cálculo

En la figura 8-III se indican los diámetros de cañerías, calculados para un sistema de distribución desde montante y retorno.

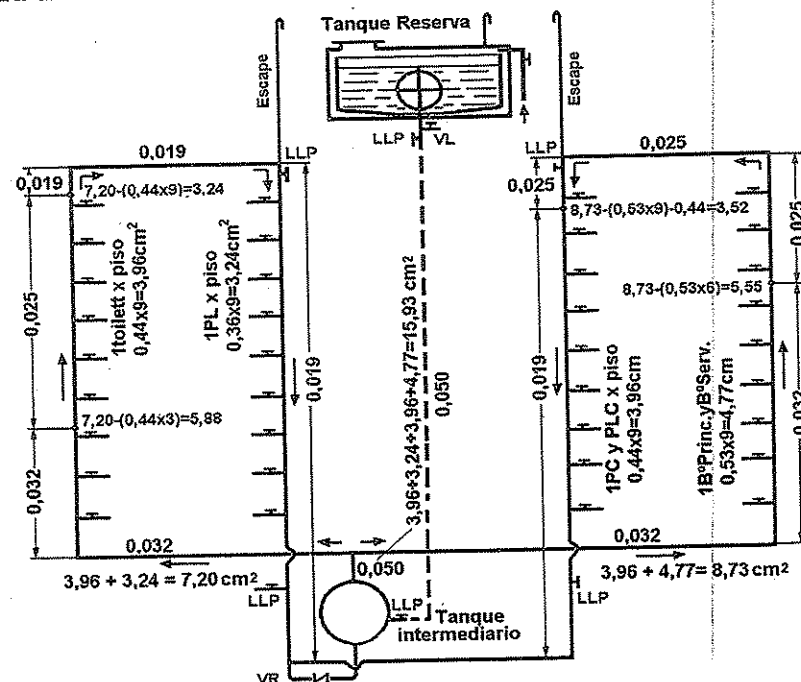


Figura 8-III. Esquema de cálculo de cañerías de agua caliente

CAPÍTULO IV

INCENDIO

La protección contra incendio comprende un conjunto de condiciones de construcción, instalación y equipamiento de los edificios, cuyos objetivos son los siguientes:

- Dificultar la gestación de incendio.
- Evitar la propagación del fuego y gases tóxicos.
- Permitir la permanencia segura de los ocupantes hasta la evacuación.
- Facilitar el acceso y extinción del fuego por los bomberos.
- Disponer de instalaciones de extinción.

Existen dos formas diferenciadas de defensa para encarar el riesgo de incendio que puede ser *pasiva* o *activa*.

La *defensa pasiva* reside en adoptar un adecuado diseño del edificio, empleando muros cortafuegos, estructuras resistentes al calor, salidas de emergencia, puertas especiales de seguridad, escaleras de escape, etc.

La *defensa activa* consiste en la ejecución de sistemas destinados a detectar el incendio y a extinguirlo con el empleo de matafuegos, o la realización instalaciones fijas de proyección de agua, rociadores, inundación de gases, espumas, etc.

Combustión

Para que se produzca la combustión es necesario que existan tres elementos básicos que constituyen el denominado *triángulo del fuego*,

constituido por *el combustible, el comburente u oxígeno y la temperatura de ignición*.

La extinción de incendio consiste en eliminar por lo menos uno de esos factores intervinientes. Como el combustible es obvio que no se puede eliminar, la técnica consiste en reducir el comburente mediante el *ahogo o sofocación* del fuego o *enfriar* el combustible por debajo de la temperatura de ignición, o los dos simultáneamente.

Tipos de fuegos

Para la extinción se clasifican los tipos de fuego en virtud de las características de los materiales en 4 clases denominados A, B, C y D, de acuerdo a lo siguiente:

Fuegos clase A: producidos por materiales sólidos comunes como maderas, fibras de maderas, papeles, cartones, etc. y se los combaten mediante el *enfriamiento*, fundamentalmente con *agua*.

Fuegos clase B: originados por líquidos inflamables como naftas, aceites, grasas, pinturas, ceras, solventes, etc. y se los extinguen mediante la *sofocación*, reduciendo el comburente con *espumas químicas*.

Fuegos clase C: producidos por los materiales descriptos en A o B, pero bajo tensión eléctrica. Se emplean agentes extintores *no conductores de la electricidad*, que actúan *ahogando* y a la vez *enfriando* el fuego, mediante la expansión de *anhídrido carbónico* o compuestos como el FM 200 (en reemplazo de los halones que afectaban la capa de ozono) o *polvo químico seco*.

Fuegos clase D: originados por metales combustibles como el magnesio, sodio, etc. y se lo *asfixia* empleando *arena, escorias o polvos especiales*.

DETECCIÓN DEL INCENDIO

Estas instalaciones están destinadas a producir la alarma ante cualquier conato de incendio, ya sea por los fenómenos de combustión, humo, llama o calor. El sistema se compone de una *central de alarma de incendio*, detectores, avisadores manuales, así como elementos acústicos y luminosos de alarma y evacuación.

La central recibe la información de los detectores, indicando el sector del siniestro y como se observa en el esquema de la figura 1-IV, pone en funcionamiento los sistemas de alarma y evacuación conveniente-

mente distribuidos, compuestos por tableros receptores, letreros, campanas, sirenas, etc., como así también la actuación de instalaciones fijas de extinción, corte de suministro de fluidos y todo accionamiento necesario para lograr una más segura prevención.

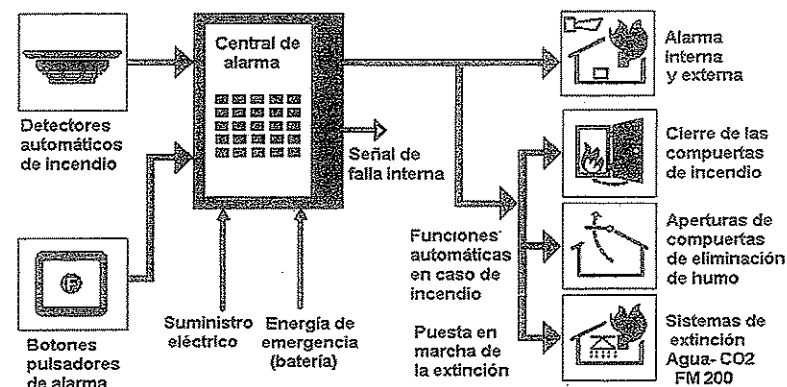


Figura 1-IV. Sistema de detección y extinción de incendio

El sistema de *detección de incendios* debe controlar en forma automática una amplia gama de importantes funciones, de acuerdo al tipo de edificio o la característica del peligro de incendio. Se prevé la colocación de pulsadores en las vías de evacuación o en el interior de los locales y la instalación de sirenas o campanas en número suficiente para la correcta señalización de la emergencia.

En algunos casos se cuenta con una *alarma externa*, que puede efectuar la transmisión automática de mensajes. Paralelamente, se pueden realizar automáticamente el cerrado de puertas de contrafuegos y el encendido de la ventilación destinada a la eliminación de humos y eventualmente la puesta en marcha de una *instalación de extinción*.

Una rápida advertencia y la consiguiente acción contra el fuego, dan como resultado una fácil extinción reduciendo un eventual daño. Entre los detectores automáticos que más se utilizan se pueden mencionar los siguientes:

- **Detector iónico:** que reacciona en forma inmediata ante los productos de la combustión, invisibles y visibles y es el apropiado para detectar la mayor parte de los incendios.
- **Detector óptico:** que reacciona ante los humos visibles. Se los utiliza combinándolos con los detectores iónicos, para proteger principalmente locales donde hay aparatos eléctricos y electrónicos.

- *Detector térmico*: consiste en un elemento bimetálico que opera un contacto eléctrico cuando se alcanza su temperatura de operación, que puede ser graduable de acuerdo al riesgo entre 45 y 90 °C.

En la figura 2-IV se muestran un detector iónico y óptico respectivamente.

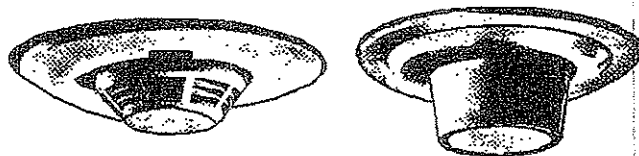


Figura 2-IV. Vista de un detector iónico y óptico

Para el cálculo de *detectores de humos* considerando techos planos, cubren aproximadamente una superficie de 60 m² hasta los 6 m de altura y 80 m² en alturas entre 6 y 12 m. En el caso de detectores de calor, en general su superficie de cobertura es de 20 m².

Para llegar a los *pulsadores manuales* el recorrido no debe superar

los 25 m y su altura varía entre 1,2 y 1,5 m. Como mínimo debe disponerse de una *sirena* por sector de incendios.

En la figura 3-IV se muestra un diagrama elemental de cómo funciona un sistema de detección de incendio.

Mientras el circuito está cerrado la corriente circula por la bobina reteniendo el contacto vinculándose el circuito a través de los detectores, pero al operarse alguno de ellos el circuito eléctrico se abre y como la bobina no puede retener el contacto, se cierra el circuito por la alarma audiovisual compuesta de campana y luces.

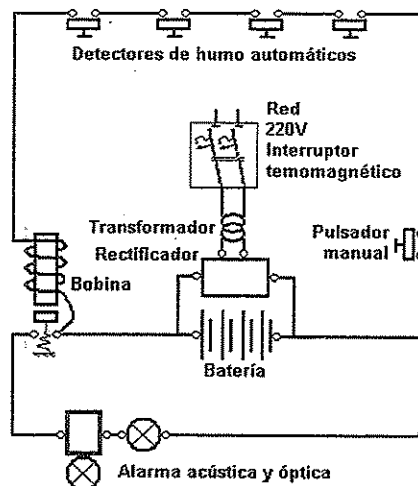


Figura 3-IV. Esquema básico de sistema de detección

Estas instalaciones funcionan con corriente continua a baja tensión generalmente de 12 o 24 volts, mediante un transformador y rectificador y deben contar con una batería de apoyo para garantizar la autonomía de la central de alarma, ante una eventual falla o corte del suministro eléctrico.

SISTEMAS DE EXTINCIÓN

Los elementos destinados a la extinción se pueden clasificar en:

- *Extintores portátiles*: son los llamados *matafuegos* que permiten su accionamiento o transporte manual. Su aplicación está destinada al inicio del foco de incendio de acuerdo al tipo de fuego. Se fabrican de anhídrido carbónico, FM 200 (reemplaza al halón), triclase ABC, espuma, polvo químico, agua, etc. Deben ubicarse en lugares fácilmente accesibles. Se debe capacitar al personal en su utilización y efectuar un mantenimiento periódico, para tener la seguridad de contar con la carga apropiada en todo momento.
- *Extintores fijos*: son elementos instalados en forma permanente en lugares estratégicos del edificio y pueden funcionar mediante detectores automáticos.

Se pueden mencionar las siguientes instalaciones fijas:

- *Sistemas de inundación completa*: que actúan mediante la dilución de la concentración de oxígeno en los locales, con la descarga del anhídrido carbónico o inhibidores de la reacción química como el FM 200.
- *Sistemas de rociadores a base de niebla de agua*: que deben ser adecuadamente distribuidos con cañerías de agua a presión, de acuerdo a su aplicación.
- *Sistemas de proyección de agua*: mediante tanques de incendio, con redes de cañerías, bocas o hidrantes y mangueras con lanza y boquilla.
- *Sistemas a base de espuma*: mediante la formación de burbujas con una red de cañerías que transporta agua y un agente emulsificador que origina la espuma.

Se emplean además otros *elementos extintores* como la arena para evitar la propagación de fuegos incipientes y las *frazadas de amianto*, que es un material incombustible y no conductor de la energía eléctrica, que se utiliza para apagar el fuego por ahogamiento.

Riesgos de incendio

Las condiciones de extinción de incendios en los edificios se establecen por el *grado de riesgo de incendio*, determinado por el tipo de combustible que se utiliza.

- *Riesgo 1. Explosivos.*
- *Riesgo 2. Inflamables*
Son de 1ª categoría, cuando su punto de inflamación es menor o igual a 40 °C (alcohol, éter, nafta, benzol, acetona) y de 2ª categoría, cuando su punto de inflamación está entre los 40° y 120°C (kerosene, aguarrás, ácido acético).
- *Riesgo 3. Muy combustibles:* materias que expuestas al aire pueden ser encendidas y continúan ardiendo una vez retirada la fuente de ignición sin necesidad de aumentar el flujo de aire. (hidrocarburos pesados, madera, papel, carbón, tejidos de algodón).
- *Riesgo 4. Combustibles:* materias que expuestas al aire pueden ser encendidas y continúan ardiendo una vez retirada la fuente de ignición con una proporción de aire superior a lo normal. (determinados plásticos, cueros, lanas, madera y tejido de algodón con retardadores, etc.).
- *Riesgo 5. Poco combustibles:* materias que se encienden al ser sometidas a altas temperaturas, pero cuya combustión cesa al ser apartada la fuente de ignición (celulosas artificiales).
- *Riesgo 6. Incombustibles:* materias que al ser sometidas al calor o llama directa pueden sufrir cambios en su estado físico, acompañados o no por reacciones químicas sin formaciones de materia combustible (hierro, plomo, etc.).
- *Riesgo 7. Refractarias:* materias que al ser sometidas a alta temperatura hasta 1500°C aún durante períodos muy prolongados, no alteran ninguna de sus características físicas o químicas (amianto, ladrillos cerámicos, etc.).

Condiciones de extinción en edificios de vivienda

Para establecer las condiciones de extinción a aplicar deben considerarse las distintas actividades predominantes y la probabilidad de gestación y desarrollo de fuego en los sectores o ambientes de acuerdo al tipo de edificio, que establecen las normas específicas para cada caso particular.

Para el caso de edificios de vivienda se pueden mencionar como referencia las tablas que figuran en el cuadro 1-IV, establecidas en el Código Municipal de Buenos Aires, que clasifican los edificios en determinados grupos, de acuerdo con sus características y altura.

- *Grupo 1:* edificios de vivienda unifamiliar, cualquiera sea su disposición y altura.
- *Grupo 2:* edificios de vivienda colectiva, hasta los 28 m.
- *Grupo 3:* edificios de vivienda colectiva, de 28 a 50 m.
- *Grupo 4:* edificios de vivienda colectiva, de más de 50 m.

CUADRO 1-IV. CONDICIONES GENERALES DE PROTECCIÓN

<i>Instalaciones específicas</i>	<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>	<i>Grupo 3</i>	<i>Grupo 4</i>
Detección automática	-	-	Si (1)	Si (1)
Pulsadores de alarma (2)	-	-	Si	si
Comunicación Interna (3)	-	Si	Si	Si
Bocas de Incendio	-	-	Si (4)	Si (5)
Instalaciones fijas de extinción (6)	-	-	Si	Si
Matafuegos (7)	Si	Si	Si (8)	Si (8)
<i>Instalaciones generales del edificio</i>	<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>	<i>Grupo 3</i>	<i>Grupo 4</i>
Ascensor para uso prioritario de bomberos en caja de escalera	-	-	Uno	Uno
Iluminación de emergencia	-	Si	Si	Si
Señalización de vías de evacuación	-	Si	Si	Si
Medios de evacuación (9)	-	Si	Si	Si

Referencias del cuadro 1-IV:

- (-) No requieren medidas específicas de protección
- (1) Cuando la superficie de planta supere los 200 m². Deben instalarse detectores de humo para poner en funcionamiento un sistema de alarma acústica audible, en los pasillos, escaleras y espacios comunes de circulación y en las zonas de servicio al edificio, tales como salas de reunión, de juegos, de deportes, etc. La central de comunicaciones y alarma debe situarse en conserjería.
- (2) Se deben instalar en los paliers de cada piso.
- (3) Cada unidad habitacional debe contar con un sistema de comunicaciones interno hacia y desde el Encargado del edificio.
- (4) Cuando la superficie de planta supere los 200 m². Uno de los equipos debe situarse cerca del acceso. El diámetro de los equipos debe ser de 45 mm.
- (5) Cualquiera sea la superficie de planta y el número de bocas debe cubrir toda la superficie.
- (6) Debe instalarse un sistema de extinción automática, a partir del segundo subsuelo, de modo que cubra toda la superficie.

- (7) Se debe disponer de un matafuego tipo ABC de 5 kg cada 200 m² de superficie los que se ubicarán en zonas comunes y de fácil acceso, de manera que para poder acceder a uno de ellos no sea preciso subir o bajar más de un piso. Para aquellas zonas de riesgo eléctrico, tales como salas de bombas, de máquinas de ascensores, tableros eléctricos y para la sala de medidores de gas el matafuego debe ser tipo BC de 5 kg en el acceso a cada local.
- (8) Cada unidad habitacional debe contar con un matafuegos tipo ABC de 2,5 kg el que se debe ubicar en un lugar de fácil acceso.
- (9) Si el edificio no posee caja de escalera, o no tiene escalera para evacuación de personas y por la ubicación o construcción no tiene otras vías de escape alternativas, se debe adoptar un sistema de escape de personas ancianas y/o con necesidades especiales.

INSTALACIONES DE AGUA CONTRA INCENDIOS

Consiste en un *tanque de almacenamiento* de características constructivas similares a los tanques de reserva o bombeo domiciliarios, indicadas en la figura 5-I anterior. Su fondo debe estar a una altura mayor de 5 m sobre el último piso que asegure una eficiente presión hidráulica, para que el chorro de la manguera pueda batir la misma y en caso de no poder cumplir esa exigencia, generalmente se instala un tanque hidroneumático detallado en la figura 6-I anterior. La capacidad del tanque se determina en función de considerar:

- 10 litros por m² de piso para bocas de incendio.
- 5 litros por m² de piso servido por sprinkler o rociadores.

Para que el agua tenga una mínima circulación en el tanque, se requiere una derivación con un diámetro no mayor de 13 mm que debe servir a un depósito automático de inodoro.

Tanque mixto

Cuando el tanque de almacenamiento de incendio se lo unifica con el tanque de reserva domiciliario de agua potable, se lo denomina *tanque mixto*. Para ello, la cañería de bajada parte del fondo del tanque y sube lateralmente hasta el nivel previsto para el volumen de incendio formando un sifón, de modo que cuando el agua sale entra aire por el ruptor de vacío impidiendo que baje del mencionado nivel, como se indica en la figura 4-IV.

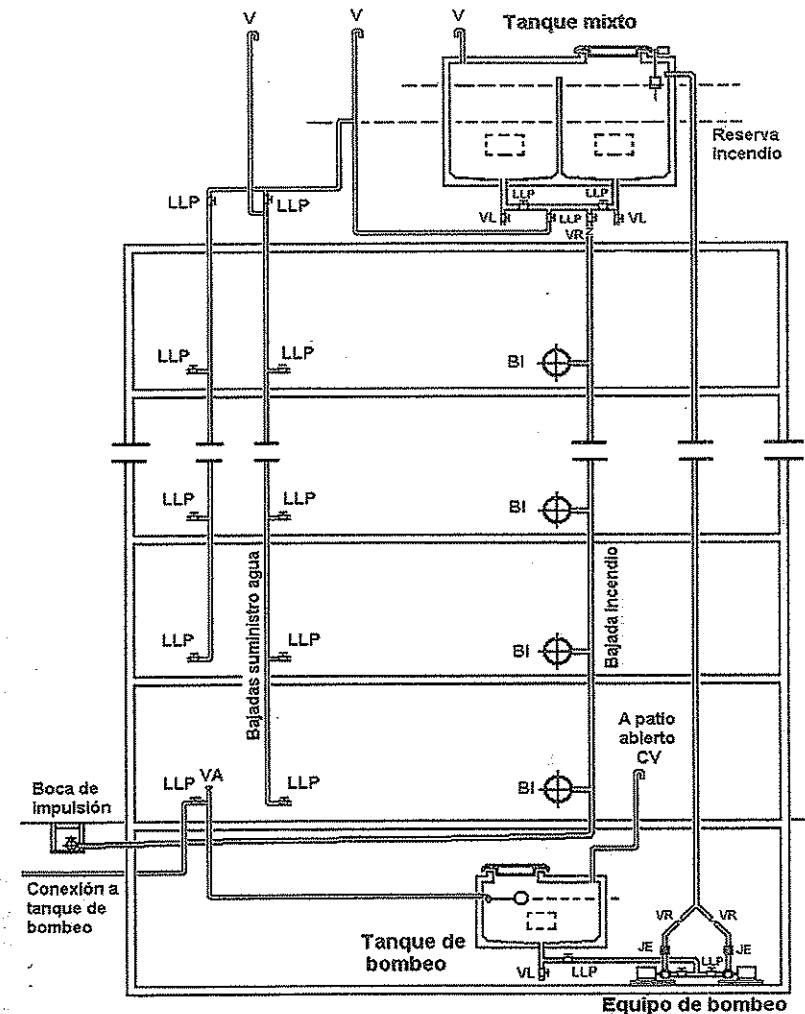


Figura 4- IV. Detalle de montaje de tanque mixto

La capacidad del tanque debe ser suficiente como para almacenar el volumen de agua de reserva para los servicios sanitarios, manteniendo la disponibilidad requerida para incendio. El inconveniente de los servicios mixtos radica en que *al necesitar almacenar más cantidad de agua*, generalmente se suele superar la capacidad máxima permitida de

almacenamiento de agua potable que, como se había mencionado en el capítulo I, era del 50% mayor que el consumo diario, por lo que se debería asegurar una permanente renovación de la misma a fin de evitar posibles contaminaciones.

Las cañerías de bajada de alimentación de incendio pueden ser de hierro galvanizado, latón o bronce y en ellas se instalan las *bocas de incendio*, ubicadas en nichos de 75 x 75 x 25 cm de profundidad que contienen una lanza y una manguera.

El número de bocas de incendio en cada piso se calcula con la fórmula:

$$N^{\circ} \text{ bocas} = \text{Perímetro (m)} / 45$$

El perímetro es la longitud de los muros perimetrales de cada cuerpo del edificio. La distancia entre bocas *no debe ser superior a 30 m* en virtud de la longitud de las mangueras y su ubicación debe estar cerca de las escaleras y accesos.

Sistemas de rociadores o sprinkler

Desde el segundo subsuelo inclusive y hacia abajo, se debe instalar un *sistema de rociadores automáticos de agua* para la extinción de incendios, que se denominan *sprinkler* de acuerdo a las características se pueden ver en la figura 5-IV.

Son elementos que se instalan bajo los cielorrasos de modo que si se produce un aumento anormal de temperatura en el local mayor de 70°C, se funde un dispositivo que lo mantienen cerrado, permitiendo que el agua salga en forma de una fina llovizna.

Se alimentan con un sistema de cañerías, *cubriendo alrededor de 10 m² de superficie cada uno.*

Cuando se emplean simultáneamente para la extinción bocas de incendio y sprinkler, debe sumarse para determinar la capacidad de agua del tanque de almacenamiento de incendio, *un valor de 5 litros por m² de área servida.*

Las cañerías en general son de hierro galvanizado y su diámetro mínimo es de 25 mm (1"). Los diámetros de las cañerías pueden estimarse en función de número de sprinkler alimentados, de acuerdo a la tabla del cuadro 2-IV.

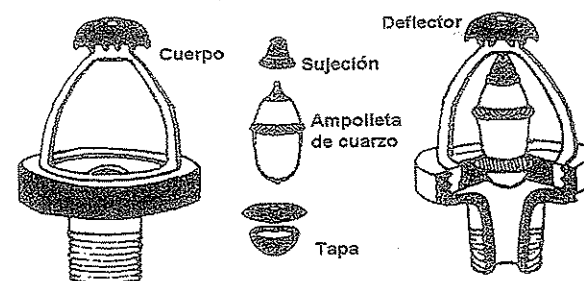


Figura 5-IV. Detalle de sprinkler de ampollita

CUADRO 2-IV. TABLA CÁLCULO
CAÑERÍAS SPLINKLER

Φ Cañerías mm (")	Nº de splinkler
25 (1")	2
32 (1¼")	3
38 (1½")	5
51 (2")	10
64 (2½")	30
76 (3")	36
100 (4")	62
125 (5")	112

Equipo de bombeo para sistemas contra incendio

El suministro de agua contra incendio puede efectuarse mediante un equipo de bombeo automático, según el esquema de montaje indicado en la figura 6-IV, con un tanque de incendio no elevado.

Está compuesto básicamente por una bomba principal con motor eléctrico, una bomba de reserva accionada por motor diesel con capacidad igual a la principal y una bomba auxiliar denominada *jockey* (piloto) que es siempre eléctrica y de pequeño caudal, apoyada mediante un tanque hidroneumático que actúa como fuelle o pulmón para mantener la red presurizada y presiostatos para detectar las fluctuaciones de presiones en la red.

Cuando en caso de incendio se activa un rociador o un hidrante y se produce la descarga de agua en algún punto de la red, al detectarse una disminución de presión de agua la bomba *jockey* actúa automáticamente.

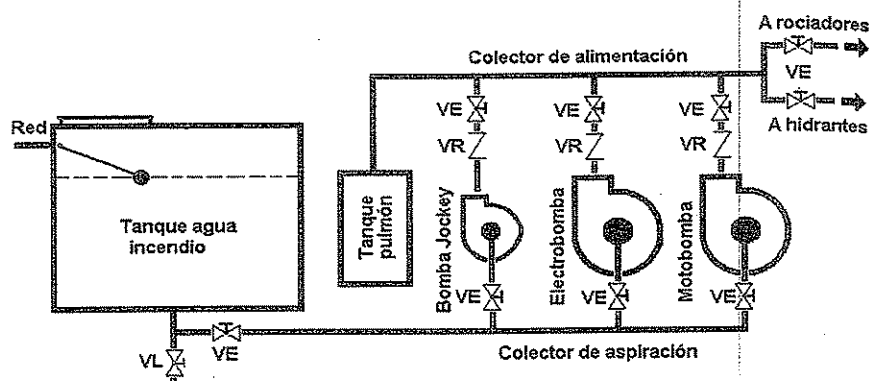


Figura 6-IV. Esquema de sistema de bombeo para incendio

Si el incendio se incrementa, activándose otros dispositivos de extinción, el sistema requiere un aumento del caudal circulante y cuando la bomba jockey resulta insuficiente y sigue disminuyendo la presión hasta un valor mínimo predeterminado, se pone en marcha automáticamente la bomba eléctrica principal diseñada para la capacidad total, la que sólo se podrá detener por acción manual.

La alimentación eléctrica a las bombas debe realizarse mediante una línea independiente de la general del edificio, para que no sea afectada por el corte del suministro eléctrico en caso de incendio.

Además, como seguridad en caso de falta de energía, se debe instalar en paralelo otra motobomba principal diesel provista con batería de arranque. Una alternativa, es el montaje de otra bomba eléctrica principal, alimentada desde un grupo electrógeno.

ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

En todo edificios donde se realicen actividades en horario nocturno o que cuenten con lugares de trabajo que no reciben luz natural, se exige que deben contar en forma obligatoria con un sistema de luz de emergencia, que se enciendan automáticamente, en caso de corte de la energía eléctrica de la red de suministro y tengan una autonomía mínima de 1,5 horas.

Los equipos de iluminación de emergencia individuales, se componen de una batería con su cargador y un sistema de conmutación, pu-

diendo ser del tipo centralizado con varias luminarias conectadas a un sistema común.

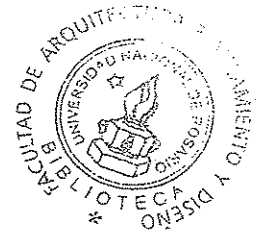
El nivel de iluminación no debe ser inferior a 10 lux sobre el nivel del piso y en los lugares como escaleras, cambios bruscos de dirección, codos, puertas, etc., no menor de 20 lux medidos a 0,80 m del solado, colocándose en general tubos fluorescentes de 15 Watt cada 5 a 6 m aproximadamente.

Es necesaria la iluminación de emergencia en las rutas de escape de incendio y en todos los medios de acceso, como corredores, cajas de escaleras y rampas, así como los medios de circulación y estadía pública. Las luminarias se ubican cerca de cada puerta de salida, intersección de pasillos, bifurcaciones, sobre alarmas o equipos de incendio, etc.

El periodo de funcionamiento debe ser el adecuado para la total evacuación del edificio y no inferior a 1,5 horas. Por otra parte debe realizarse una señalización de las vías de evacuación que puede ser mediante con un sistema foto luminiscente.

CAPITULO V

GAS COMBUSTIBLE



Tipos de gases

El gas combustible más utilizado es el *natural* que consiste en una mezcla de hidrocarburos livianos en estado gaseoso, distribuidos por redes de cañerías desde yacimientos de gas propiamente dicho o de petróleo y gas. Se compone básicamente de *metano* en un 80 a 95% y pequeñas partes de etano, propano, butano, anhídrido carbónico, etc.

Las ventajas del empleo de este tipo de combustible es que ya se encuentra en estado natural y su facilidad de transporte. El gas natural no es tóxico y como es inodoro, se le deben agregar mercaptanes para odorificarlo a fin de su detección por razones de seguridad.

Por otra parte es de sencilla medición, no requiere almacenado por el usuario, no produce contaminación, es de fácil manutención y produce llama directa de simple regulación. Como inconvenientes se pueden mencionar el peligro de asfixia en caso de fuga y la formación de mezclas explosivas.

Otro de los gases empleados es el *envasado* que está compuesto por *propano* y *butano*, que tienen la propiedad de licuarse a presiones moderadas, permitiendo el almacenamiento líquido en tanques o cilindros para su uso en estado gaseoso.

Se emplea en algunos casos el gas *manufacturado* que es producto de la destilación de la hulla formando el coke, el que debido a que arde con llama luminosa se lo denomina *gas de alumbrado* y el *biogas* que puede generarse en *bio-digestores*, que es producto de la descomposición de la materia orgánica por medio de bacterias y esta compuesto básicamente por metano y anhídrido carbónico.

INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE GAS NATURAL

Se clasifican los sistemas de distribución de gas según la presión de trabajo, de la siguiente manera:

- Alta presión: más de 2 kg/cm².
- Media presión: 0,5 a 2 kg/cm².
- Baja presión: 160 a 200 mmca (0,016 a 0,020 kg/cm²).

En general la distribución domiciliar se realiza actualmente en media presión, lo que requiere un *regulador de presión*, dado que los artefactos funcionan a baja presión.

Instalación interna

Se considera como *instalación interna* a los tramos de cañerías comprendidos entre 0,20 m fuera de la línea municipal del predio hasta los artefactos de consumo, la que se divide en *prolongación domiciliar* y *cañería interna*.

La *prolongación domiciliar* comprende las partes de cañerías desde 0,20 m fuera de la línea municipal hasta los *medidores* que provee la compañía distribuidora. Esa prolongación en el caso de redes de media tensión, se compone de dos partes:

- Tramo desde 0,20 m fuera de la línea municipal al *regulador domiciliar* de media a baja presión que provee el propietario.
- Tramo del regulador al medidor en baja presión.

La *cañería interna* comprende las partes que vinculan el medidor con los artefactos de consumo.

Acometida desde la red de distribución

Se coloca un nicho o gabinete al frente del edificio, empleándose para la *acometida* desde la red caños de polietileno (amarillo), lo que permite una simplificación en el montaje evitando la propagación de corrientes parásitas.

Estos caños deben contar con protección mecánica exterior por razones de seguridad, que consiste en una camisa de vaina exterior de

PVC, colocándose en el gabinete un accesorio de transición de polietileno a acero, como se indica en la figura 1-V.

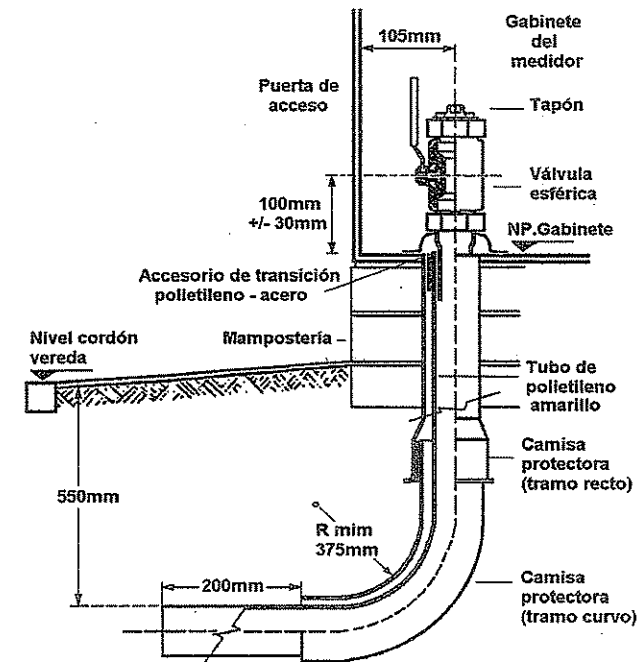


Figura 1-V. Acometida de redes de media tensión

Dentro del gabinete se instala una válvula precintada de cierre esférica en la entrada del servicio, a fin de que por alguna emergencia la instalación interna pueda desvincularse de la red desde el exterior del edificio.

Cuando se trata de *viviendas individuales* dentro del gabinete se coloca el regulador y el medidor, los que se ajustan a las características que se muestran en la figura 2-V.

En el caso de viviendas colectivas en el gabinete se coloca el regulador y en baja presión se efectúa la prolongación domiciliar hasta los medidores se emplazan en un recinto específico, cuyas características se han descrito en la figura 6 de la Introducción.

Esa prolongación que está a cargo del propietario, debe ser en caño de hierro con protección anticorrosiva, normalmente con revesti-

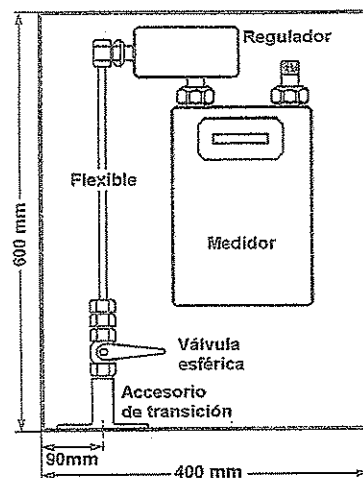


Figura 2-V. Medidor individual al frente del edificio

Para la conexión de artefactos y con una longitud máxima de 0,50 m pueden utilizarse caños de cobre, no debiéndose emplear caños de goma, plásticos u otros materiales similares por razones de seguridad.

Las cañerías no deben estar expuestas a la humedad por lo que debe alejarse de canillas y caños de agua, desagües y de todo conductor eléctrico. No deben pasar por chimeneas y si están cercanas a cañerías de calefacción deben contar con protección térmica.

Actualmente como se distribuye gas seco a media presión, no es necesario tomar previsiones con la instalación de sifones y pendientes, que eran necesarios en el caso de suministro de gas a baja presión.

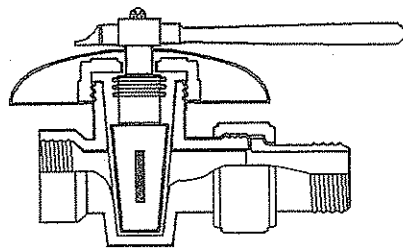


Figura 3-V. Llave de paso

miento de cobertura epoxi o polietileno extruido. El tendido no debe pasar por pasillos de entrada, circulaciones, etc., instalándose bajo tierra, en sótanos o embutidos en las paredes y no se admite el pasaje de esas cañerías por dormitorios o ambientes habitables por razones de seguridad.

Cañería interna

Se establece que las cañerías internas deben ser de acero, protegidas con pintura epoxi y vinculados mediante accesorios roscados. Se admiten también tubos compuestos de acero y polietileno que permiten la unión por termofusión.

En cada artefacto de consumo se debe colocar una llave de paso de igual diámetro de la cañería que lo alimenta, en el mismo local y accesible a la vista y de fácil accionamiento. Debe ser de cierre a 1/4 de vuelta con tope y son denominadas *macho*, de las características indicadas en la figura 3-V.

CÁLCULO DE CAÑERÍAS DE GAS A BAJA PRESIÓN

El método cálculo de las cañerías de gas difiere según sea la *cañería interna* o la *prolongación domiciliarias*.

Cálculo de la cañería interna

El *caudal de gas* a suministrar (en m³/h o l/h), se obtiene del consumo de los artefactos a instalar. En la tabla que se incluye en el cuadro 1-V, se dan los valores estimados de los artefactos de usos domésticos.

CUADRO 1-V. CONSUMO MEDIO DE ARTEFACTOS DOMÉSTICOS

Cocinas	kcal/h
Quemadores de hornalla chicos	800- 1000
Quemadores de hornalla medianos	1200- 1400
Quemadores de hornalla grande	2000
Quemadores de horno	2500- 4000
Calefones	kcal/h
De 3 l/min	4700- 5000
De 8 l/min	11500-12500
De 10 l/min	15000-16000
De 12 l/min	18000-19000
De 14 l/min	21000-22400
De 16 l/min	24000-25500
Termotanques	kcal/h
De 50 l de capacidad	4000- 5000
De 75 l de capacidad	5000- 6500
De 110 l de capacidad	6500- 8000
De 150 l de capacidad	8000- 9500

Para el cálculo de cañería se emplea la tabla confeccionada con la fórmula del doctor Poole, inserta en el cuadro 2-V que permite determinar los diámetros en función del *caudal de gas a transportar* y de la *longitud de las cañerías*.

CUADRO 2-V. CAUDAL DE GAS (Litros/h) CÁLCULO DE CAÑERÍAS

Long. (m)	Diámetro de la cañería en mm y (")								
	13 (1/2")	19 (3/4")	25 (1")	32 (1 1/4")	38 (1 1/2")	51 (2")	63 (2 1/2")	76 (3")	101 (4")
2	3.580	9.895	20.260	35.695	55.835	114.615	198.330	312.851	624.217
3	2.925	8.065	16.540	28.900	45.585	93.580	161.915	255.411	524.304
4	2.535	6.985	14.325	25.080	39.480	81.050	140.219	221.186	454.046
5	2.265	6.250	12.810	22.685	35.310	72.490	125.419	197.840	406.125
6	2.070	5.705	11.695	20.435	32.230	66.165	114.511	180.634	370.802
7	1.915	5.280	10.835	18.920	29.845	61.265	106.025	167.250	343.325
8	1.790	4.940	10.130	17.695	27.910	57.295	99.165	156.425	321.108
9	1.690	4.655	9.550	16.685	26.320	54.025	93.479	147.457	302.698
10	1.600	4.420	9.060	15.825	24.955	51.245	88.689	139.903	287.189
12	1.460	4.035	8.270	14.450	22.790	46.790	80.967	127.705	262.151
14	1.355	3.735	7.655	13.375	21.100	43.315	74.963	118.249	242.740
16	1.265	3.495	7.160	12.510	19.595	40.515	70.109	110.593	227.024
18	1.195	3.290	6.750	11.795	18.605	38.190	66.110	104.283	214.071
20	1.130	3.125	6.405	11.190	17.655	36.240	62.709	98.919	203.062
22	1.080	2.980	6.105	10.670	16.830	34.550	59.794	94.322	190.784
24	1.035	2.850	5.845	10.215	16.110	33.060	57.244	90.298	185.363
26	990	2.740	5.620	9.815	15.485	31.785	54.991	86.690	178.092
28	960	2.640	5.415	9.460	14.920	30.630	53.002	83.608	174.449
30	925	2.550	5.230	9.135	14.100	29.580	51.202	80.768	165.800
32	895	2.470	5.065	8.850	13.955	29.075	49.582	78.312	160.553
34	870	2.395	4.910	8.580	13.535	27.785	48.094	75.865	155.735
36	845	2.330	4.775	8.340	13.155	27.005	46.739	73.728	151.349
38	820	2.265	4.650	8.120	12.805	26.295	45.496	71.767	147.322
40	800	2.210	4.525	7.910	12.480	25.615	44.344	69.951	143.594
42	780	2.155	4.420	7.720	12.180	25.005	43.277	68.267	140.138
44	765	2.105	4.320	7.545	11.900	24.430	42.279	66.692	136.905
46	745	2.060	4.220	7.375	11.635	23.885	41.349	65.227	133.897
48	730	2.015	4.135	7.225	11.395	23.395	40.478	63.852	131.075
50	715	1.975	4.035	7.075	11.165	22.920	39.660	62.560	128.424
55	685	1.885	3.860	6.750	10.845	21.850	37.815	59.650	122.403
60	655	1.805	3.695	6.460	10.190	20.920	36.205	57.109	117.233
65	630	1.730	3.550	6.210	9.695	20.105	34.784	54.870	112.638
70	605	1.670	3.420	5.980	9.430	19.360	33.521	52.876	108.545
75	585	1.615	3.310	5.780	9.115	18.715	32.383	51.081	104.860
80	565	1.565	3.200	5.595	8.830	18.120	31.354	49.459	101.531
85	550	1.515	3.105	5.425	8.555	17.565	30.419	47.984	98.502
90	535	1.470	3.015	5.270	8.315	17.070	29.563	46.634	95.729
95	520	1.435	2.940	5.135	8.100	16.630	28.774	45.389	93.175
100	505	1.400	2.865	5.005	7.895	16.205	28.043	44.237	90.800

De esa manera, para hallar el caudal de gas a suministrar, se aplica la fórmula:

$$C = Q / Pc$$

Donde:

C: caudal de gas a presión atmosférica normal (m³/h).

Q: cantidad de calor suministrado por el aparato (kcal/h).

Pc: poder calorífico del combustible (kcal/m³).

El poder calorífico es la cantidad de calor en kcal que produce el combustible por m³ de gas a 15 °C y a presión atmosférica normal que puede estimarse para el gas natural en 9000 kcal/m³.

Las instalaciones de uso doméstico, se proyectan teniendo en cuenta como mínimo la instalación de una cocina (0,8 m³/h) y un calefón (2 m³/h), efectuándose el cálculo como si todos los artefactos estuvieran colocados.

Ejemplo de cálculo

Supóngase calcular los diámetros de la cañería de la figura 4-V, compuesta por una cocina con un consumo de 0,8 m³/h (800 l/h) y un calefón de 2 m³/h (2.000 l/h). Se utiliza gas natural de 9.000 kcal/m³.

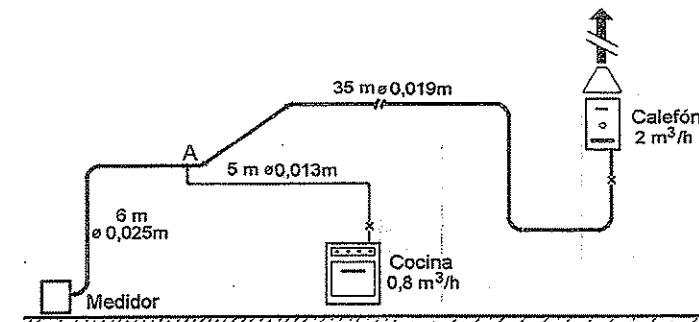


Figura 4-V. Esquema cañerías de gas natural

Como no se conocen los diámetros de los accesorios se realiza el predimensionamiento sin tenerlos en cuenta y luego de conocidos los diámetros, se efectúa el cálculo de verificación.

El predimensionamiento comienza desde el artefacto más alejado hacia el medidor.

Tramo calefón-A: La longitud a considerar va desde el calefón al medidor: 35 + 6 = 41 m. Consumo: 2 m³/h.

En la tabla del cuadro 2-IV, con la longitud 42 m (la tabla no da 41 m), con un caudal de 2,155 m³/h (mayor que 2 m³/h), se adopta el diámetro 19 mm (3/4").

Tramo cocina-A: La longitud a considerar va desde la cocina al medidor: 5 + 6 = 11 m. Consumo: 0,8 m³/h.

En la tabla del cuadro 2-IV, con la longitud de 11 m, con un caudal de 1,46 m³/h (mayor que 0,8 m³/h), se adopta el diámetro 13 mm (1/2").

Tramo A-medidor: La longitud a considerar va desde el medidor hasta el artefacto más alejado, en este caso el calefón: 41 m. El consumo es la suma de los artefactos que debe alimentar la cañería, en este caso calefón y cocina: 2 + 0,8 = 2,8 m³/h.

En la tabla del cuadro 2-IV, con la longitud de 42 m (la tabla no da 41 m) y un consumo de 4,42 m³/h (mayor que 2,8 m³/h), se adopta el diámetro de 25 mm (1").

Los valores obtenidos se resumen en el cuadro 3-V.

CUADRO 3-V. RESUMEN PREDIMENSIONAMIENTO CAÑERÍAS

Tramo	Longitud	Consumo	Diámetro
Calefón-A	41 m	2 m ³ /h	9 mm
Cocina-A	11 m	0,8 m ³ /h	13 mm
A-Medidor	41 m	2,8 m ³ /h	25 mm

Luego debe efectuarse el *cálculo de verificación*, para lo cual deben tenerse en cuenta la caída de presión de los accesorios. Se los determina considerando una *longitud equivalente* de caída de fricción de cañería del mismo diámetro del accesorio, de acuerdo a la tabla inserta en el cuadro 4-V.

CUADRO 4-V. LONGITUD EQUIVALENTE
ACCESORIOS EN DIÁMETROS (m)

Codo a 45°	14 d
Codo a 90°	30 d
Curva	20 d
T flujo paso recto	20 d
T flujo a 90°	60 d
Válvula globo	333 d
Válvula esclusa	7 d
Válvula macho	100 d

Se calcula la longitud equivalente de acuerdo a los accesorios del esquema consignado en la figura 4-V anterior:

Tramo calefón-A (longitud 41 m)

- 1 Válvula macho 19 mm = 100 x 0,019 m = 1,9 m.
- 3 Codos a 90° de 19 mm = 3 x 30 x 0,019 m = 1,71 m.
- 2 Codos a 45° de 19 mm = 2 x 14 x 0,019 m = 0,53 m.
- 1 Reducción 19 x 25 = se desprecia.
- 1 Te paso recto 25 mm = 1 x 20 x 0,025 m = 0,5 m.
- 2 Codos a 90° de 25 mm = 2 x 30 x 0,025 m = 1,50 m.

La suma de la longitud equivalente de accesorios es de 6,14 m.
La longitud total a considerar será de 41 m + 6,14 m = 47,14 m.

Tramo cocina-A (longitud 11 m)

- Válvula macho 13 mm = 100 x 0,013 m = 1,3 m.
- Codos a 90° de 13 mm = 2 x 30 x 0,013 m = 0,78 m.
- 1 Reducción 13 x 25 = se desprecia.
- 1 Te flujo a 90° de 25 mm = 1 x 60 x 0,025 = 1,50 m.
- 2 Codos a 90° de 25 mm = 2 x 30 x 0,025 m = 1,50 m.

La suma de la longitud equivalente en los accesorios es de 5,08 m.
La longitud total es de 11 m + 5,08 m = 16,08 m.

Tramo A-medidor (longitud 41 m)

El este caso los accesorios son coincidentes con los del tramo calefón-A, de manera que la longitud total a considerar en la verificación es de 47,14 m.

Con las nuevas longitudes ajustadas se obtienen los diámetros definitivos utilizando la tabla del cuadro 2-V anterior, que en este caso son coincidentes con el cálculo de predimensionamiento, tal cual se consigna en los resultados detallados en la tabla del cuadro 5-V.

CUADRO 5-V. RESUMEN CÁLCULO
VERIFICACIÓN CAÑERÍAS

Tramo	Longitud	Consumo	Diámetro
Calefón-A	47,14 m	2 m ³ /h	19 mm
Cocina-A	16,08 m	0,8 m ³ /h	13 mm
A-Medidor	47,14 m	2,8 m ³ /h	25 mm

Cálculo de las prolongaciones domiciliarias

El diámetro de las prolongaciones domiciliarias en baja presión que va desde el regulador al medidor, se calcula en forma práctica en función del número de medidores y la longitud de la prolongación.

Ejemplo

Supóngase calcular el diámetro de una prolongación domiciliaria desde un regulador de presión ubicado en fachada, para alimentar con gas natural una batería de 8 medidores instalados en un recinto especial de acuerdo a las características indicadas en la figura 6 de la Introducción. Son distribuidos en 2 *barrales* o cañerías horizontales de 4 medidores cada uno, alimentados por un *montante* o cañería vertical de acuerdo al esquema de la figura 5-V.

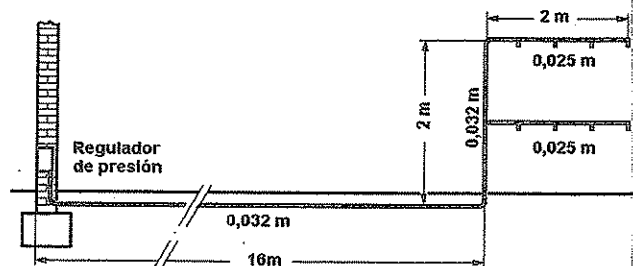


Figura 5-V. Ejemplo cálculo de prolongaciones

De cada uno de los medidores parten las cañerías de suministro de gas a cada una de las unidades locativas. Los barrales se los separa de la pared 22 cm y en altura desde el piso y entre sí 55 cm, no debiéndose colocar más de 4 barrales para posibilitar la lectura de los medidores.

Las tomas para los medidores son soldadas de 0,019 m de diámetro y 50 cm de longitud, separadas entre sí 38,5 cm para un adecuado montaje de los mismos.

Para el cálculo de la cañería de suministro y montante se aplica la tabla del cuadro 6-V. Así, en la intersección de fila que indica el número de medidores, en este caso 6 a 8 y la columna correspondiente a la distancia entre el regulador y final del barral que es de 20 m, se obtiene el diámetro de la prolongación de 32 mm (1 1/4").

Para establecer el diámetro de los barrales, entrando en la tabla en la fila del número de medidores del barral, en este caso 4 y en la columna correspondiente a la longitud de la prolongación del mayor que es de 20 m, se halla el diámetro del mismo que es de 25 mm (1").

CUADRO 6-V. TABLA CÁLCULO DE PROLONGACIONES DOMICILIARIAS

Número de medidor	Diámetro (mm) Longitud de la prolongación (m)						
	19	25	32	38	51	63	76
1	hasta 20	> 20 a 90	> 90 a 100				
2	hasta 10	> 10 a 50	> 50 a 100				
3	hasta 8	> 8 a 30	> 30 a 100				
4	hasta 4	> 4 a 20	> 20 a 60	> 60 a 100			
5	hasta 2	> 2 a 50	> 20 a 60	> 60 a 100			
6 a 8		hasta 6	> 6 a 20	> 20 a 50	> 50 a 100		
9 a 11		hasta 4	> 4 a 10	> 10 a 35	> 35 a 100		
12 a 14		hasta 2	> 2 a 10	> 10 a 25	> 25 a 100		
15 a 17		hasta 2	> 2 a 8	> 8 a 15	> 15 a 80	> 80 a 100	
18 a 20			hasta 2	> 2 a 10	> 10 a 50	> 50 a 100	
21 a 25			hasta 2	> 2 a 8	> 8 a 35	> 35 a 100	
26 a 30				hasta 6	> 6 a 25	> 25 a 100	
31 a 35				hasta 4	> 4 a 15	> 15 a 50	> 50 a 100
36 a 40				hasta 2	> 2 a 10	> 10 a 45	> 45 a 100
41 a 45					hasta 10	> 10 a 40	> 40 a 100
46 a 50					hasta 10	> 10 a 35	> 35 a 100

El otro barral, está compuesto por el mismo número de medidores, de modo que para la longitud del mayor que es de 20 m, tendrá el mismo diámetro de 25 mm (1").

INSTALACIONES DE GAS ENVASADO

El gas envasado es una mezcla de *propano* y *butano* que bajo cierto régimen de presión se lo licua, constituyendo lo que se llama *gas licuado* y se envasa en garrafas o cilindros.

Se utilizan los siguientes tipos:

- Grado 1: propano 95% - butano 5%.
- Grado 2: butano 80% - propano 20%.

Un *equipo individual de gas envasado* consta de un gabinete con dos cilindros (uno en uso y uno en reserva) y un regulador de presión, según se detalla en la figura 6-V.

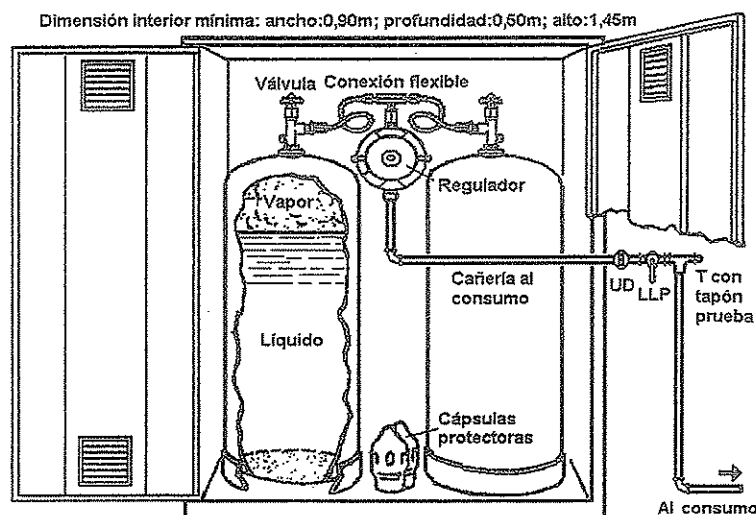


Figura 6-V. Equipo individual de gas envasado

La gasificación del líquido se produce por *expansión* cuando se reduce bruscamente su presión al realizarse la apertura de la válvula del cilindro.

El gas pasa a través de la válvula del cilindro, sigue por la conexión flexible y entra al *regulador* por el colector a una presión de 280 mmca y de allí va a la cañería de consumo. Sólo se utiliza un cilindro a la vez, *manteniendo el otro en reserva* para hacer que el servicio sea ininterrumpido.

El gabinete debe ser incombustible, con puertas con aberturas de ventilación y debe estar ubicado en *lugares descubiertos*, como el caso de patios, jardines, etc.

Cuando el consumo horario efectivo de los artefactos instalados es superior al caudal que suministra el equipo individual y la frecuencia de las renovaciones así lo requiere, debe instalarse una *batería de cilindros*, que consiste en un *grupo* para uso y otro de reserva iguales, colocados en un mismo recinto y distanciados entre sí 0,60 m. La distribución puede variar y ser dispuestos en una o más filas de acuerdo al lugar disponible.

Las puertas deben ser suficientemente amplias para poder renovar con comodidad los cilindros y contar con cerradura o pasador con candado para garantizar su seguridad.

Cañerías de gas envasado

Se define como cañería interna de una instalación de gas envasado, al tramo comprendido *desde las válvulas de los cilindros hasta los artefactos*. Como el usuario debe prever en instalaciones de gas envasado que las mismas se utilicen en un *futuro para gas natural*, las cañerías se diseñan para gas natural.

Cálculo de baterías de cilindros

El cálculo de las baterías de cilindros se determina en función de las necesidades de calor de los diversos artefactos, lo que permite establecer el consumo de gas por suministrarse a la instalación. Para calcularlo se adoptan coeficientes de utilización de los aparatos sobre la base del máximo que pueden suministrar, teniendo en cuenta la experiencia práctica en los usos normales y la característica de funcionamiento de éstos.

Además se contempla que la provisión pueda efectuarse en un plazo razonable no menor de 15 días, *previéndose igual cantidad de cilindros de reserva*, con objeto de contar con una instalación de funcionamiento seguro y eficiente.

La cantidad de gas que puede vaporizar un cilindro depende de las condiciones ambientales en que trabaja, pudiéndose adoptar:

- En zonas frías: 6000 a 8000 kcal/h.
- En zonas templadas: 9000 a 10000 kcal/h.
- En zonas calurosas: 11000 kcal/h.

En Buenos Aires puede adoptarse un valor de 10000 kcal/h

Para el cálculo de los cilindros a emplear, es necesario establecer el *factor de utilización* o *factor de uso* de cada uno de los artefactos de la instalación, que se define como la relación entre:

$$\text{Factor de uso} = \frac{\text{Consumo real del artefacto}}{\text{Consumo permanente o continuo}}$$

El valor del factor se determina en la tabla del cuadro 7-V.

CUADRO 7-V. FACTORES DE USO
DE ARTEFACTOS DE GAS

Artefactos	Factor
Cocina	0,4
Calefón	0,125
Termotanque	0,4
Estufa	0,6
Caldera de calefacción	0,5
Calefactor por aire caliente	0,7

De ese modo, multiplicando el consumo máximo permanente del artefacto por el factor de uso, se determina el consumo real del mismo.

Ejemplo

Supóngase determinar la cantidad mínima de cilindros para una instalación domiciliar ubicada en la zona Buenos Aires, con los artefactos y consumos máximos indicados en la tabla del cuadro 8-V, donde se detalla el procedimiento para determinar el consumo total de cálculo.

CUADRO 8-V. CONSUMOS DE CÁLCULO

Artefacto	Consumo máximo kcal/h	Factor de uso	Consumo de cálculo kcal/h
Calefón	20000	0,125	2500
Cocina	7000	0,4	2800
Estufa	6000	0,5	3000
Consumo total de cálculo			8300

Se multiplica el consumo cada uno de los artefactos por el factor de uso del cuadro 7-V anterior y luego se suman los productos parciales. Por lo tanto, el número de cilindros valdrá:

$$\text{Nº cilindro} = \frac{8300 \text{ kcal/h}}{10000 \text{ kcal/h cil.}} = 0,83 \text{ cilindro} = 1 \text{ cilindro.}$$

Se adopta un cilindro en uso y otro en reserva.

ESTUFAS DE GAS

Es innumerable la aplicación de estufas o convectores a gas por su sencillez de instalación y bajo costo en viviendas, comercios e industrias y se las puede clasificar según la descarga de los humos en:

- Sin descarga de humos al exterior: convectores y estufas de rayos infrarrojos o catalíticas.
- Con descarga de humos al exterior: convectores de tiro natural o balanceado.

Estos artefactos deben contar con un elemento de seguridad consistente en una *termocupla*, la cual al recibir calor genera una tensión eléctrica y activa una válvula electromagnética, que permite el pasaje de gas al quemador siempre que el *piloto* esté encendido.

Pantallas de rayos infrarrojos

Constan de un quemador atmosférico a gas, el cual calienta de 800 a 1000 °C, una placa material poroso cerámico protegida por una malla de alambre, de acuerdo a los detalles de la figura 7-V.

La mezcla gaseosa arde en su parte delantera, poniendo incandescente la masa cerámica.

Este tipo de calefacción tiene el inconveniente que los gases de combustión agregan humedad al ambiente, generando anhídrido de carbónico o eventualmente en caso de mala combustión *monóxido de carbono* que es un gas muy peligroso. Por otra parte, estos aparatos producen una alta radiación que según su orientación pueden afectar la cabeza de las personas.

La ventaja de su aplicación es la sencillez de montaje, rapidez de puesta en régimen y fundamentalmente la economía de la instalación. Son apropiados para calentar zonas al aire libre o espacios bien ventilados, como galerías comerciales, talleres, hangares, etc.

Se emplean también estufas a gas *sin descarga al exterior* que si bien no originan radiación, tienen los mismos problemas indicados con los gases de la combustión.

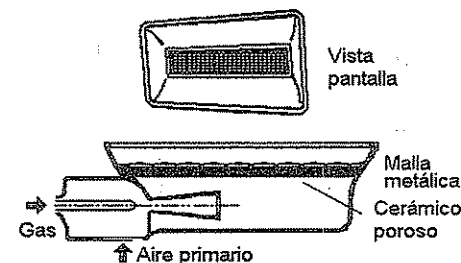


Figura 7-V. Pantalla de rayos infrarrojos

Por razones de seguridad en viviendas estos tipos de artefactos están prohibidos en dormitorios o baños y se admiten en los ambientes con un volumen no menor de 15 m^3 , siempre que estén bien ventilados y que limiten directamente con el exterior. La potencia térmica no debe ser mayor de 50 kcal/hm^3 del ambiente a calefaccionar.

Para la ventilación se establece que los locales deben contar con ciertas áreas libres de aberturas para acceso de aire y salida de los productos de la combustión, consignados en el cuadro 9-V.

CUADRO 9-V. ÁREAS LIBRES DE ABERTURAS DE VENTILACIÓN
PARA CALEFACTORES A RAYOS INFRARROJOS
SOBRE MUROS EXTERIORES

Capacidad (kcal/h)	Entrada aire inferior (cm^2)	Salida aire superior (cm^2)
Hasta 3000	50	75
De 3001 a 6000	75	100
6001 a 10.000	100	150

Más de 10000 kcal/h se debe incrementar 10 cm^2 de entrada y 15 cm^2 de salida por cada 1000 kcal/h

Conectores catalíticos

En los conectores *catalíticos* el proceso de combustión del gas se realiza en el seno de una lana ignífuga, la cual se halla impregnada de un elemento catalizador de platino. El *catalizador* tiene la función de favorecer la reacción química de la combustión, produciéndose a una temperatura sumamente baja de alrededor de 350°C .

La ventaja de estos aparatos consiste en que no producen monóxido de carbono, pero de todas formas debe ventilarse los locales debido a que generan vapor de agua y anhídrido carbónico y tienen las mismas prescripciones reglamentarias que las establecidas para las estufas infrarrojas.

Conectores de tiro natural

En estos casos, los gases de la combustión se expulsan directamente al exterior mediante un conducto de humo por efecto del tiraje que se produce. La combustión se realiza en una *cámara abierta con el local*,

que es independiente del aire de circulación por convección en el local, pero que absorbe parte de él para producir la llama.

Esta toma de aire es permanente y constante para la combustión, por lo que los locales requieren la entrada de aire exterior establecida en el cuadro 9-V anterior. Dado que existe el peligro de pérdidas de gas en virtud que hay una interconexión del quemador del aparato con el ambiente, no se admite tampoco en dormitorios o baños.

Conectores tiro balanceado

Es idéntico al anterior, pero en este caso la cámara de fuego es *cerrada*, consistente en una unidad herméticamente sellada del local que aspira el aire para la combustión del exterior.

De ese modo hay dos circuitos *perfectamente diferenciados*, uno para la toma y expulsión del aire exterior para la combustión y otro, para el ingreso del aire del interior del local y su descarga caliente por convección natural.

Para el encendido se utiliza un encendedor automático y por sus características, estos calefactores se pueden colocar en todos los ambientes.

En la tabla del cuadro 10-V y la figura 8-V se establecen las dimensiones aproximadas y se muestran los detalles esquemáticos de los conectores de tiro natural y balanceado.

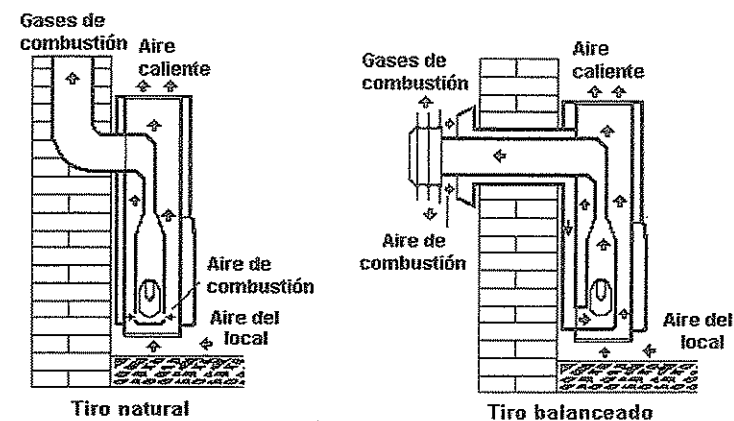


Figura 8-V. Detalles esquemáticos de conectores tiro natural y balanceado

CUADRO 10-V. CAPACIDADES Y DIMENSIONES APROXIMADAS PARA CALEFACTORES DE TIRO NATURAL O TIRO BALANCEADO.

Capacidad (kcal/h)	Dimensiones aproximadas en cm		
	Alto	Ancho	Profundidad
3000	0,60	0,50	0,22
4000	0,70	0,65	0,22
6000	0,80	0,80	0,22

EVACUACIÓN DE HUMO EN ARTEFACTOS DE GAS

Sistemas conectados a conductos individuales

La forma de evacuación de los humos depende del tipo de artefacto a conectar, que puede ser de tiro natural con cámara de combustión abierta en el local o tiro balanceado con cámara de combustión cerrada.

Artefactos de tiro natural con cámara abierta.

El diámetro del conducto debe ser siempre igual al de salida de los gases quemados del artefacto a instalar, no debiendo en ningún punto, como el caso de curvas, acoples, etc., experimentar angostamientos o escalonamientos.

Se pueden efectuar pequeños desplazamientos como máximo a 45° y cuando es indispensable ejecutar tramos horizontales por ejemplo en la salida de artefactos, las dimensiones mínimas se indican en el detalle de la figura 9-V. Los tramos horizontales deben tener una pendiente mínima del 4%, en forma ascendente desde el artefacto a la salida de los gases de la combustión.

La terminación o remate del conducto debe efectuarse mediante un sombrerete como se indica en la figura 10-V, que se deben instalar en la parte superior del edificio y a los cuatro vientos, cuando se trate de artefactos que superen los 10.000 kcal/h.

Además deben sobrepasar en 0,30 m todo parapeto circundante en un radio de 1 metro y con una altura de 1,80 m como mínimo, sobre el nivel del techo o terraza cuando ésta es accesible a las personas.

Se admite la terminación de varios conductos juntos, mediante sombrerete múltiple, como se muestra en la figura 11-V.

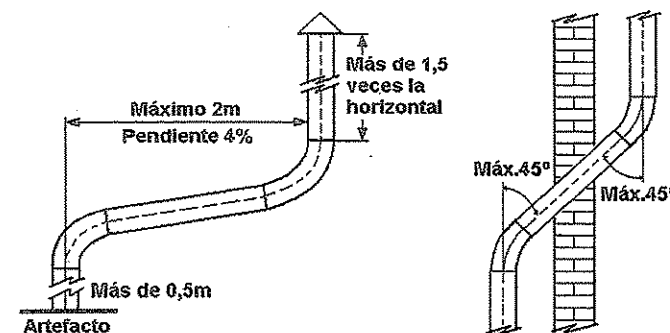


Figura 9-V. Desvíos de conductos de humo

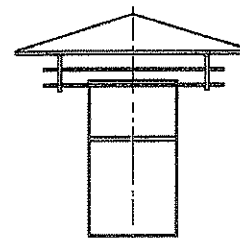


Figura 10-V. Sombrerete de chapa

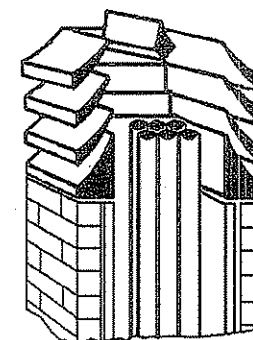


Figura 11-V. Terminación mediante sombrerete múltiple.

Puede no realizarse la descarga a los cuatro vientos en los casos que los artefactos sean de capacidad menor que 10.000 kcal/h, debiendo estar protegidas de los vientos incidentes como por ejemplo, aire y luz, patios interiores, etc. En esos casos el conducto debe quedar separado de la pared 0,30 m y estar alejado por lo menos 0,50 m de puertas y ventanas.

Conductos colectivos COVE

Los conductos colectivos de ventilación (COVE) están destinados a la evacuación de gases de combustión de varios artefactos de tiro natural, como ser calderas, estufas, calefones, termotanques, etc., encolumnados en varias plantas de un edificio colectivo.

Están compuestos por un *conducto principal* que colecta los gases de combustión de todos los artefactos y uno o dos *conductos secundarios* que

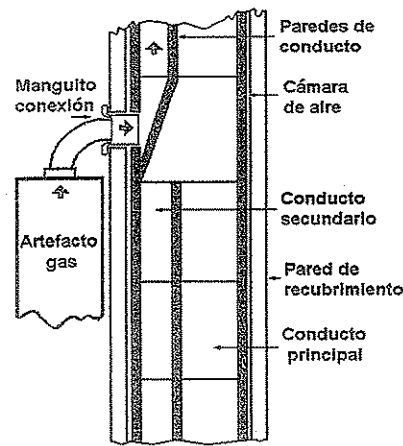


Figura 12-V. Esquema de un conducto COVE

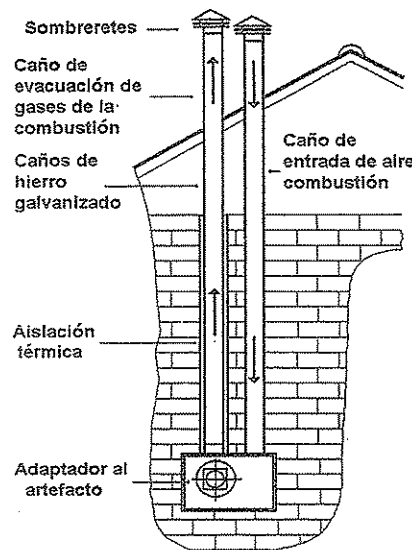


Figura 13-V. Descarga superior en artefacto de tiro balanceado

permiten descargar los gases de cada artefacto conectado por piso al conducto principal, según se indica en la figura 12-V.

Estos conductos deben rematar a los cuatro vientos por medio de un *sombrerete estático* de diseño aerodinámico para eliminar los efectos desfavorables del viento, de las características indicadas en la figura 11-IV anterior.

Artefactos de tiro balanceado o cámara cerrada

Tal cual se ha explicado anteriormente, estos artefactos toman el aire del exterior y expulsan los productos de la combustión a la atmósfera, mediante un sombrerete y dos conductos concéntricos, de acuerdo a lo indicado en la figura 8-V anterior.

Para la ubicación del artefacto debe tenerse en cuenta que el sombrerete debe quedar lo más alejado de las aristas y/o ángulos de las edificaciones, no debiéndose instalar a menos de 0,5 m de puertas, ventanas u orificios de ventilación.

Cuando no se dispone de paredes laterales al exterior, existe la posibilidad de colocar dos conductos, uno para la alimentación de aire y otro para la descarga de humos a los techos. El conducto de evacuación de gases debe ser aislado térmicamente y se utiliza un adaptador para conectar en la descarga del artefacto como se observa en el detalle de la figura 13-V.

CAPÍTULO VI

AIRE ACONDICIONADO



Confort térmico

Las instalaciones de aire acondicionado, están destinados a crear condiciones ambientales de confort en viviendas, oficinas, comercio, restaurantes, salas de fiestas, espectáculos, etc., mediante la realización de determinadas funciones básicas de tratamiento del aire, con objeto de proporcionar durante todo el año una atmósfera interior saludable y placentera para la vida de las personas.

Se logran las condiciones óptimas de bienestar, cuando el cuerpo humano disipa el calor metabólico con el mínimo esfuerzo. Las formas de disipación del cuerpo humano se indican en figura 1-VI.

Las *temperaturas del aire* de confort para actividades ligeras son en *invierno con ropaje normal* de 18 a 23 °C y en *verano con ropas livianas* de 23 a 27 °C. La diferencia se debe al distinto ropaje y a las modificaciones del metabolismo que se va adaptando al clima exterior.

Por otra parte, las *temperaturas superficiales promedio de los locales*

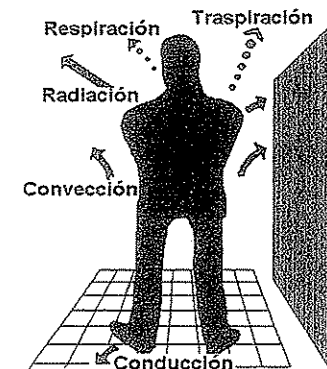


Figura 1-VI. Formas de disipación de calor del cuerpo humano

no deben ser demasiado bajas en invierno o altas en verano y deben estar dentro del entorno de la temperatura del aire del local, con una diferencia que no supere los 5 °C.

La *humedad relativa* ideal para todo el año es del 50%, pero puede fluctuar entre el 30 y 70%. Si es menor que el 30% pueden producirse reacciones fisiológicas perjudiciales, por resecamiento de las mucosas respiratorias, sequedad en la piel, etc., pudiéndose originar descargas electrostáticas por efectos de fricción.

Al calentar el aire en invierno la humedad relativa baja, pero en general no hay problemas en climas templados o húmedos por el aporte de vapor de agua de las personas en los locales.

Si es mayor del 70% pueden causar náuseas debido a la reducción de la capacidad de generar sudor del cuerpo, reacciones alérgicas, la modificación de las cualidades de muchas sustancias contenidas en el lugar y el crecimiento de microorganismos. Además se puede originar la condensación del vapor de agua sobre las paredes frías, con la formación de hongos, mohos, etc.

En verano es imprescindible la deshumectación, debido a humedad generada por las personas y el aire exterior de ventilación más húmedo.

El *movimiento de aire* no debe ser excesivo, admitiéndose cuando la temperatura y humedad alcanzan las condiciones ideales, una pequeña circulación en la zona de permanencia de 6 a 8 m/min en invierno, admitiéndose de 8 a 12 m/min en verano. El aire estanco no es confortable.

Considerando una humedad relativa del 50%, que la temperatura promedio de las superficies del local no difiera de 5 °C con respecto a la del aire y un leve movimiento de aire como el indicado precedentemente, puede considerarse las condiciones de confort indicadas en el gráfico de la figura 2-VI.

Óptimo: 95% personas confortables:

- Verano: 24,5 °C y 50% HR
- Invierno: 21,5 °C y 50% HR

Aceptable: 80% personas confortables (más económica)

- Verano: 26,7 °C y 50% HR
- Invierno: 20 °C y 50% HR

Las funciones básicas del tratamiento del aire se deben cumplir en forma automática, sin generar ruidos molestos y con el más bajo consumo energético. En verano son el *enfriamiento y deshumectación* y en invierno su *calentamiento y eventual humectación*, asegurando una adecuada *ventilación, filtrado y circulación del aire* en los locales.

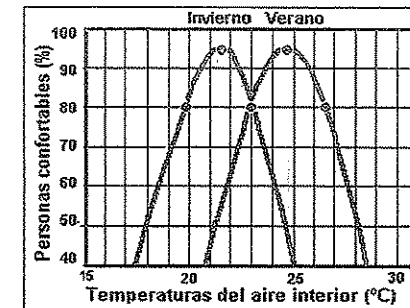


Figura 2-VI. Porcentaje de personas confortables

CARGAS DE REFRIGERACION

Se entiende por *carga de refrigeración* la ganancia de calor total en kca/h que se produce en verano y su cálculo permite establecer la capacidad de los equipos, los que luego se seleccionan con el mismo valor pero en frigorías/hora. Los equipos también se especifican en:

- Toneladas de refrigeración = 3000 frig/h
- KW = 860 frig/h

Las cargas de refrigeración deben analizarse teniendo en cuenta las formas que se producen, tal como se indica en la figura 3-VI, pudiendo clasificarse en *cargas externas e internas del local y las propias del sistema*.

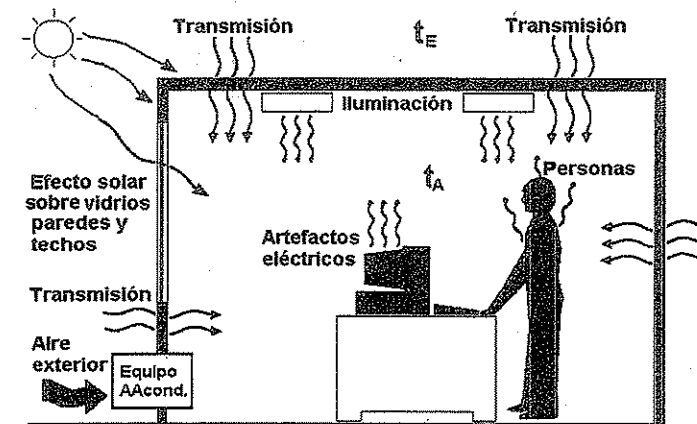


Figura 3-VI. Formas de ganancia de calor en verano.

Las *cargas externas al local* son las ganancias de calor que provienen del exterior y se pueden considerar:

- *Transmisión de calor* por la diferencia de temperatura entre el aire exterior y el interior a través de muros, techos y ventanas.
- *Efecto solar* con aporte de calor instantáneo al incidir sobre las ventanas y el pasaje de calor retardado sobre muros y techos.

Las *cargas internas del local* constituyen las ganancias de calor que se originan en interior del local, como ser:

- *Personas*: disipan calor y humedad por el aporte de vapor de agua debido a la exudación y la respiración.
- *Iluminación*: por las luminarias que disipan calor.
- *Otras fuentes*: por los artefactos eléctricos, motores, etc.

Las *cargas del sistema* están constituidas básicamente por el calor y la humedad del aire exterior para satisfacer las necesidades de *ventilación*, que trata directamente la batería de refrigeración y las ganancias de calor propias del equipamiento y conductos.

Para la selección de equipos compactos autocontenidos o split cuya capacidad llegan normalmente hasta las 9000 frig/h y tratándose en general de artefactos para aplicaciones residenciales, no es necesario un cálculo tan pormenorizado de las cargas de verano como para los equipamientos de más envergadura, dado que *generalmente para la selección solo se requiere como único dato la carga total*.

Por ello se puede efectuar una *estimación* sobre la base de un *formulario práctico* que se muestra en la figura 4-VI donde se agrupan los valores tabulados confeccionado para una temperatura de diseño exterior 35 °C, pudiendo ser utilizado para cualquier área del país, mediante un factor de corrección que se establece en el mapa.

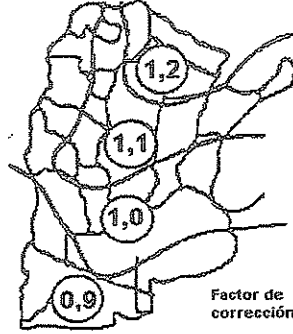
El mismo está basada en una temperatura usual de diseño interior de 25° o sea para un salto térmico de 10 °C. En caso de considerar una temperatura de diseño interior distinta, por ejemplo 24 °C, se multiplica el valor final determinado en el formulario por la relación 11/10.

Instrucciones para el uso del formulario de cálculo

Los números se refieren a los ítems de la planilla de cálculo

1. Multiplicar la superficie de la ventana expuesta solamente a la orientación de mayor carga solar, por el factor que corresponda. Para corti-

FORMULARIO CALCULO DE CARGAS DE VERANO							
Nº	Tipo ganancia calor	Dimensiones	Area Unidad	Factor			Ganancia (kcal/h) Dimens. x factor
				No protegido	Persiana o sombra	Toldo exterior	
1	Ventanas calor solar (Exposición con la mayor carga)						
	a) NE Noreste		m ²	32	10	6	
	b) E Este		m ²	35	11	7	
	c) SE Sudeste		m ²	38	11	8	
	d) S Sur		m ²	38	11	8	
	e) SO Sudoeste		m ²	230	69	46	
	f) O Oeste		m ²	395	119	79	
	g) NO Noroeste		m ²	427	128	85	
	h) N Norte	2 x 2,10	4,20 m ²	198	57	36	239
2	Ventanas transmisión (Sumar el total de las ventanas)						
	a) Vidrio simple	2 x 2,10	m ²		50		
	b) Vidrio doble	2 x 2,10	4,20 m ²		30		126
3	Paredes			Construcción			
	a) Exteriores			Liviana			
	Orientación Sur		m ²	25			17
	Otras orientaciones	(7x2,7)-(2x2,1)	14,7 m ²	30			20
	b: Interiores (A espacios no acondicionados)	4x2,7	10,8 m ²				15
							162
4	Techos o cielorrasos						
	a) Techo no aislado	4 x 3	12 m ²		30		
	b) Techo aislado		m ²		20		
	c) Entrepiso		m ²		10		
5	Piso (Omitir cuando está sobre tierra)		m ²		10		
6	Personas y ventilación (Número de personas)	2	Nº		250		500
7	Luces y artefactos eléctricos	240	Watts		0,86		206
8	Subtotal						1767
9	Ganancia total calor			1767 (Item8) x 1 Factor del mapa =			1767



Factor de corrección

Croquis del ambiente

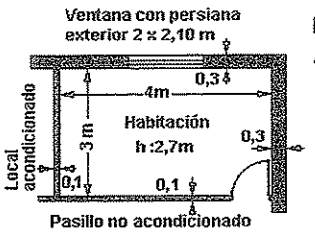


Figura 4-VI. Formulario cálculo equipos de aire acondicionado

na interior, por ejemplo, persiana de tipo veneciano, se aplica el factor *persiana o sombra*. Para protección exterior como toldos o parasol, se usa factor *toldo exterior*.

2. Multiplicar el área total de todas las ventanas por el factor.
3. Multiplicar el área de todas las paredes exteriores e interiores por su factor. Una pared de mampostería de 0,20 m o menor, es una *construcción liviana* y si es mayor de 0,20 m de espesor, *construcción pesada*. No se deben considerar las paredes que limitan con locales acondicionados. Las puertas interiores se las consideran incluidas dentro del área de la pared.
4. Multiplicar la superficie total del techo o entepiso por su factor.
5. Multiplicar la superficie total del piso por su factor. No se debe tener en cuenta este ítem para el caso de piso sobre tierra.
6. Multiplicar el número de personas por su factor. Se ha considerado en el factor de este ítem, el calor aportado por el aire de ventilación mínimo requerido por las personas.
7. Multiplicar el número de watt consumidos por luces y aparatos eléctricos por su factor.
8. Subtotal, suma de cargas de los 8 ítem anteriores.
9. Multiplicar el valor obtenido en el ítem 9 por el factor del mapa.

Ejemplo

Supóngase acondicionar el living de una casa ubicada en la ciudad de Buenos Aires, cuyas dimensiones y características constructivas se indican en la figura inserta en el mismo formulario de la figura 4-VI anterior.

Surge del cálculo realizado que el equipo acondicionador debe suministrar 1767 frig/h. y para su selección deben tenerse en cuenta las especificaciones de capacidad de los fabricantes.

Dispositivos de refrigeración

El método de refrigeración que se utiliza generalmente es el de *compresión mecánica*, que consisten en la realización de un proceso cíclico de transferencia de calor del interior de un edificio al exterior, mediante la evaporación de sustancias denominadas *refrigerantes* que no deben afectar el medio ambiente y la capa de ozono.

El refrigerante se encuentra en estado líquido a baja presión y temperatura en un serpentín denominado *evaporador*, evaporándose mediante la cesión de calor del aire del interior del local más caliente, como se indica en el esquema de la figura 5-VI. Luego, ya en estado de

vapor se lo succiona y comprime mediante un *compresor*, aumentando su presión y *consecuentemente su temperatura*, condensándose en un serpentín denominado *condensador*, mediante la cesión de calor al aire exterior más frío.

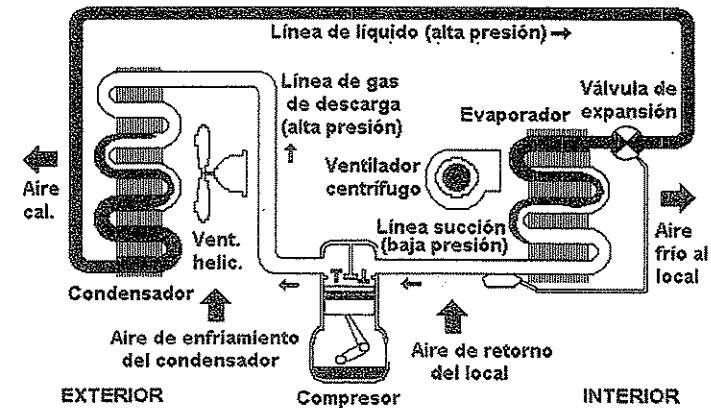


Figura 5-VI. Ciclo frigorífico por compresión

De esa manera, el refrigerante en estado líquido a alta presión y temperatura vuelve al evaporador mediante una *válvula de expansión* o eventualmente en equipos pequeños un *tubo capilar o restrictor*, que origina una brusca reducción de presión con una repentina vaporización de una pequeña parte del líquido (flash-gas) que provoca la disminución de temperatura de su masa, ingresando al evaporador en las mismas condiciones de temperatura y presión iniciales del ciclo.

Se puede emplear *agua* como medio de enfriamiento para provocar la condensación en vez del aire exterior, la que es enfriada mediante una *torre de enfriamiento*.

El ciclo frigorífico constituye una bomba de calor que traslada el mismo de una fuente de baja temperatura (aire del local) a otro de alta temperatura (aire exterior) en contra de la tendencia natural, para lo cual se aporta la energía mecánica del compresor.

Los compresores que se usan normalmente son el *alternativo o a pistón* o los del tipo espiral, denominados *scroll*. También se utilizan compresores *rotativos* que son de aplicación para equipos pequeños. En grandes instalaciones, se suelen emplear compresores axiohelicoidales llamados a *tornillo* o del tipo *centrífugo*.

Los sistemas frigoríficos se utilizan también como *calefacción mecánica*, mediante una *válvula inversora* para permutar la *bomba de calor*

que constituye el ciclo, cambiando el sentido de circulación del refrigerante e invirtiendo en invierno las funciones del condensador y el evaporador.

De ese modo, pueden lograrse rendimientos caloríficos de más de 3 veces la energía eléctrica que se requeriría por medio de una resistencia. Esto se debe a que mediante el ciclo de refrigeración, el calor se bombea del exterior al interior del local mediante el consumo del motor del compresor, mientras que con la resistencia la energía eléctrica se transforma directamente en calórica.

Cualquier equipamiento de aire acondicionado, se compone de dos partes fundamentales, por una parte la *planta térmica y frigorífica* (calefacción y refrigeración) y por otro, la *unidad de tratamiento del aire*.

Cuando las dos funciones están unificadas y contenidas en un solo gabinete, como el caso de un acondicionador individual, a esos equipos se los denomina *compactos autocontenidos*. Cuando se separan la unidad condensadora y el evaporador en dos gabinetes uno exterior y otro interior se denominan equipos separados o split.

EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

Los equipamientos de aire acondicionado se clasifican en *expansión directa o indirecta*.

En los equipos de *expansión directa* el refrigerante se expande y evapora en el mismo serpentín del equipo, enfriando directamente el aire que se distribuye a los locales.

En los equipamientos de *expansión indirecta*, que se suelen denominar de *agua enfriada*, el refrigerante primero enfría el agua de una unidad enfriadora y mediante una bomba se la envía por cañerías al serpentín del equipo de tratamiento, para enfriar a su vez el aire que se distribuye a los locales.

EQUIPOS DE EXPANSIÓN DIRECTA

Equipos portátiles

Es un equipo de *expansión directa* del tipo *compacto autocontenido*, porque reúne en forma completa en el interior del gabinete el compresor con el sistema frigorífico, el ventilador y sus controles.

Son aparatos que *no requieren instalación*, con un circuito frigorífico de baja capacidad de 1000 a 3000 frig/h, destinados a proveer un

cierto refrescamiento en el local, eliminando el calor de condensación, apoyado sobre una ventana o por manguera unida a un condensador exterior.

Equipos individuales de ventana o muro

Están formados por un conjunto autocontenido de expansión directa destinado a ser montado en ventana, paredes o como consola y su nombre se debe a la ubicación, que necesariamente debe ser al exterior. Son de fácil instalación y bajo costo, con una capacidad que llega aproximadamente hasta los 6000 frig/hora.

El equipo motocompresor es blindado del tipo alternativo a pistón, rotativo o scroll, para disminuir el nivel de ruido. Los componentes de la unidad se montan sobre un chasis de chapa deslizante, permitiendo el acceso a las partes internas del aparato sin necesidad de desmontar el gabinete fijo a la pared o ventana, para simplificar las tareas de mantenimiento y reparación. En el cuadro 1-VI, se consignan las dimensiones y capacidades promedios de un equipo individual y en la figura 6-VI, se lo detalla montado en un gabinete que está empotrado en la pared con todos sus elementos constitutivos.

CUADRO 1-VI. CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS INDIVIDUALES

<i>Rendimiento (frig/h)</i>	900	1500	2150	3350	4600	6000
<i>Rendimiento (kcal/h)</i>	1000	1650	2310	3650	5060	6600
<i>Compresor (HP)</i>	—	—	1	1,5	2	2,5
<i>Caudal aire (m³/min)</i>	4	6	8	12,5	17,5	22
<i>Dimensiones (cm)</i>						
<i>Ancho</i>	45	50	55	60	70	80
<i>Alto</i>	35	40	45	50	55	60
<i>Profundidad</i>	50	55	60	65	75	90

El equipo está compuesto por dos unidades fundamentales que son la *unidad condensadora* y la *evaporadora*. La *unidad condensadora* se coloca del lado exterior y consiste en el *compresor*, *serpentín condensador* y *ventilador helicoidal*, por la cual se hace circular el aire exterior que constituye el medio de enfriamiento del refrigerante y mediante una persiana se puede hacer ingresar una cierta cantidad de aire nuevo. La *unidad evaporadora* consta de *serpentín evaporador*, *ventilador centrífugo* y *filtro*, que se colocan del lado interior del local.

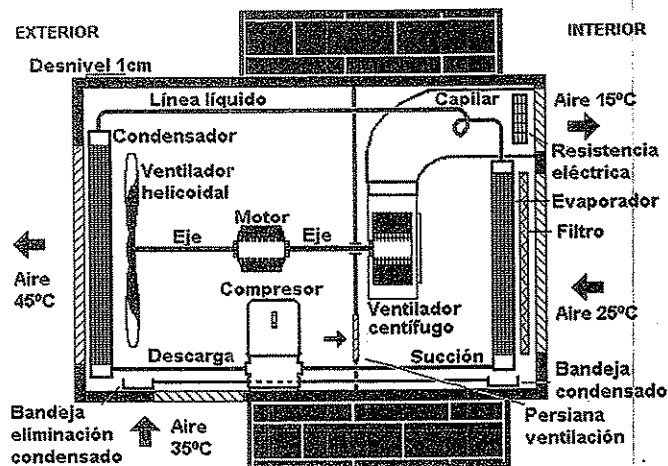


Figura 6-IV. Detalle de un acondicionador de ventana o muro.

El acondicionador debe tener una leve caída hacia el exterior, para que el agua de condensación del evaporador que es recogida en una bandeja inferior pase por gravitación a otra, ubicada bajo el ventilador del condensador, con el fin de dispersarla sobre la batería de condensación, para aumentar el rendimiento y eliminar el caño de desagüe que requieren otros equipos.

Su colocación es sencilla y está destinado a ambientes pequeños con relativamente bajas cargas térmicas, habiendo sido diseñados fundamentalmente para aplicaciones electrodomésticas y consumos monofásicos. No están preparados para instalarlos con conductos de distribución y deben desecharse para la resolución de proyectos de edificios de mediana y gran envergadura, estando destinado a locales aislados o a pequeños edificios de uso residencial.

En cuanto a la calefacción, emplean generalmente la calefacción mecánica, permutando la bomba de calor del ciclo frigorífico o eventualmente resistencias eléctricas incluidas en la misma unidad, como se ha indicado en el detalle de la figura 6-VI anterior.

Equipos splits

Estos equipos nacen de la idea de separar en dos gabinetes la unidad evaporadora y la unidad condensadora, que están unificadas en un

equipo autocontenido. El objetivo es facilitar el emplazamiento de los equipos y separar del interior de los locales el elemento más ruidoso que es el compresor.

De esa manera, el gabinete interior denominado *unidad evaporadora*, contiene un ventilador centrífugo y el serpentín de evaporación, y el gabinete exterior llamado *unidad condensadora*, alberga el compresor, el ventilador y el serpentín de condensación y van unidos por medio de tuberías de cobre para la conducción del refrigerante, tal como se detalla en el esquema de la figura 7-VI.

La interconexión de ambas unidades requiere una *cañería de succión* y otra de *líquido* para la circulación del fluido refrigerante, que generalmente conforman un conjunto o *paquete* con la cañería de desagüe y la línea de eléctrica de suministro y comando, siendo estas tuberías de pequeñas dimensiones y de muy fácil instalación.

En la figura 8-VI, se muestra un detalle del montaje de estos equipamientos.

La unidad condensadora puede instalarse suspendida o apoyada en un aire luz, patio, azotea, marquesina, balcón, etc.

La longitud de separación de las dos unidades no debe ser excesiva, siendo de unos 10 a 20 m según el tamaño de la unidad debiéndose considerar en cada caso las recomendaciones del fabricante de los equipamientos, quienes suministran las instrucciones completas del montaje y las *cañerías de refrigeración* para vincular cada uno de sus modelos.

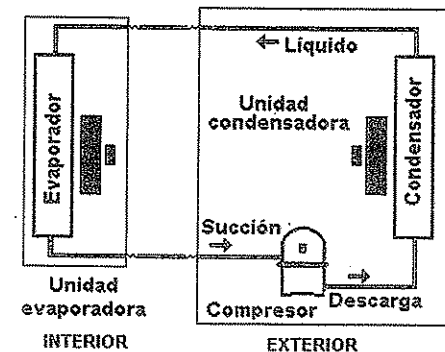


Figura 7-VI. Esquema frigorífico del split-simple

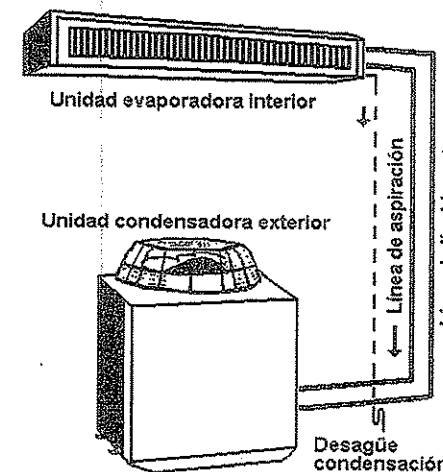


Figura 8-VI. Montaje de un sistema split-simple

La unidad evaporadora puede adaptarse a cualquier ambiente en función de las necesidades y vienen provistas con filtro y elementos de depuración del aire. En la figura 9-VI, se muestran algunos modelos típicos y capacidades de evaporadores interiores.

Los *murales* están diseñados para colocarlos colgarlos sobre la pared y las tipo *consola* para apoyar sobre el piso. Los *cassette* pueden ser para embutir dentro del cielorraso, con una altura de aproximadamente 35 cm, o del tipo para suspender bajo del cielorraso, ocupando unos 20 cm y pueden ser de dos o cuatro vías, para la distribución del aire.

MODELO DE EVAPORADORES		Capacidades (miles frig/h)						
		2	2,5	3,2	4	5	6,3	10
Cassette 4 vías				●	●	●	●	●
Cassette 2 vías		●	●	●	●	●	●	●
Tipo conducto		●	●	●	●	●	●	●
Techo				●	●	●	●	●
Mural		●	●	●	●			
Consola			●	●	●	●		

Figura 9-VI. Modelos típicos de unidades evaporadoras

Se pueden emplear modelos denominados de *baja silueta*, para colocar dentro de cielorrasos, inyectando el aire tratado por medio de pequeños tramos de conductos que permiten colocar la toma de aire exte-

rior. Para invierno estos equipos aplican la calefacción mecánica, invirtiendo la bomba de calor explicada precedentemente.

Actualmente estos equipamientos pueden ser de *volumen de refrigerante constante o variable*.

En los de *volumen constante* el compresor trabaja a una velocidad única y se conectan o desconectan cuando el aire interior alcanza la temperatura programada. En los de *volumen variable* el compresor dispone de un *sistema de variación de frecuencia* denominado *inverter*, que le permite regular la velocidad de giro del motor en función de la demanda, modulando continuamente la capacidad frigorífica de las unidad evaporadora interior.

Con ello se logra una mejor regulación con un ahorro energético importante, como se puede observar en el gráfico de la figura 10-VI, y además se obtiene una rápida puesta en régimen y en invierno funcionando como bomba de calor tiene un mayor rendimiento.

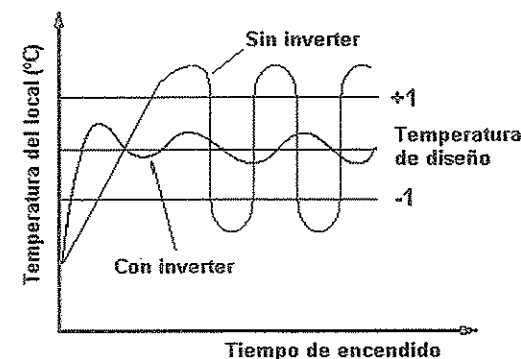


Figura 10-VI. Regulación con o sin inverter

Multi-split

El equipamiento denominado *multi-split*, permite vincular una sola unidad condensadora, dos o más unidades evaporadoras emplazadas en diversos locales, como se ve en la figura 11-VI.

Los *multi split de volumen de refrigerante constante*, permiten vincular normalmente hasta unos 4 split interiores y no admiten grandes longitudes de cañerías por los problemas del retorno del aceite que desplaza el compresor, por lo que requiere en el montaje cierto cuidado con las distancias de separación y los requisitos de sifones y pendientes.

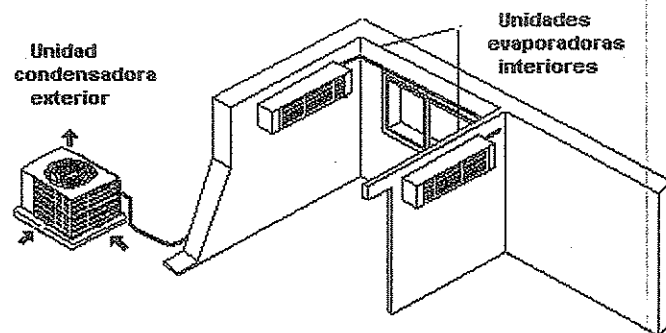


Figura 11-VI. Detalle de montaje de unidades multi-split

Los *multi-split de volumen de refrigerante variable (VRV)*, con dispositivo inverter, constituyen generalmente un conjunto múltiple como se muestra en la figura 12-VI, que puede vincular con una sola unidad condensadora más de 32 unidades evaporadoras y pueden proporcionar *frío sólo, frío o calor independiente o frío y calor en forma simultánea* mediante la bomba de calor.

Las unidades condensadoras exteriores son compactas y modulares, estando diseñadas con una altura unificada para instalarlas en tándem, lo que permite realizar una instalación de con amplias capacidades y configuraciones.

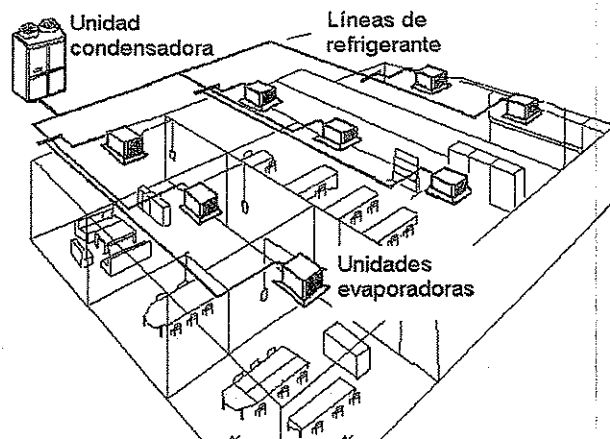


Figura 12-VI. Detalle general de montaje de sistema (VRV)

Cuentan con la alternativa de diversos modelos de unidades interiores y tienen una gran flexibilidad en el diseño del trazado frigorífico, ya que permiten alcanzar grandes longitudes de tuberías refrigerantes, dado que las unidades interiores y exteriores se pueden separar entre sí hasta 100 m, con diferencias de altura mayores de 50 m.

Roof-top

Son acondicionadores compactos autocontenidos de expansión directa enfriados por aire, que admiten la instalación de conductos de distribución y se los denominan *roof-top* porque están preparados para montarse sobre los techos directamente al exterior.

Constituyen equipos similares a los individuales pero de mayor tamaño y son del tipo trifásicos. Son de reducido nivel de ruido, bajo costo relativo y fácil instalación, destinados a aplicaciones comerciales y residenciales.

En el cuadro 2-VI, se indican las capacidades y medidas aproximadas de algunos modelos.

CUADRO 2-VI. DIMENSIONES APROXIMADAS DE ROOF-TOP

Capacidad (frig/h)	9000	15000	22500	30000	
Caudal aire(m ³ /min)	35	55	85	110	
Consumo (KW)	5,5	6,5	9,5	11,5	
Dimensiones (m)	Ancho x largo	1,1 x 1,2	1,1 x 1,2	1,1 x 1,6	1,5 x 1,7
	Altura	0,75	0,75	1,2	1,2

En la figura 13-VI, se detalla un montaje típico de un roof-top sobre techo, con un gabinete para la mezcla del aire de retorno y el nuevo, concebido para evitar filtraciones de agua en las terrazas. Puede ser de mampostería, con una puerta de acceso hermética y aislada con burlete de goma de 0,55 x 1,10 m con visor, que se fabrican en forma estandarizada.

Los filtros vienen provistos en el mismo equipo, pero pueden instalarse en el pleno de mampostería para facilitar el mantenimiento. Para invierno se los utiliza generalmente con calefacción mecánica invirtiendo el ciclo frigorífico de la bomba de calor, pero también se fabrican con intercambiador de calor a gas natural o eventualmente resistencias eléctricas.

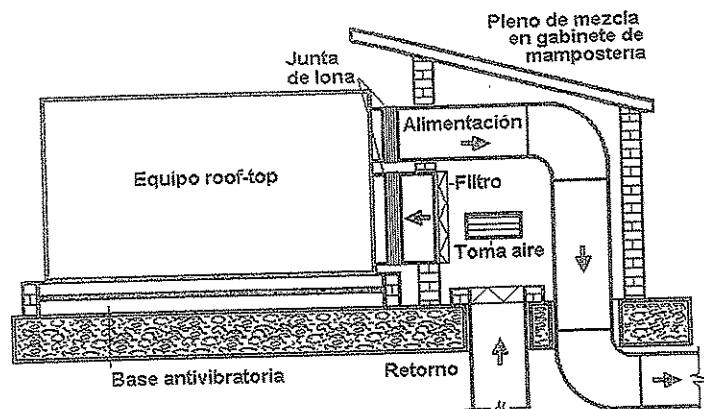


Figura 13-VI. Detalle de montaje de equipo roof-top en azotea

EQUIPOS EXPANSION INDIRECTA O AGUA ENFRIADA

Fan coil

En estos sistemas, en el espacio acondicionado hay pequeñas unidades de tratamiento de aire denominadas *fan-coil*, en los cuales circula agua fría o caliente por un serpentín y con ventiladores y rejillas recirculan el aire en el local.

El agua se desplaza por las cañerías impulsada por una bomba desde una unidad enfriadora o una caldera, tal como se indica en la figura 14-VI, o calentada en la misma unidad enfriadora, invirtiendo el ciclo frigorífico de la bomba de calor.

Como su nombre lo indica, fan (*ventilador*) y coil (*serpentín*), el fan-coil es un gabinete con un serpentín por el cual circula agua fría o caliente y un ventilador centrífugo que provoca la recirculación del aire del local, de acuerdo a los detalles que se muestran en la figura 15-VI.

Estos aparatos permiten introducir cierta cantidad de aire exterior a través de una pequeña abertura en la pared con una toma de aire. Cuenta con un pleno de mezcla en la parte inferior para regular las proporciones de aire de retorno del local y el aire nuevo de ventilación y vienen provistos de un filtro de aire.

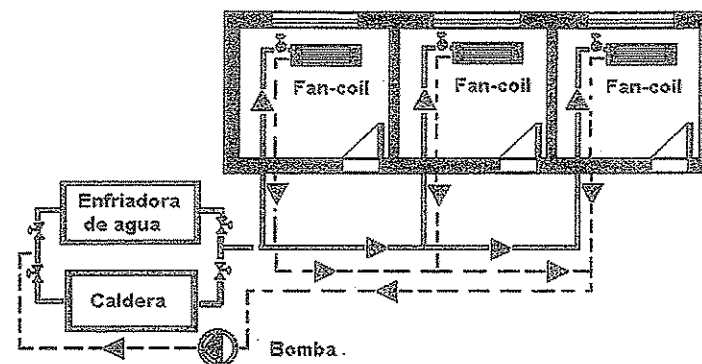


Figura 14-VI. Detalle de un sistema de agua enfriada

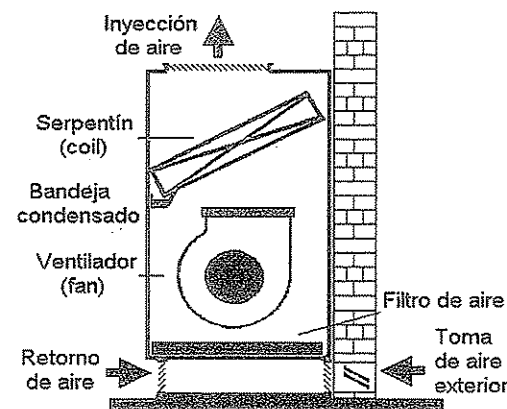


Figura 15-VI. Corte de un fan-coil individual tipo vertical

Estos equipos tienen la posibilidad de ajuste manual de temperatura del aire accionando alguna de las tres velocidades o parada del ventilador mediante una botonera.

En el cuadro 3-VI, se indican las capacidades y dimensiones aproximadas.

Siempre se calcula con los caudales de verano, dado que son mayores que los de invierno.

Ejemplo

Calcular la red de conductos con tres rejillas de inyección de aire para el acondicionamiento de un local mediante un equipo separado compuesto de un condensador exterior y una unidad interior evaporadora, como se muestra en la figura 16-VI.

Se supone de acuerdo al cálculo de las cargas de refrigeración ese local requiere 9000 frig/h o sea 3 toneladas de refrigeración.

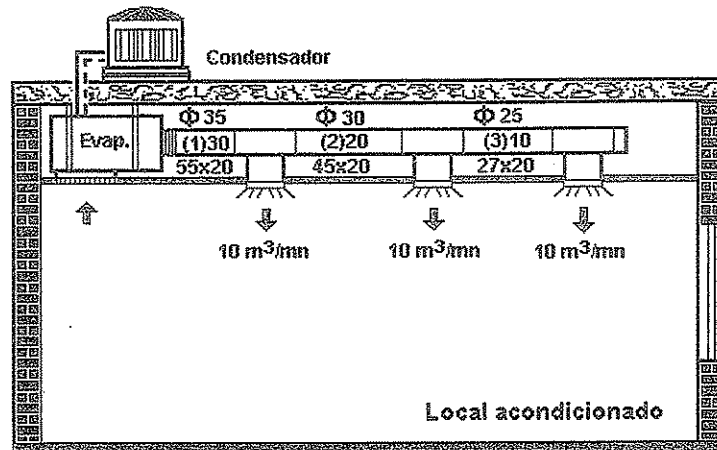


Figura 16-VI. Esquema de cálculo de conductos

El caudal total a circular por el ventilador es de:

$$C = 10T = 10 \times 3 = 30 \text{ m}^3/\text{min}.$$

De modo que por cada una de las tres rejillas de alimentación circularán $10 \text{ m}^3/\text{min}$ y se establecen en la figura los tramos de conductos numerados de 1 a 3, consignándose el caudal transportado en cada uno de ellos.

De esa manera, adoptando los caudales mayores más aproximados de la tabla del cuadro 4-VI anterior, se han determinado los diámetros de conductos circulares y se ha fijado una altura uniforme de los conductos bajo el cielorraso armado de 20 cm, obteniéndose las dimensiones que se resumen en la planilla del cuadro 5-VI.

CUADRO 5-VI. PLANILLA RESUMEN CÁLCULO CONDUCTOS

Tramo (Nº)	Caudal (m^3/min)	Diámetros (cm)	Dimensiones (cm)
1	30	35	55 x 20
2	20	30	45 x 20
3	10	25	27 x 20

Rejas y difusores de aire

Para la difusión del aire se utilizan las *rejillas de alimentación* que se ubican sobre pared, casi siempre en la parte superior y los *difusores* se emplazan en cielorrasos. Las *rejillas de retorno* se ubican generalmente en la parte inferior de las paredes.

El aire debe ser suministrado al local con cierta velocidad para lograr por inducción se mezcle adecuadamente con el aire del local sin provocar ruidos y corrientes molestas.

La misión de la reja de retorno es *captar el aire del local en las condiciones de diseño* para devolverlo al equipo. Por ello no deben colocarse enfrentadas con las de alimentación, ni deben ubicarse en lugares donde se produzcan corrientes de aire o estén influenciados por aberturas exteriores.

No es necesario colocar rejillas de retorno en todos los locales, pudiéndose emplear rejillas de interconexión entre ellos o utilizar la parte inferior de las puertas dejando un espesor de 1 a 2 cm.

Para determinar las dimensiones de una reja de alimentación, debe tenerse en cuenta su *alcance*, que es la distancia de la reja a la pared opuesta y el caudal de aire a circular y en el caso de difusores el cálculo es similar, pero el alcance es el *radio de difusión* en planta, según se señala en los detalles de la figura 17-VI.

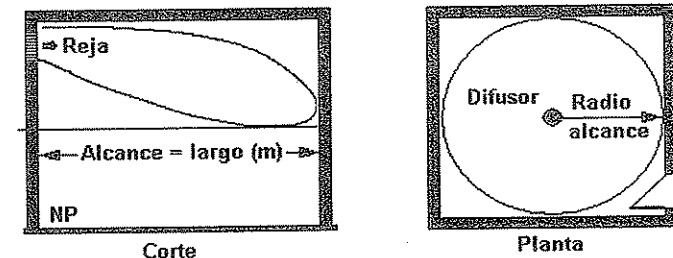


Figura 17-VI. Alcance de rejillas y difusores

En la figura 18-VI se detallan las características constructivas de los modelos más comunes de las rejillas de alimentación, difusores y rejillas de retorno.

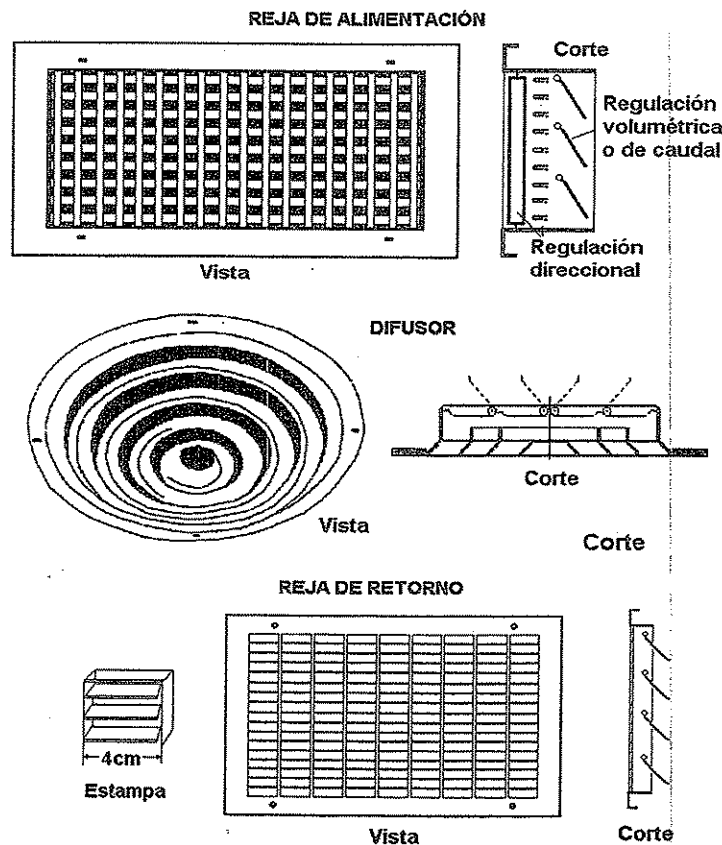


Figura 18-VI. Modelos de rejillas y difusor utilizados en aire acondicionado

Para el dimensionamiento se emplean las tablas insertas en los cuadros 6 y 7-VI.

Por ejemplo en el caso del cálculo realizado de los conductos, para un caudal de 10 m³/min en cada difusor y considerando un radio de alcance de 2,5 metros en la tabla del cuadro 7-VI, se observa que el diámetro es de cada uno de ellos es de 30 cm.

CUADRO 6-VI. TABLA DE SELECCIÓN DE REJAS DE INYECCIÓN (CM)

Caudal m ³ /min.	Alcance del aire en metros						
	3	4,2	5,4	6,6	7,8	9	10,2
2,1	20x10						
2,8	20x10	20x10					
4,2	30x10	20x10	20x10	20x10			
5,6	35x15	25x10	25x10	20x10	20x10	20x10	
7		35x15	35x10	30x10	30x10	25x10	25x10
8,4		40x15	30x15	30x15	30x10	30x10	30x10
9,8		60x15	40x15	35x15	30x15	35x10	35x10
11,2		60x20	50x15	40x15	35x15	35x15	35x15
12,6		60x20	60x15	50x15	40x15	40x15	35x15
14		60x25	60x20	60x15	40x15	40x15	35x15
15,4		75x25	60x20	60x15	50x15	40x15	40x15
16,8			75x20	60x20	60x15	40x15	40x15
18,2			75x25	75x20	70x15	50x15	50x15
19,6			75x25	75x20	70x15	60x15	60x15

CUADRO 7-VI. TABLA DE SELECCIÓN DE DIFUSORES (DIÁMETRO EN CM)

Caudal m ³ /min.	Radio de alcance en metros									
	0,5	1	2	2,5	3	3,5	4,5	5	5,5	6
1	12	12								
1,5	15	12	12							
2	15	15	15							
3		15	15	15						
3,5		20	20	20	20					
4		20	20	20	20	20				
5		25	20	20	20	20	20			
6		25	25	25	25	25	25	20	20	
7		30	25	25	25	25	25	20	20	20
8		30	30	25	25	25	25	20	20	20
8,5		40	30	30	30	30	30	25	25	20
10		45	40	30	30	30	30	25	25	20
14		50	45	40	30	30	30	25	25	25
17			50	45	40	40	30	30	30	30
20			50	45	40	40	40	30	30	30

Las rejillas de retorno pueden calcularse con la fórmula:

$$A = C/V$$

Donde:

A: Área de la rejilla (m^2).

C: Caudal a circular (m^3/min).

V: Velocidad de pasaje (m/min).

Esta fórmula vale también para calcular el área de las *persianas fijas tipo celosía y regulables, filtros de aire comunes y baterías de refrigeración y calefacción*, fijando el valor de la velocidad de pasaje, de acuerdo a lo siguiente:

- Rejas de retorno e interconexión: 90 a 120 m/min .
- Persianas fijas o regulables: 250 a 300 m/min .
- Filtros de aire: 100 m/min .
- Baterías de refrigeración: 150 m/min .
- Baterías de calefacción: 200 m/min .

Aplicando la fórmula indicada, se puede calcular el área de la rejilla de retorno del ejemplo de cálculo de conducto anteriormente realizado, considerando el retorno total de los 30 m^3/min de aire y fijando una velocidad de pasaje de 100 m/min .

$$A = C/V = 30 / 100 = 0,3 \text{ m}^2 = 3000 \text{ cm}^2$$

Se adopta una rejilla ubicada en el cielorraso de 50 x 60 cm.

CAPÍTULO VII

CALEFACCIÓN

CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE

Los sistemas de calefacción por agua caliente más comunes son los que emplean *radiadores o pisos radiantes*, debiendo cumplir ciertas premisas básicas, como ser:

- Proporcionar una condición climática uniforme en todos los ambientes, independientemente de las variaciones del clima exterior.
- Contar con un alto grado de seguridad y eficiencia.
- Disponer de una fácil regulación y control automático.
- Operar sin ruidos molestos y gases nocivos dentro de los locales.
- Ser económicas y de sencillo mantenimiento.

Para lograr que los proyectos de estos sistemas de calefacción sean eficientes y confortables, debe analizarse en cada caso las particularidades de aplicación, horario de funcionamiento, etc.

Temperaturas de diseño

En los sistemas de calefacción por radiadores se considera aceptable una condición de temperatura del aire de 20 °C, pero en los casos de paneles de piso puede disminuirse la temperatura de aire de 18 a 19 °C manteniendo el mismo índice de confort, atento a que las temperaturas superficiales promedio del entorno del local son mayores y compensan la pérdida de calor por radiación del cuerpo humano.

En los sistemas de calefacción por aire caliente, por el contrario, debido a que las temperaturas medias superficiales tienden a ser menores, en virtud que no hay ninguna superficie caliente en el local, requieren en general temperaturas del aire de 21 a 22 °C para mantener el mismo índice de confort.

Tipo de montaje

En el caso de edificios de departamentos, puede clasificarse las instalaciones *centrales*, *semicentrales* e *individuales*.

En las *instalaciones centrales*, la calefacción está proyectada para todo el edificio mediante una caldera centralizada ubicada en una sala de máquinas destinada al efecto, distribuyéndose desde allí el calor a los dispositivos de calentamiento de cada uno de los departamentos.

En las *instalaciones semicentrales* comúnmente denominadas *individuales*, el sistema es único por departamento ubicándose la caldera en uno de los locales, distribuyéndose el calor a los dispositivos ubicados en las diversas habitaciones, tal como se describe en el esquema comparativo de la figura 1-VII.

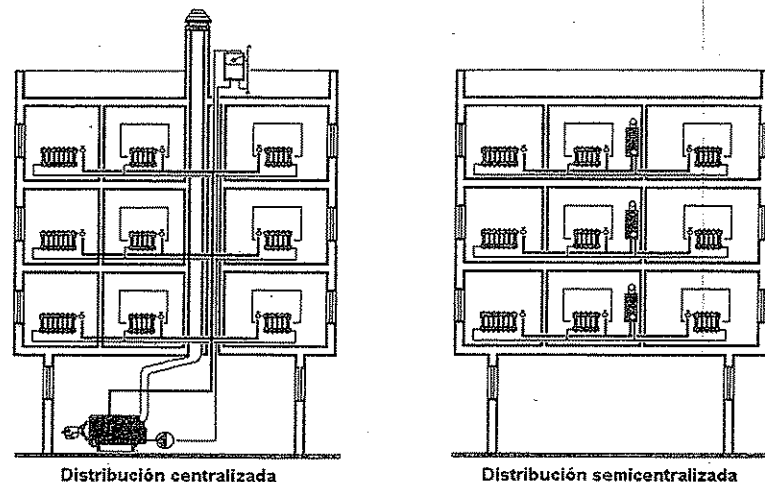


Figura 1-VII. Comparación de instalación central y semicentral

En cuanto a las *instalaciones individuales* propiamente dichas, pueden definirse como las compuestas por fuentes de calor autocontenidas o *estufas* instaladas en los propios locales.

Las instalaciones centrales tienen la ventaja que el calentamiento del edificio se efectúa en forma uniforme, sin dilataciones diferenciales de la estructura y el proyecto de cañerías es mucho más sencillo y con menores recorridos, dado que todas parten de un punto central del edificio, resultando la instalación global más económica y con menos pérdidas de calor.

En general el hecho de utilizar una sola caldera en lugar de muchas pequeñas, origina menos pérdidas de calor por transmisión y mejor rendimiento térmico, por lo que la instalación es más eficiente. Por otra parte, no se usan espacios para calderas en los departamentos y no se requiere incrementar las redes de distribución de gas natural, dado que la conexión es única para la caldera ubicada en la Sala de máquinas. Si no se dispone de gas natural, es necesario el almacenamiento de combustible para cada una de las calderas del edificio.

Sin embargo, la ventaja básica del sistema semicentral consiste en que el usuario tiene la facultad de hacer funcionar o no la instalación y controlarla a su voluntad, efectuando el mantenimiento y operación en forma directa y regulando sus propios gastos e inversiones de acuerdo a sus necesidades, desvinculándose de esa manera de los problemas de consorcio y gastos comunes.

Este hecho hace que en los proyectos de edificios de departamentos se decida generalmente por las instalaciones semicentralizadas y por ello han surgido en el mercado numerosas marcas y modelos de calderas del *tipo bajo mesada*, diseñadas con una altura adecuada para ubicarse en la mesada de la cocina o del *tipo mural*, que se instala colgada sobre una pared como un calefón, que son de aplicación también para edificios residenciales.

Sin embargo, en los casos de edificios industriales, comerciales, de salud, hotelería, educación, etc., deben tenerse presente las ventajas de los sistemas centralizados indicadas precedentemente.

Economía y eficiencia

Independiente del análisis técnico, el aspecto económico ya sea el costo de la instalación propiamente dicha como la de operación y mantenimiento del sistema, constituye un parámetro determinante del diseño.

En este aspecto, no solo juega la eficiencia térmica de la propia instalación sino también fundamentalmente el proyecto de la construcción del edificio, siendo uno de los factores determinantes que las habitaciones cuenten con una adecuada aislación térmica y estén bien orientadas para reducir las necesidades de calefacción para no solo

disminuir el tamaño y consecuentemente el costo de la instalación, sino también el consumo de combustible durante toda la vida útil.

BALANCE TÉRMICO DE CALEFACCIÓN

El balance térmico de calefacción consiste en determinar la cantidad de calor a incorporar en invierno para compensar las pérdidas de calor que se producen en los locales, a fin de mantener en forma constante, una determinada temperatura del aire interior.

Para ello deben analizarse las pérdidas de calor por transmisión del contorno del local y por la infiltración natural del aire exterior, según se observa en el detalle de la figura 2-VII.

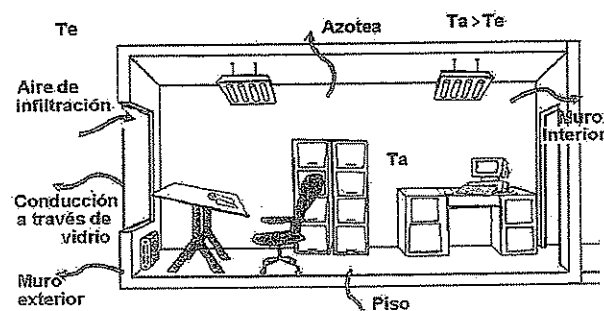


Figura 2-VII. Detalle de pérdidas de calor en invierno

De modo que se puede establecer que:

$$Q_T = Q_t + Q_e$$

Siendo:

Q_T : cantidad de calor de pérdida total del local (kcal/h).

Q_t : cantidad de calor de pérdida por transmisión (kcal/h).

Q_e : cantidad de calor para el aire de infiltración (kcal/h).

La determinación de esa cantidad de calor es muy importante, porque sirve de base para el diseño de los dispositivos de calentamiento y para el dimensionamiento de la instalación.

Para su estimación puede emplearse el formulario de *balance térmico* indicado en la figura 3-VII, en el que se han agrupado los valores tabulados a emplear.

FORMULARIO BALANCE TÉRMICO DE CALEFACCIÓN					
Item N°	Descripción	Dimensiones (m)	Área (m ²)	Factor	Pérdida calor (kcal/h)
1	Ventanas: Vidrio simple Vidrio doble	2 x 2,70	4,2	100 60	252
2	Paredes: Exteriores: Aisladas Construcción pesada Construcción liviana Interiores	(7x2,7)-(2x2,70) 4 x 2,70	14,7 10,8	20 35 45 25	514 270
3	Techos o cielorrasos: Techo no aislado Techo aislado Entrepiso	4x3	12	30 20 15	240
4	Piso: Sobre tierra Sobre local ocupado	4x3	12	10 15	120
5	Infiltración: Una pared exterior Dos paredes exteriores Tres o más paredes exteriores	4x3x2,70	32,4	6 9 12	292
6	Subtotal				1688
7	Pérdida total				1688 (6) x F.int. 1,07 x F.orient. 1 x F.mapa. 1

Factor de corrección

Factor de intermitencia:	
Funcionamiento continuo	1,07
Interrupción del servicio	8 a 12 horas
	12 a 16 horas
Factor de orientación	
Local con ventanas al	S, SE y SO
	Otras

Croquis del ambiente

Figura 3-VII. Formulario balance térmico calefacción

El mismo está basado en una temperatura de diseño exterior de 0 °C e interior de 20 °C, o sea para un salto térmico de 20 °C pudiendo ser utilizado para cualquier área del país mediante el factor de corrección del mapa.

En caso de considerar una temperatura de diseño interior distinta de 20°C, por ejemplo si en un piso radiante se fija una temperatura interior de diseño de 18 °C, se multiplica el valor final determinado en el formulario, por la relación 18/20.

Instrucciones para el uso del formulario de cálculo

Los números se refieren a los ítems del formulario:

1. Multiplicar la superficie de todas las ventanas del ambiente por su factor.
2. Multiplicar el área de todas las paredes exteriores e interiores por su factor. Una pared de mampostería de 0,20 m o menor es una *construcción liviana* y si es mayor de 0,20 m de espesor, *construcción pesada*. No se deben considerar las paredes que limitan con locales calefaccionados. Las puertas interiores se las consideran incluidas dentro del área de la pared.
3. Multiplicar la superficie total del tipo de techo o entepiso por su factor.
4. Multiplicar la superficie total del piso por su factor.
5. Multiplicar el volumen total del local por su factor, teniendo en cuenta el número de paredes exteriores. Considerar el factor mayor en el caso de locales ventilados o abiertos como hall, baños, cocinas, etc.
6. Subtotal, suma de cargas de los 5 ítems anteriores.
7. Multiplicar el valor obtenido en el ítem 6 por los factores de intermitencia de funcionamiento, orientación de ventana y el de ubicación exterior seleccionado del mapa. En el factor de intermitencia continuo se admite el corte de servicio en la noche.

Ejemplo

Supóngase calefaccionar una habitación en Buenos Aires, cuya planta con las dimensiones y características constructivas se detallan en el mismo formulario de la figura 3-VII anterior.

Surge del cálculo realizado que la cantidad de calor de pérdida del local es de 1806 kcal/h, valor que sirve de base para el diseño del dispositivo de calentamiento requerido.

GENERACIÓN DEL CALOR

Las calderas son los elementos destinados a obtener agua caliente a fin de utilizarla como portadora del calor hacia los dispositivos de calentamiento ubicados en los locales a calefaccionar.

La tendencia actual es fabricar un *generador de calor* formando un conjunto *caldera-quemador* en forma compacta y completa, con todos sus elementos componentes en capacidades estandarizadas, lo que simplifica notablemente el montaje y ejecución de las instalaciones.

En general, las calderas constan de dos superficies de transferencia, la *directa* que constituye la hornalla donde se produce la combustión y la *indirecta*, donde se trata de aprovechar el calor de los humos de la combustión. La característica constructiva de esa superficie indirecta de transferencia de calor define los tipos de calderas, que pueden ser *tubulares o celulares*.

En la *caldera tubular* la superficie indirecta está compuesta por una serie de tubos de acero sin costura, clasificándose en dos tipos básicos, *humo o acuotubular*.

En la *humotubular*, los productos la combustión circulan por el interior de los tubos y el agua de calefacción los rodea por la parte exterior. En cambio en la *acuotubular*, los humos circulan por el exterior de los tubos y en su interior se encuentra el agua de calefacción.

En la *caldera celular*, la superficie indirecta no está constituida por tubos, sino por celdas o placas de acero o hierro fundido.

Tipos de calderas

Se pueden mencionar los siguientes tipos de calderas que son las más utilizadas en las instalaciones de calefacción por agua caliente:

- Caldera humotubular presurizada para instalaciones centrales.
- Calderas murales o bajo mesada para instalaciones residenciales o semicentrales en edificios colectivos.

Caldera humotubular presurizada

Esta calderas son muy usada en instalaciones centrales de calefacción y consiste en un *hogar presurizado* sumergido en agua, donde se produce la combustión y se invierte la dirección de la llama por choque con el fondo de la caldera, como se observa en la figura 4-VII y luego los gases de la combustión ingresan en un haz de tubos concéntricos en el frente del hogar.

Estos tubos contienen unos elementos denominados *turbuladores* que producen la rotación de los gases de la combustión, con objeto de aumentar el coeficiente de transferencia de calor y finalmente los humos llegan a la parte posterior, donde son evacuados al exterior por la chimenea.

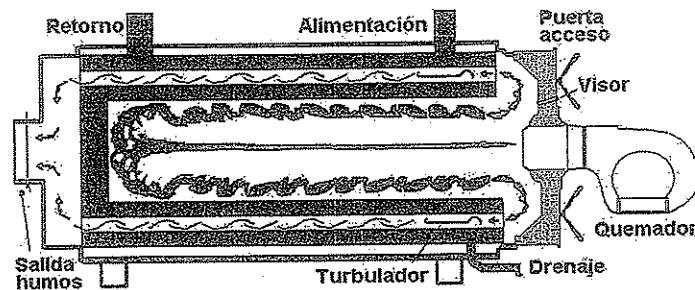


Figura 4-VII. Caldera humotubular presurizada

El quemador que es de gas natural o eventualmente combustible líquido, cuenta con dispositivos de seguridad y un ventilador para producir cierta presión en el hogar para la circulación de los gases de la combustión, debido a que el tiraje natural generado por los humos de la chimenea no resulta suficiente para extraerlos.

Con estas calderas se logra aumentar el rendimiento a valores mayores del 95%, y se las provee completas con todos sus elementos, detallándose las características típicas en la tabla del cuadro 1-VII.

Calderas murales

Estas calderas son del tipo acuotubular, porque el agua circula en el interior de un serpentín de tubos de cobre y los humos por el exterior y ya las hemos descriptos al tratar el tema de generación de agua ca-

CUADRO 1-VII. CARACTERÍSTICAS DE CALDERAS PRESURIZADAS

Capacidad (kcal/h)	Dimensiones (en metros)		
	Ancho	Largo	Alto
70.000	0,65	1,33	0,92
90.000	0,65	1,33	0,92
110.000	0,70	1,59	0,97
130.000	0,70	1,59	0,97
150.000	0,75	1,79	1,07
200.000	0,75	1,79	1,07
250.000	0,80	1,85	1,12
330.000	0,90	2,05	1,19
400.000	0,90	2,05	1,19
550.000	1,00	2,17	1,32
700.000	1,00	2,59	1,37
850.000	1,12	2,97	1,49

liente para el consumo domiciliario en la figura 3-III anterior, porque se utilizan muchas veces para los dos servicios. Tienen menor volumen de agua y por lo tanto una más rápida puesta en régimen que las humotubulares y se las suele denominar por sus características *caldera-calefon*, como se muestra en la figura 5-VII.

Vienen completas con su aislamiento, así como la bomba y el tanque de expansión y se las fabrica para tiro natural o forzado por un ventilador y contienen todos los controles, incluso dispositivos automáticos para programar el funcionamiento.

Estas calderas, son recomendables para instalaciones semicentralizadas en departamentos o edificios residenciales por su bajo costo, pequeño tamaño y simpleza de instalación, llegando sus capacidades hasta algo más de 25.000 kcal/h. En la tabla del cuadro 2-VII se indican capacidades y dimensiones típicas.

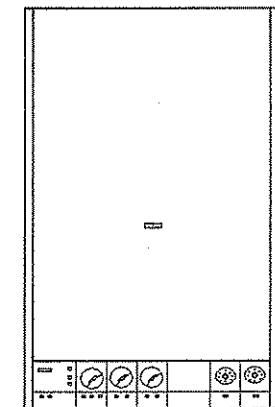


Figura 5-VII. Vista de caldera mural

CUADRO 2-VII. CARACTERÍSTICAS DE LAS CALDERAS MURALES

Capacidad (kcal/h)	Dimensiones en metros			Caudal agua caliente(l/min)
	Ancho	Alto	Profundidad	
16800	0,45	0,80	0,35	11,3
21600	0,45	0,80	0,35	14,4
25000	0,50	0,80	0,35	16

Calderas de pie bajo mesada

Son denominadas usualmente *tipo cocina* porque están diseñadas con una altura de 85 cm para emplazarlas en las mesadas, con una capacidad como para calefaccionar un departamento o una casa residencial y se proveen también para suministrar agua caliente, tal cual se detalló en la figura 4-III anterior. En la figura 6-VII, se muestra un modelo del tipo humotubular.

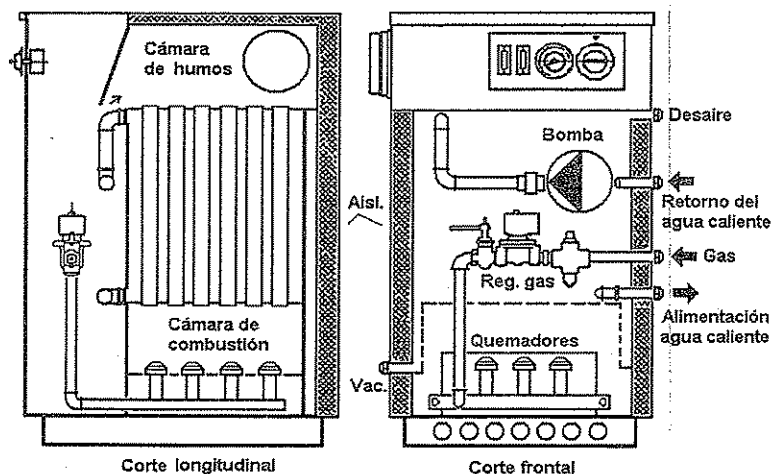


Figura 6-VII. Detalle caldera bajo mesada

También se las fabrica en cuerpo de fundición de hierro.

Vienen provistas de control electrónico de funcionamiento y seguridad, pudiendo suministrarse para gas o combustible líquido. En el cuadro 3-VII se consignan las capacidades y dimensiones aproximadas.

CUADRO 3-VII. CARACTERÍSTICAS DE CALDERAS BAJO MESADA

Capacidad (kcal/h)	Dimensiones en metros		
	Ancho	Alto	Profundidad
10000	0,40	0,85	0,60
15000	0,50	0,85	0,60
20000	0,50	0,85	0,60
25000	0,66	0,85	0,60
30000	0,66	0,85	0,60
40000	0,81	0,85	0,60
50000	0,85	0,85	0,60

CHIMENEAS DE CALEFACCIÓN

Las chimeneas empotradas en el edificio deben construirse con una cámara de aire a fin que el calor no afecte su estructura, tal cual como se muestra en la figura 7-VII.

El *tiraje* natural de la chimenea debe ser lo suficientemente intenso como para desplazar esa cantidad de aire requerida para la combustión y además los gases quemados, venciendo todas las resistencias que se oponen a su paso.

En la parte superior de la chimenea es conveniente colocar un *extractor del tipo estático*, que es un sombrerete fijo diseñado especialmente para asegurar el tiraje constante en el conducto, contrarrestando los efectos negativos que puede producir el viento, como el que ha sido detallado en la figura 11-V anterior.

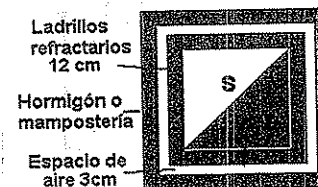


Figura 7-VII. Corte de chimenea de calefacción

Cálculo del conducto de humos

Se emplea la siguiente fórmula práctica:

$$S = \alpha Qc \sqrt{h}$$

Donde:

S: sección (cm²).

Qc: cantidad de calor de la caldera (kcal/h).

h: altura de la chimenea, desde la boca de descarga hasta el nivel superior del sombrerete (m).

α : coeficiente que depende del combustible utilizado. Valen:

- Gas: 0,018.
- Combustibles líquidos: 0,025.
- Combustibles sólidos: 0,033.

La sección calculada con esta fórmula, se aumenta en un 10% por razones de seguridad y se recomienda que la relación de lados no se sobrepase 1,5 veces, debiendo descargarse los humos a los 4 vientos.

SISTEMAS DE CALEFACCIÓN POR RADIADORES

Básicamente un sistema de calefacción con radiadores de agua caliente está constituido por tres partes fundamentales, como se muestra en la figura 8-VII:

- *Generación*: constituida por una caldera para calentar agua.
- *Distribución*: mediante cañerías metálicas o plásticas con aluminio.
- *Emisión*: mediante radiadores que constituyen las unidades terminales en los locales.

Los radiadores son elementos vinculados a la caldera mediante cañerías por las que circula agua caliente y están constituidos por secciones en la cantidad necesaria como para satisfacer las necesidades de calor de los locales.

Se los clasifica por el material, pudiendo ser de *hierro fundido*, *acero* o comúnmente de *aluminio*.

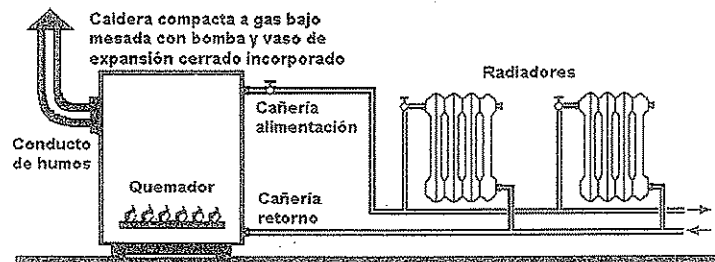


Figura 8-VII. Esquema básico de sistema de calefacción por radiadores

Los radiadores de aluminio son los más utilizados por ser más livianos que los de hierro fundido debido al bajo peso específico del material constitutivo y a la obtención de paredes de columnas sumamente delgadas. Se los fabrica por fundición que son de mejor calidad o por extrucción.

Generalmente uno de los motivos que decide su utilización es el aspecto estético, ya que se proveen en colores, con una superficie suave y uniforme. Sus características típicas se indican en la figura 9-VII y el cuadro 4-VII.

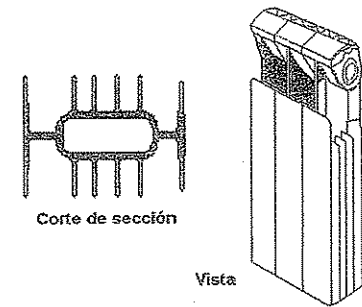


Figura 9-VII. Corte de sección y vista radiador de aluminio

CUADRO 4-VII. CARACTERÍSTICAS DE RADIADORES DE ALUMINIO

Modelos	Altura total (mm)	Profund. (mm)	Ancho sección (mm)	Cantid. agua (litros)	Peso sección (kg)	Emisión de calor (kcal/h)
350	420	90	80	0,30	1,1	110
500	570	90	80	0,40	1,5	150
600	670	90	80	0,50	1,7	170
700	770	90	80	0,60	1,9	190

Son de menor resistencia que los de hierro fundido y la corrosión es mayor por la presencia de oxígeno ya sea por el ingreso directo con el agua o por el uso de cañerías plásticas sin barrera de oxígeno y también la producción de corrientes galvánicas entre el aluminio y el acero, que son muy difíciles de evitar. Los radiadores de aluminio extruido tienen más problemas a la corrosión por las aleaciones que se utilizan.

Ubicación

El punto más adecuado para la colocación de los radiadores es sobre las paredes frías exteriores y en lo posible *bajo ventana*, dado que se origina una corriente de aire frío más pesado hacia abajo, la que es contrarrestada por la acción convectiva hacia arriba del aire caliente del radiador.

En la figura 10-VII se muestran dos locales de iguales características, pero en uno se ubica el radiador bajo la ventana y en el otro sobre la pared interior.

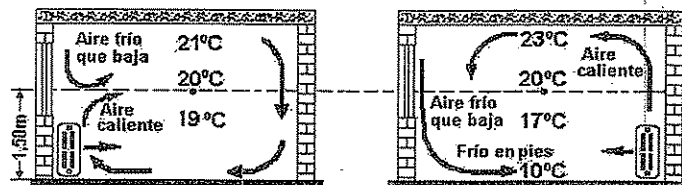


Figura 10-VII. Ubicación de radiadores

Se observa que si bien puede lograrse igual temperatura del aire en el centro de los locales en un plano de vida a 1,50 m sobre el nivel del piso, en el local donde el radiador se ubica bajo la ventana, se origina una distribución más uniforme de la temperatura entre el piso y el techo.

En el caso del radiador ubicado en la pared interior se produce una corriente de aire frío en la zona inferior del local, con una mayor diferencia de temperatura entre el aire superior e inferior. Por otra parte, el radiador situado bajo la ventana ejerce una enérgica compensación fisiológica al calor cedido por radiación del cuerpo humano a las superficies frías.

Diseño de radiadores

La determinación de la cantidad de calor que emiten los radiadores de calefacción se realiza mediante análisis normalizados de laboratorio, de manera que los fabricantes deben expresar la cantidad de calor que emiten en función de condiciones específicas de ensayo.

En general, según se muestra en la figura 11-VII, para un radiador por agua caliente emplazado a la vista en un ambiente, las condiciones típicas de funcionamiento son para una temperatura promedio del radiador t_p de 80 °C con una temperatura del aire t_a de 20 °C. Por lo tanto: $t_p - t_a = 60$ °C.

En última columna de la planilla del cuadro 4-VII anterior se ha establecido las cantidades de calor emitido por cada sección de radiador de aluminio, en función de esos parámetros.

Si las condiciones reales de diseño son distintas a las normalizadas, es necesario efectuar un ajuste a las capacidades, teniendo en cuenta

las variaciones de las temperaturas de trabajo y las formas de su emplazamiento.

Ejemplo de cálculo

Supóngase calcular un radiador de aluminio, para el local en el que se ha efectuado el balance térmico de calefacción, con el formulario de la figura 3-VII anterior, donde se había determinado la necesidad de suministrar una cantidad de calor de 1806 kcal/h.

Se supone emplear un radiador de aluminio modelo 700, de acuerdo a la figura 9-VII, emplazado a la vista bajo la ventana de la habitación.

En la tabla del cuadro 4-VII anterior, surge que la capacidad de cada sección para $t_p - t_a = 60$ °C es de 190 kcal/h.

Corrección por temperatura

Se supone que como fluido calefactor se utiliza agua caliente con una temperatura de entrada de 90 °C y de salida 80 °C, por lo que la temperatura promedio del fluido es:

$$t_p = (t_e + t_s)/2 = (90 + 80)/2 = 85 \text{ °C.}$$

La temperatura del aire interior del local que sirvió de base para el balance térmico era de 20 °C, por lo que:

$$t_p - t_a = 85 - 20 = 65 \text{ °C}$$

Como $(t_p - t_a)$ vale 65 °C y difiere de 60 °C, debe efectuarse una corrección por temperatura, para lo que se puede emplear el gráfico de la figura 11-VII. Se observa que para 65 °C el coeficiente de corrección por temperatura vale $C = 1,1$.

Corrección por emplazamiento

Las capacidades normalizadas se establecen para condiciones de emplazamiento normal, que consiste en un radiador a la vista en el local, separado generalmente de 2,5 y 12 cm del piso para el radiador de aluminio, pudiendo variar para cada modelo y tipo de radiador, según indicación del fabricante.

Pueden considerarse los coeficientes prácticos de corrección C_1 , establecidos en la figura 12-VII, para diversos tipos de emplazamientos.

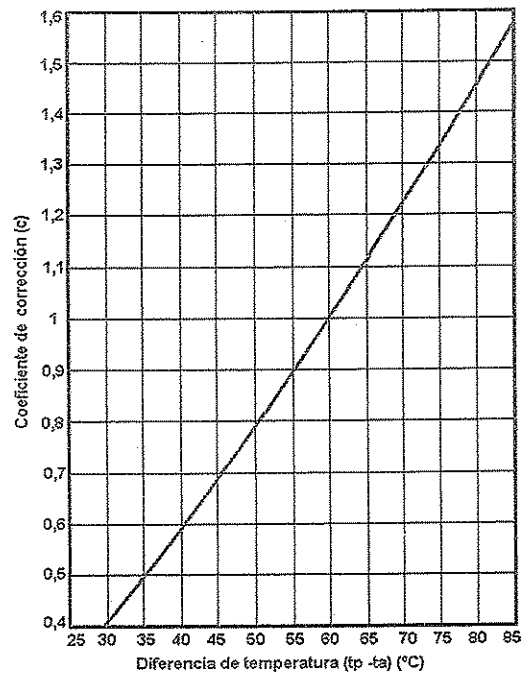


Figura 11-VII. Coeficiente de corrección C por temperatura

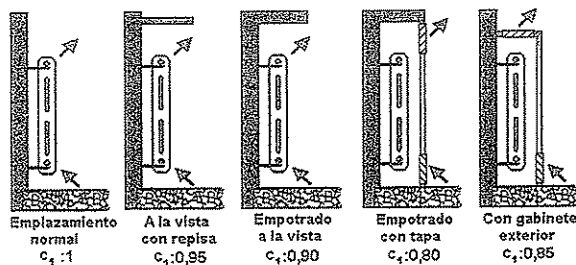


Figura 12-VII. Coeficientes de corrección C1 por emplazamientos

Como el radiador será emplazado a la vista en el local, el coeficiente de corrección $C_1 = 1$.

O sea que el coeficiente de corrección total a aplicar es de:

$$C_t = C \cdot C_1 = 1,1 \times 1 = 1,1$$

De modo que el valor de calor indicado en la tabla 4-VII de 190 kcal/h sección para el modelo 700, al ser corregido vale:

$$190 \times 1,1 = 209 \text{ kcal/h sección}$$

Por lo tanto el número de secciones a instalar será de:

$$N^\circ \text{ secciones} = Q_{\text{balance}} / Q_{\text{sección radiador}} = 1806 / 209 = 8,64$$

Se adoptan 9 secciones porque obviamente el número debe ser entero y salvo el caso que el primer decimal sea cero, se toma siempre el valor mayor. De esa manera se ha seleccionado un radiador de aluminio de 9 secciones modelo 700.

PISOS RADIANTES

Un piso radiante está constituido por tres partes fundamentales, como se muestra en la figura 13-VII, comprendiendo:

- *Generación de calor:* caldera para calentar agua de 35 a 50 °C.
- *Distribución del agua caliente:* bomba circuladora con cañerías aisladas hasta los colectores de distribución.
- *Emisión de calor:* superficies del piso del ambiente a una temperatura de 26 a 29 °C, apoyado sobre una placa de hormigón ejecutada sobre una base aislante flotante, en la cual se empotran los serpentines de agua caliente ya sea continuos o en espiral, conformados generalmente por cañerías plásticas de 16 a 20 mm de diámetro exterior, separadas de 15 a 30 cm.

Se busca el bienestar actuando sobre la componente de pérdida de calor radiante del cuerpo humano y por ello funciona con temperaturas del aire más bajas, alrededor de 18 a 19 °C, en lugar de los 20 a 22 °C de otros sistemas, lográndose un ambiente más saludable y mejorando la función respiratoria.

La distribución de temperatura en el plano vertical del local es más uniforme y agradable que los sistemas convectivos como los radiadores, porque el aire es más fresco a la altura de la cabeza y mantiene levemente caliente los pies a una temperatura de 26 a 29 °C.

Estos factores se traducen en la percepción de una mayor sensación de confort y por ello, son sistemas recomendados para viviendas residenciales o colectivas y escuelas.

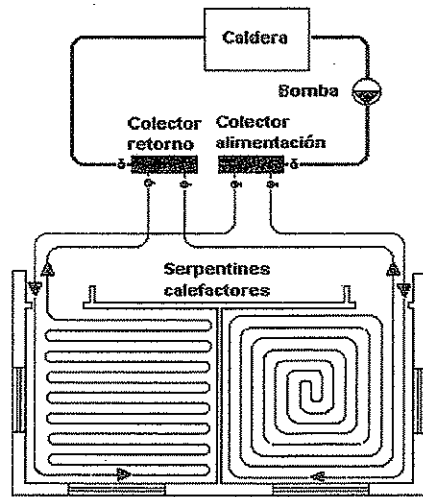


Figura 13-VII. Sistema de un piso radiante

Montaje de los pisos radiantes

Sobre la superficie del piso se efectúa un alisado con un mortero de cemento hidrófugo y luego se coloca una *base flotante de aislación*, que puede ser poliestireno expandido de 20 mm de espesor como mínimo con una densidad mínima de 20 kg/m^3 , cubriendo toda la superficie del ambiente como se muestra en la figura 14-VII.

El aislamiento térmico se instala con objeto de minimizar las pérdidas caloríficas inferiores, lo que implica una reducción del consumo energético y posibilitar una mejor distribución del calor hacia el piso.

Además, sobre las paredes se aplica una lámina aislante, constituyendo una especie de zócalo de 10 mm de espesor y 10 cm de altura apoyada en las paredes en todo el perímetro del local, destinada a evitar pérdida de calor por los laterales, reducir la propagación de ruidos y actuar como junta de dilatación del panel. Generalmente se emplea una banda de espuma de polietileno.

Tanto la base flotante de aislamiento horizontal como el zócalo, se cubren con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor mínimo, con obje-

to de proteger el conjunto de la humedad del mortero de hormigón que se instalará sobre el mismo.

Colocado el film, se monta una malla metálica presoldada de $\phi 4,2 \text{ mm}$ reticulada (tipo Sima) de 15×15 o $15 \times 25 \text{ cm}$, la que está destinada a servir de bastidor y elemento adicional estructural a la placa de hormigón a ejecutar. A dicha malla se fija el serpentín mediante precintos plásticos.

Otra alternativa, consiste en colocar paneles preconformados de poliestireno expandido que tienen la misión de fijar las tuberías emisoras mediante la presión del encastre, guiándolas y facilitando el montaje de los circuitos con la separación entre tubos. Esos paneles premoldeados deben contar con el añadido de un film adherido a la cara superior para el aislamiento hidráulico.

Montado el serpentín se realiza la prueba hidráulica y luego se ejecuta la placa de hormigón cubriendo la aislación y los tubos con un espesor de aproximadamente *el triple del diámetro exterior del caño*.

Es importante que el hormigón sea sumamente compacto en relación 1:3:3, debiendo ser el agregado grueso de pequeña granulometría compuesto de arena y canto rodado de diámetro no superior a los 8 mm y que la superficie de contacto con el tubo sea perfecta para una adecuada transmisión del calor, evitando la formación de burbujas de aire dentro de la masa. Para ello, se agrega al mortero un *fluidizante o fluvente*, constituido por un aglomerante basado en anhidrita en forma de polímeros.

Planificado de los serpentines

Existen dos tipos básicos de serpentines como se detallan en la figura anterior pueden ser *continuo* o *espiral*, tal como se observa en la figura 15-VII.

En la configuración en *espiral* como las cañerías de impulsión y retorno se disponen en paralelo, hay una más uniforme temperatura del suelo en el local y tiene como ventaja la ejecución de menor número de curvas y menos pronunciadas, lo que facilita la instalación.

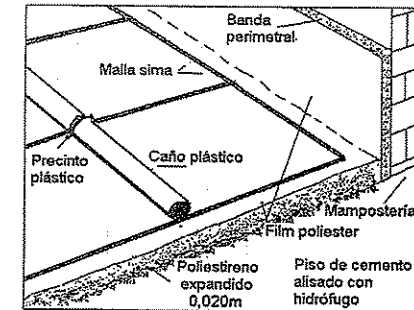


Figura 14-VII. Base flotante para montaje del serpentín

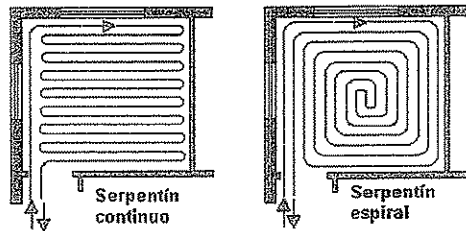


Figura 15-VII. Detalle de montaje de serpentines

Tanto en el continuo como en el espiral se deben emplazar las cañerías que distribuyen el agua caliente, hacia donde se produce la mayor pérdida de calor en los locales, que son las partes cercanas a las ventanas o paredes frías exteriores, con el fin de lograr una mayor uniformidad de temperatura en la placa emisora. Los caños empleados son generalmente de polietileno expandido en los diámetros exteriores usuales son de 16 a 20 mm, exteriores o nominales de 1/2 y 3/4", en separaciones de caños que varían de 15 a 30 cm, en módulos de 5 cm por una cuestión práctica de ejecución.

Las cañerías de polietileno son fabricadas en rollos hasta 200 m de longitud, de modo de ejecutar los serpentines sin soldaduras o empalme alguno, reduciendo de esa manera el riesgo de pérdidas de agua.

Por otra parte, no es conveniente que la longitud máxima de los circuitos supere los 75 m para caños de 16 mm y 100 m para los de 20 mm, para evitar que se originen caídas de presión importantes en la bomba circuladora.

Como norma general de proyecto conviene efectuar un serpentín por local, de modo que pueda regularse independientemente su temperatura, dado que la calefacción de locales vecinos con un serpentín único no produce una distribución uniforme de temperatura, aun cuando se trate de locales iguales destinados a un mismo uso.

Colectores

Los serpentines acometen a un *gabinete de distribución* que alberga los colectores de alimentación y retorno, con las llaves que permiten regular dentro de ciertos límites los locales calefaccionados.

En general, los colectores son prearmados de dimensiones estándar, los que se ubican en cajas metálicas diseñadas especialmente, en la que está prevista las entradas de las cañerías de vinculación con la caldera y las acometidas a los diferentes serpentines del sistema.

Las cajas con los colectores deben estar situadas en lo posible en el centro geométrico de la planificación de los serpentines, de modo que la distancia a cada uno sea la mínima y a una altura fácilmente accesible no menor de 50 cm con respecto al nivel del piso.

La concentración de cañerías en la zona del colector hace necesario reforzar allí la aislación térmica, no siendo conveniente utilizar más de 5 o 6 serpentines por colector.

En la figura 16-VII se indica un detalle de instalación de los colectores de distribución.

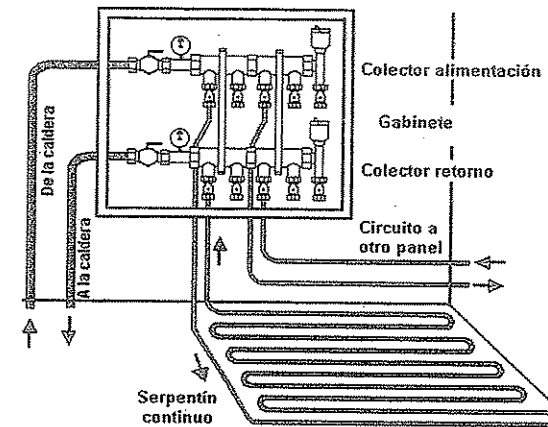


Figura 16-VII. Detalle de montaje de colector de distribución

Cada colector generalmente viene provisto con:

- Llave de entrada y de salida para la vinculación con la caldera.
- Termómetro de entrada y el de salida.
- Válvulas de regulación en el colector de alimentación de accionamiento manual o automática, utilizando un servomotor conectado a un termostato de ambiente individual.
- Detentores en el colector de retorno, con el fin de que el instalador realice el equilibrado hidráulico durante su puesta en marcha.
- Válvula de desaire automáticas.

Llenado de la instalación y prueba de estanqueidad

El llenado de agua se realiza por el colector, circuito por circuito, procurando eliminar todas las burbujas de aire y con los circuitos llenos

se procede a la prueba hidráulica. La prueba de estanqueidad final de la instalación se realiza generalmente con una presión de 1,5 a 2 veces la presión de trabajo.

Dimensionamiento del piso radiante

Supóngase un piso radiante con un serpentín empotrado dentro de una placa de hormigón por la cual circula agua caliente, emplazada sobre un aislamiento térmico, de acuerdo a la figura 17-VII.

Se puede considerar que la separación de caños de un serpentín de calefacción vale:

$$l = kr A (th - ta) / Q$$

Donde:

l : separación del serpentín (m).

kr : coeficiente de calor por metro de serpentín (kcal/hm°C).

A : área del panel de piso (m²).

th : temperatura promedio del agua de calefacción (°C).

ta : temperatura del aire ambiente (°C).

Q : cantidad de calor emitida por el piso radiante (kcal/h).

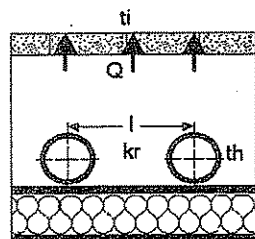


Figura 17-VII. Transmisión de calor de un piso radiante

El coeficiente kr es el de calor que emite el caño por metro hacia la superficie del piso y depende del material, diámetro exterior y el espesor del recubrimiento, así como del tipo de piso a emplazar.

En el cuadro 5-VII se establecen valores prácticos de kr , para los caños normalmente utilizados para pisos radiantes, considerando una placa de hormigón, sobre el cual se aplica un piso de cerámico, baldosas o mármol. En caso de emplearse pisos de otros tipos debe considerarse los factores de

corrección consignados, teniendo en cuenta la mayor resistencia al paso de calor.

La magnitud de Q surge del balance térmico del local a calefactar, suponiendo una temperatura del aire interior de diseño ta de 18 a 19 °C.

El valor de la temperatura promedio del agua th , no debe sobrepasar los 50 °C para evitar dilataciones excesivas, que pueden provocar problemas en las estructuras donde se empotran los serpentines y ade-

más, en el caso de paneles de piso se puedan originar temperaturas superficiales que superen los límites admisibles de 26 a 29 °C.

CUADRO 5-VII. COEFICIENTE kr
PISO DE CERÁMICO, BALDOSAS O MÁRMOL

Material	Diámetro nominal (")	Diámetro exterior del caño (mm)	Coefficiente kr (kcal/hm °C)
Poliétileno reticulado o copolímero	3/4"	20	0,95
	1/2"	16	0,85
Latón o cobre	3/4"	23	1,10
	1/2"	17	0,89
Factores de corrección			
Piso de parquet o plásticos: 0,90			
Pisos de alfombra: 0,80			

La temperatura promedio del agua de calefacción th , se la supone constante en toda la instalación y se la fija entre 35 a 50 °C, adoptándose normalmente 40°C.

Por otra parte, debe verificarse que la longitud del serpentín más la conexión a los colectores no supere los límites indicados precedentemente, con la ecuación:

$$L = A/l$$

Donde:

L : longitud del serpentín (m).

A : área del piso calefactor (m²).

l : separación entre ejes de los caños empotrados (m).

De modo que la longitud total es de:

$$L_T = L + 2 L_C$$

En la que:

L_T : longitud total del caño hasta los colectores (m).

L_C : longitud conexión del serpentín a los colectores retorno (m).

Ejemplo

Diseñar un serpentín en espiral de un piso radiante de un local de 4 x 3 x 2,70 m de altura, del ejemplo desarrollado en el formulario del balance térmico de la figura 3-VII anterior.

Se considera piso de cerámico, empleando caño de polietileno reticulado de 20 mm de diámetro exterior.

Los datos del proyecto son:

- t_i : temperatura del aire del local: 18 °C.
- t_h : temperatura promedio del agua de calefacción: 40 °C, o sea una temperatura de entrada 45 °C y 35 °C de salida.
- A : área del panel: 12 m².

Mediante el balance térmico se determinó en el local una pérdida de calor de 1806 kcal/h, para una condición de aire interior de 20 °C. Para 18 °C el valor debe ajustarse, de acuerdo a:

$$Q = 1806 \times 18/20 \approx 1625 \text{ kcal/h}$$

El coeficiente k_r para piso de cerámico de acuerdo a la tabla del cuadro 5-VII anterior vale 0,95 kcal/hm °C.

La separación de los caños del serpentín se calcula con la fórmula:

$$l = k_r A (t_h - t_a) / Q$$

$$\text{O sea: } l = 0,95 \times 12 \times (40 - 18) / 1625 \approx 0,15 \text{ m}$$

Verifica porque está comprendido entre 15 y 30 cm.

$$\text{La longitud del serpentín vale: } L = A/l = 12/0,15 = 80 \text{ m}$$

Considerando una distancia de $L_c = 2$ m desde el serpentín a los colectores de alimentación y retorno respectivamente, la longitud total vale:

$$L_T = L + 2 L_c = 80 + 2 \times 2 = 84 \text{ m}$$

Verifica dado que es menor de 100 m.

De modo que, considerando el caño de polietileno reticulado de 20 mm de diámetro exterior y la separación 15 cm, se efectúa el proyecto de la distribución de un serpentín en espiral en el piso del local, según se detalla en forma esquemática en la figura 18-VII.

Como la placa de hormigón, debe tener un espesor aproximado a 3 veces el diámetro exterior del caño, su valor será de: $3 \times 20 \text{ mm} = 60 \text{ mm} = 6 \text{ cm}$.

Las características del piso se muestran en el corte esquemático de la figura 19-VII.

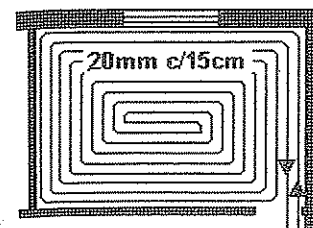


Figura 18-VII. Detalle del piso radiante

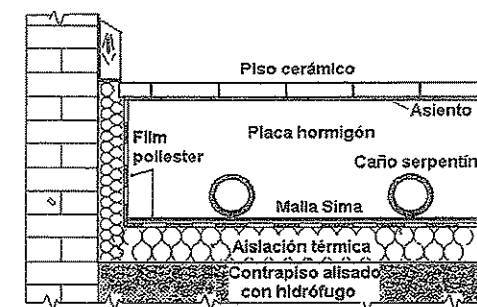


Figura 19-VII. Detalle esquemático del piso radiante

CAÑERÍAS DE CALEFACCIÓN

Las cañerías que se utilizan generalmente para calefacción por agua caliente son:

- *Plásticas*: de polietileno o polipropileno.
- *Compuestas*: de aluminio con polietileno o polipropileno.
- *Metálicas*: ferrosas de acero o no ferrosas de cobre o latón.

Los caños plásticos de *polietileno reticulado* denominados generalmente *Pex*, es óptimo para la aplicación en estas instalaciones y especialmente en pisos radiantes. Su curvatura es sencilla, pero no pueden unirse por termofusión efectuándose la vinculación en forma mecánica mediante conectores de ajuste a presión.

Los caños de *polipropileno* tiene temperaturas de fusión y de deformación por calor mayores que el polietileno y es un material más duro y algo menos flexible, pero tiene la ventaja que permite su unión por termofusión.

Una alternativa muy recomendable, es el tubo compuesto de *aluminio* revestido con *polietileno reticulado* denominado *Pex-Al-Pex*, o

también los caños de capas de polipropileno con *aluminio*, que permiten la vinculación por termofusión. El aluminio le proporciona al conjunto sus propiedades de resistencia estructural, son estancos a la penetración de oxígeno, facilita el doblado y reducen la dilatación de los caños de plásticos.

Prácticamente no se usan las *cañerías de hierro negro* debido la oxidación y que es más dificultosa la técnica de montaje con respecto a los nuevos tipos de cañerías y tampoco las de *hierro galvanizado*, porque al ser dificultosa la unión de los caños entre sí mediante soldadura se debe emplear el empalme roscado y ello no es recomendable en el caso de calefacción, porque al calentarse se dilatan tendiendo a torsionar y aflojar las roscas.

Las cañerías metálicas más empleadas son de *latón*, denominadas comúnmente *hidrobronce*, estando constituidas por una aleación de cobre (95%) y zinc (5%). Son fácilmente curvables y se pueden unir mediante soldadura capilar con accesorios diseñados especialmente. Pueden ser de tipo reforzado o especiales de mayor espesor, provistas con extremos para roscar y también con aislación térmica incorporada consistente en una vaina de PVC.

Distribución del agua caliente

En general la distribución del agua se efectúa por *cañerías bitubulares*, una de alimentación y otra de retorno a los dispositivos de cesión de calor en los locales, impulsadas por una bomba circuladora y se pueden clasificar en sistemas de *retorno directo y compensado*.

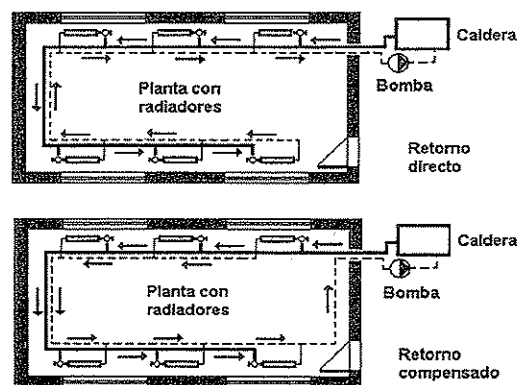


Figura 20-VII. Esquemas de retorno directo y compensado

Se pueden clasificar en sistemas de *retorno directo y compensado*.

Supóngase un ejemplo de radiadores alimentados por cañerías de agua y bomba circuladora desde una caldera representados en la figura 20-VII.

En el sistema de *retorno directo*, el caño de retorno parte del radiador más alejado y va recogiendo el agua de los demás hasta devolverla a

la caldera. En estos sistemas el recorrido del agua es menor para el circuito de los radiadores más cercanos, por lo que al reducirse su pérdida de carga, tienden a circular por ellos mayores caudales, cediendo mayor cantidad de calor que los más alejados.

Por lo tanto se necesita una adecuada regulación mediante el uso de válvulas de doble reglaje o detentores, pero como generalmente el sistema tiende a desequilibrarse, se requiere un ajuste permanente.

En el sistema de *retorno compensado* se observa que la longitud de las cañerías de alimentación y retorno que debe recorrer el agua desde la caldera a los radiadores es igual en todos los circuitos, de modo que al tener la misma pérdida de carga los circuitos están hidráulicamente equilibrados, por lo que prácticamente no es necesario regularlos.

Vaso de expansión

La misión del vaso de expansión es la de mantener constante la presión del sistema al permitir la expansión del agua que se produce al aumentar la temperatura y además cumple la función de carga de agua.

En el esquema de la figura 21-VII se detallan las características de un tanque de expansión abierto, para ubicar en la parte superior del sistema, contando con un flotante automático para carga.

La capacidad del vaso de expansión puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$V = Q/500$$

Donde:

V: volumen del vaso (litros).

Q: kcal/h de la caldera.

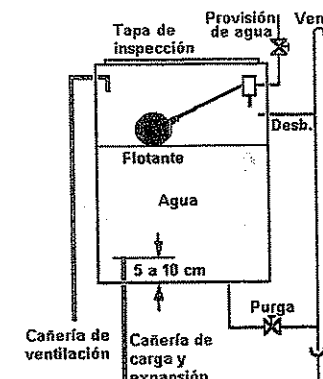


Figura 21-VII. Tanque de expansión

Las calderas deben estar siempre vinculadas con el vaso de expansión mediante cañerías que no puedan cerrarse con válvulas, por razones de seguridad.

En instalaciones pequeñas suelen emplearse un tanque de expansión cerrado que vienen muchas veces incluido en la misma caldera. Consta de un recipiente metálico, el cual está dividido en dos cámaras por una membrana flexible como se muestra en la figura 22-VI.

Bombas circuladoras de agua

Las bombas que se emplean en instalaciones de calefacción son del tipo centrífugas, consistente en una carcasa tipo caracol y una turbina interior que es la que provoca la circulación del agua.

Para grandes instalaciones se utiliza con acople mediante manchón elástico con el motor sobre base antivibratoria o del tipo monoblok con acople directo.

En instalaciones medianas y chicas se emplean las *autocontenidas* como se muestra en la figura 23- VII, construidas en una misma carcasa motor y bomba, provistas de bridas o uniones dobles de acople directo a las cañerías.

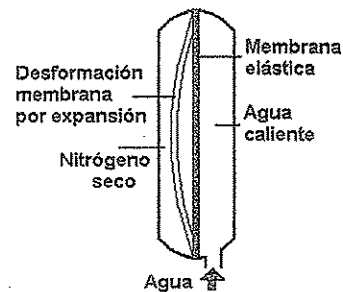


Figura 22-VII. Tanque de expansión cerrado

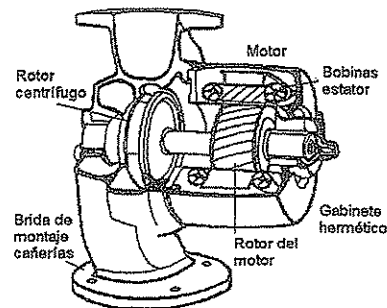


Figura 23-VII. Bomba de agua autocontenida

CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS DE CAÑERÍAS

Para la determinación de los diámetros de una red de cañerías de agua caliente para calefacción, es necesario conocer en cada tramo el caudal circulatorio que está relacionado con la cantidad de calor a transportar, mediante la ecuación:

$$C = Q/10$$

Donde:

C: caudal de agua circulatorio (l/h).

Q: cantidad de calor transportado (kcal/h).

10: salto térmico entre el agua que entra y sale de un dispositivo de calentamiento que se fija en 10°C. Por ejemplo, para radiadores de 90 °C a 80 °C y en paneles de piso de 45 °C a 35 °C.

Para la estimación de los diámetros de las cañerías se ha confeccionado la tabla práctica del cuadro 6-VII, que es de aplicación para los tipos de caños usados en calefacción, en la que se establecen los diámetros nominales en función de los caudales de agua transportados.

CUADRO 6-VII. PLANILLA DE CÁLCULO DE CAÑERÍAS DE CALEFACCIÓN

Dimensiones	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
Caudal agua (l/h)	260	590	1200	2500	3400	6800	13000	22000	35000

El diámetro mínimo utilizado es de 1/2"

Ejemplo de aplicación

Supóngase calcular la red de cañerías correspondiente a una instalación de calefacción por radiadores de agua caliente, empleando una caldera mural con bomba y tanque de expansión incorporado y radiadores de aluminio, como se indica en el esquema de la figura 24-VII.

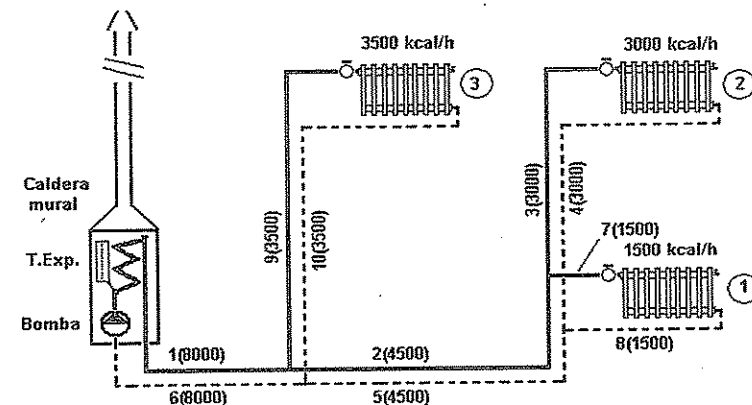


Figura 24-VII. Esquema de cañerías de la instalación de calefacción

Cada radiador se conecta en la entrada con una válvula de regulación manual de doble reglaje en escuadra para regulación y cada uno de ellos con grifo de desaire manual.

En el esquema se han determinado en letras los tramos que componen la red de cañerías que generalmente van de un nudo o bifurcación T a otro T y en ellos se ha consignado la cantidad de calor transportada en función de la capacidad de cada uno de los radiadores, que surgen del balance térmico de la instalación.

Como primer paso se determinan en cada tramo los caudales (l/h) transportados, con la ecuación $C = Q/10$.

Luego, aplicando la tabla para la estimación de los diámetros indicada en el cuadro 6-IV anterior y considerando los caudales en los diversos tramos, se dimensionan las cañerías sin sobrepasar los valores establecidos en la tabla. Finalmente los resultados fueron consignados en la planilla del cuadro 7-VII.

CUADRO 7-VII. PLANILLA RESUMEN CÁLCULO DE CAÑERÍAS

Tramo	Q (kcal/h)	C (l/h)	Diámetros
1 y 6	8000	800	25 (1")
2 y 5	4500	450	19 (3/4")
3 y 4	3000	300	19 (3/4")
7 y 8	1500	150	13 (1/2")
9 y 10	3500	350	19 (3/4")

El caudal de la bomba circulatoria es de 800 l/h.

CALEFACCIÓN POR AIRE CALIENTE

Las instalaciones de aire caliente suelen estar unificada con las de refrigeración cumpliendo las funciones coordinadamente durante todo el año, utilizando una batería de calefacción por agua caliente o la misma unidad de refrigeración funcionando como calefacción mecánica invirtiendo el ciclo de la bomba de calor en invierno.

Sin embargo, el sistema de calefacción por aire caliente puede también ser independiente, utilizando un equipo de calentamiento a gas, que se muestra en la figura 25-VII con sus capacidades y dimensiones promedio en el cuadro 8-VII.

Estos equipos si bien han sido diseñados para funcionar sólo en invierno, están concebidos con la idea que constituyan la etapa inicial de un proyecto futuro de aire acondicionado integral en el edificio.

Constan de un intercambiador a gas natural montado en un gabinete exterior de chapa, conteniendo un ventilador centrífugo y controles, distribuyendo el aire caliente a los locales por una red de conductos de alimentación y retorno, como se detalla en la figura 26-VII.

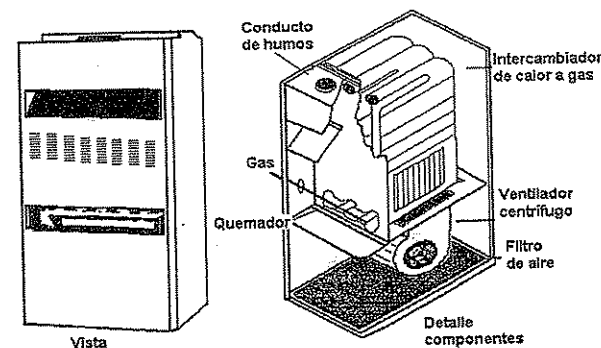


Figura 25-VII. Equipo de aire caliente a gas

CUADRO 8-VII. EQUIPOS CALEFACTORES DE AIRE CALIENTE

Capacidad kcal/h	Caudal m ³ /min	Diám. gas (mm)	Dimensiones (m)			
			Alto	Ancho	Prof.	Diám. Chim.
16000	24	13	1,40	0,40	0,40	0,10
25000	30	13	1,40	0,50	0,50	0,15
30000	40	13	1,40	0,60	0,60	0,16
40000	40	13	1,50	0,70	0,70	0,18
60000	80	19	1,50	1,10	0,70	0,20
80000	120	19	1,60	1,20	0,80	0,22

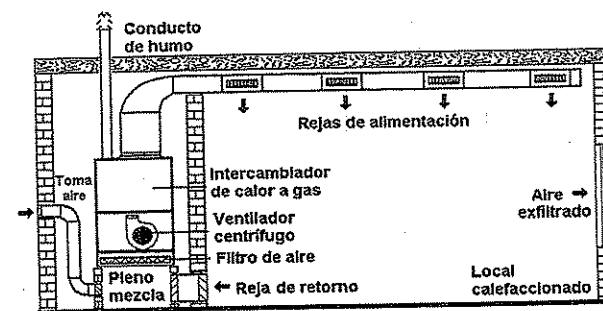


Figura 26-VII. Esquema de funcionamiento de equipo de aire caliente

El aire se absorbe en la parte inferior donde se encuentra el pleno de mezcla con los filtros y es impulsado por el ventilador a los intercambiadores a gas constituido por células selladas que canalizan los gases de la combustión hacia el conductos de humo.

De esa manera, el sistema de combustión es completamente independiente de la circulación del aire a los locales, que se calienta sobre las paredes exteriores de las celdas de chapa.

Si se quiere aprovecharlos en el futuro para el acondicionamiento de verano, se monta sobre el gabinete a la salida del ventilador una *sección evaporadora* diseñada por los fabricantes a esos efectos, la que se vincula con una *unidad condensadora exterior*, tal cual se muestra en la figura 27-VII.

Hay que considerar en tal caso, que los conductos de distribución deben ser calculados para verano y que el ventilador centrífugo tiene que

estar preparado para aumentar el caudal de aire incrementando su número de vueltas o RPM.

Diseñando la sección de la toma de aire exterior en base al caudal total circulante, el equipo puede ser utilizado para ventilación en la época de verano mientras no se instale la unidad separada de refrigeración. En tal caso, debe cerrarse la reja de retorno y prever una persiana en el local para la descarga al exterior del aire contaminado.

Comparado con las instalaciones de calefacción por agua caliente *son de poca inercia térmica* debido al bajo calor específico del aire, por lo que su puesta en régimen es más rápida que

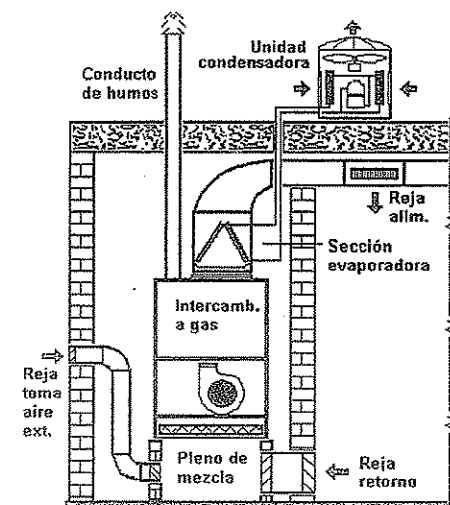
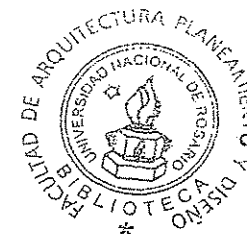


Figura 27-VII. Equipo de aire caliente con unidad de refrigeración

los sistemas de calefacción por agua caliente como es el caso de los radiadores y más aún en los pisos radiantes.



CAPÍTULO VIII

VENTILACIÓN

Necesidad de la ventilación

La ventilación es un proceso destinado a mejorar la calidad del aire interior de un local mediante su renovación permanente, reemplazándolo con igual cantidad de aire puro obtenido del exterior. La necesidad de efectuar una instalación de ventilación mecánica es para asegurar una uniforme distribución del aire nuevo en los locales y mantener sus condiciones de pureza, estando determinadas fundamentalmente por las siguientes causas:

- Exhalaciones orgánicas como el anhídrido carbónico y vapor de agua producidas por la respiración y transpiración humanas.
- Producción de olores y humo de tabaco.
- Generación de calor por parte del cuerpo humano y por los artefactos de iluminación.
- Aumento de temperatura por transformación de cualquier forma de energía en calor.
- Disipación de gases de la combustión dentro del local por parte de artefactos de calefacción.
- Emanación de gases y contaminantes así como partículas en suspensión provenientes de procesos industriales.

Por tal motivo, las fábricas o locales donde se aglomera el público donde hay producción de olores, polvo y materiales en suspensión, vapores, humos y gases, aire demasiado caliente o húmedo, deben estar dotados de estas instalaciones que pueden o encontrarse incluidas dentro de las de aire acondicionado o ser independientes y exclusivas para ese fin.

VENTILADORES

El ventilador es una máquina accionada por un motor que convierte su energía de rotación en incremento de presión, para mover un caudal de aire determinado. Se los clasifica en *centrífugos* y *axiales*.

Ventiladores centrífugos

En el ventilador *centrífugo* el aire circula radialmente por medio de un *rotor* o *turbina*, el que se halla incluido dentro de un envolvente en forma de caracol, siendo descargado por acción centrífuga y de allí surge el nombre que lo caracteriza.

El aire se mueve según una trayectoria que adquiere un giro de 90 grados, de modo que entra con dirección coincidente con la del eje de giro del rotor y sale perpendicularmente a ésta, como se indica en la figura 1-VIII.

El ventilador centrífugo se utiliza cuando se requieren presiones relativamente elevadas, como es el caso del frotamiento de los elementos que intervienen en la red de conductos. Pueden ser de *simple entrada* (SASE) con una sola boca de aspiración lateral, como el indicado en la figura, o *doble entrada* (DADE) que cuentan con dos bocas a ambos lados del rotor.

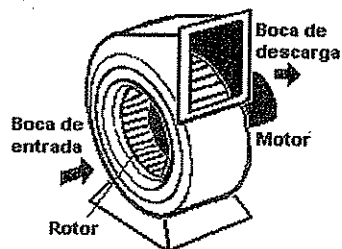


Figura 1-VIII. Ventilador centrífugo

La principal característica que distingue a los ventiladores centrífugos son las paletas del rotor, que originan distintos impulsos que conforman la dirección del flujo de aire. Así, los ventiladores centrífugos *multipalas* están constituidos por numerosas paletas angostas curvadas hacia adelante, siendo su ventaja principal la de ser muy silenciosos y por tal motivo son los que más se utilizan. Los ventiladores de *aletas curvadas hacia atrás* se emplean en instalaciones de cierta envergadura, permitiendo una buena regulación del caudal autolimitando la potencia consumida, pero son más ruidosos.

Los ventiladores de *aletas radiales* tienen una característica de funcionamiento intermedia entre los dos anteriores. Son algo ruidosos, empleándose generalmente para ventilación industrial, en lugares con partículas en suspensión por su propiedad de ser *autolimpiable*.

Ventiladores axiales

Los ventiladores axiales son aquellos que mueven el aire en una dirección coincidente con la del eje de giro del rotor o hélice, provocando un flujo axial y se clasifican según se indica en la figura 2-VIII, en *helicoidales* y *axiales* propiamente dicho.

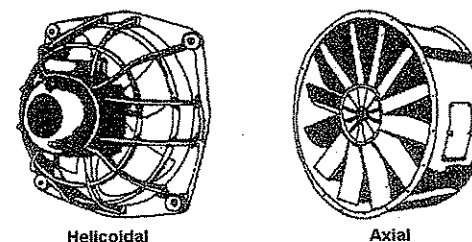


Figura 2-VIII. Vista de ventiladores helicoidal y axial

Los *helicoidales* se denominan así, porque el flujo de aire de descarga tiene una trayectoria helicoidal o en forma de tirabuzón debido a la configuración de sus paletas. Son de palas anchas con gran superficie, empleándose generalmente para extracción de aire a *boca libre* o sin conductos u otras aplicaciones donde la resistencia que se requiere es muy baja.

Los ventiladores *axiales propiamente dicho*, están compuestos de palas más angostas y alcanzan presiones mayores. En el cuadro 1-VIII, se indican sus características, capacidades y consumos eléctricos aproximados.

CUADRO 1-VIII. CARACTERÍSTICAS DE VENTILADORES AXIALES

Diámetro (cm)	RPM	Caudal(m ³ /min)	Potencia (Watt)
25	1400	14	60
30	900	20	50
	1400	30	80
40	900	40	90
	1400	55	150
45	900	65	130
	1400	100	370
60	900	160	500

Existen ventiladores *axiales de funcionamiento reversible*, pudiendo utilizarse como extractores o impulsores indistintamente.

CARACTERÍSTICA DE LAS INSTALACIONES

En el diseño de una instalación de ventilación debe tenerse en consideración los puntos de entrada y salida de aire y su distribución en el local, así como un fácil acceso a los ventiladores para efectuar las tareas de mantenimiento y reparación.

El emplazamiento de la toma de aire no debe elegirse arbitrariamente, sino que debe determinarse por observaciones y experiencia. En los locales que se requiera una buena ventilación en verano deben ubicarse en las orientaciones Este, Sur, Sureste o Noreste, a fin de evitar el ingreso de aire muy caliente.

Como norma, no se deben colocar las tomas de aire a nivel del piso para evitar la penetración de polvo y en muchos casos, conviene tratar previamente el aire que ingresa con filtros. No deben emplazarse en la proximidad de chimeneas, cocinas, retretes, baños, calles con tránsito automotor, etc., o en la proximidad de anuncios o elementos luminosos que atraigan insectos. Además, es conveniente que las persianas fijas lleven del lado interno una protección *antipájaro* de alambre tejido, para evitar la entrada de roedores, insectos, etc.

Los resultados más satisfactorios se obtienen cuando los *extractores se colocan opuestos a las entradas de aire*, de modo que el aire introducido produzca un *barrido* del volumen de aire del local. Sin embargo, la distancia entre el extractor y las entradas de aire no deben ser muy grandes, por cuanto el aire se va viciando a medida que recorre el espacio, recomendándose que la *distancia máxima entre la entrada y salida* no sea mayor de 20 m.

Por otra parte debe evitarse en lo posible instalar extractores cerca de ventanas o puertas, dado que si ellas quedan abiertas, el extractor tomará el aire desde allí no ventilando el local correctamente, como se destaca en la figura 3-VIII.

Clasificación

Según el método o forma de renovación del aire utilizado, las instalaciones de ventilación se pueden clasificar en de *extracción*, *impulsión* o *mixto*.

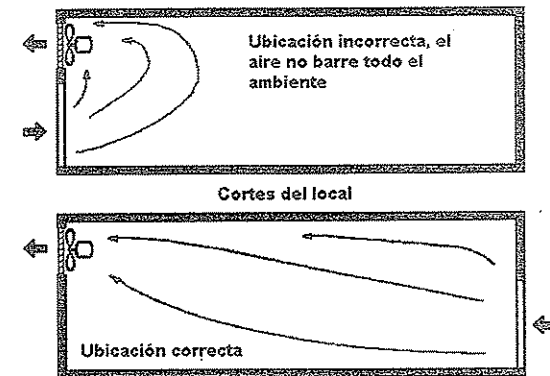


Figura 3-VIII. Ubicación correcta e incorrecta del ventilador

En el sistema de *extracción*, que es el más común, los ventiladores toman el aire del espacio a ventilar y lo desalojan hacia fuera, siendo reemplazado por igual cantidad de aire exterior que entra por aberturas de tomas de aire practicadas al efecto, como se observa en las distintas alternativas indicadas en la figura 4-VIII.

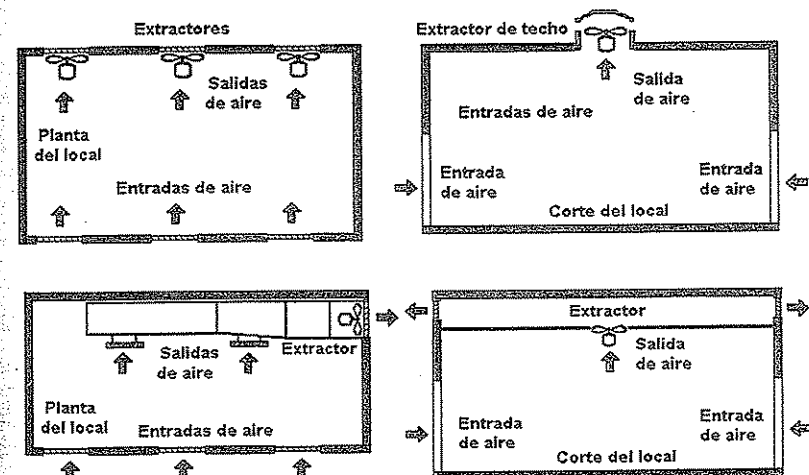


Figura 4-VIII. Alternativas sistema de ventilación por extracción

Se origina una *leve depresión* en el local por lo que se aplica para cuando se desea que el aire del recinto no pase a las habitaciones vecinas. Es el caso de cocinas, baños y lugares con emanaciones nocivas.

En el método por *impulsión* el ventilador toma el aire de afuera y lo impulsa hacia la habitación o local, generando una pequeña *sobrepresión*, que obliga al aire a salir a través de las persianas de descarga como se observa en la figura 5-VIII.

Se aplica cuando se quiere que el aire no penetre en el local por fisuras o juntas de ventanas o puertas por problemas de polvo o por contaminantes.

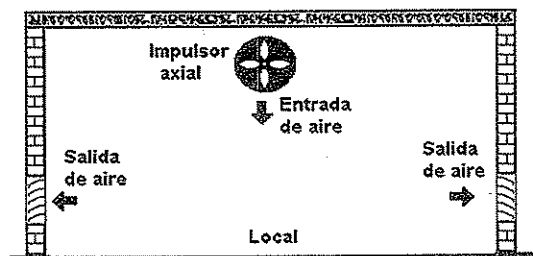


Figura 5-VIII. Sistema de ventilación por impulsión

En el sistema *mixto* se combinan las condiciones de extracción e impulsión a fin de lograr una mayor eficiencia y seguridad en el barrido del aire como se ve en la figura 6-VIII.

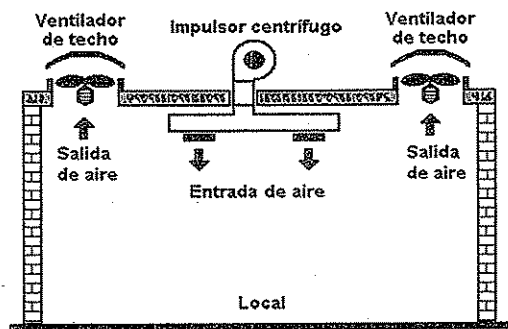


Figura 6-VIII. Sistema de ventilación mixto

CÁLCULO DEL CAUDAL DE AIRE DE VENTILACIÓN

El caudal de aire que requiere una instalación de ventilación depende del tipo y característica del local, teniendo en cuenta el uso a que esté destinado y eventualmente la cantidad de personas que lo ocupan.

Una manera práctica para determinarlo es el *método de las renovaciones horarias*, en la que se estima la cantidad de veces que es necesario renovar su volumen por hora. En la tabla del cuadro 2-VIII, se indican la cantidad de renovaciones horarias de acuerdo al tipo o función del local y en algunos casos se establece la cantidad mínima requerida en m³/hora por persona.

Supóngase por ejemplo, efectuar la ventilación de un local de oficina general de 12 x 4,5 x 3 m de altura, con un total de 10 personas. De acuerdo a tabla se requieren 6 renovaciones horarias del volumen del local, con una cantidad mínima de 30 m³/h por persona. De modo que:

Volumen: 12 x 4,5 x 3 = 162 m³

Caudal: 162 m³ x 6 renovaciones /h = 972 m³/h

Caudal por persona: 10 personas x 30 m³/h = 300 m³/h

De esa forma, se adopta el caudal mayor o sea 972 m³/h.

CUADRO 2-VIII. RENOVACIONES DE AIRE PARA VENTILACIÓN

Locales	Renov/h	m ³ /h pers
Fábricas trabajos sedentarios	6	
Fábricas trabajos activos	10	
Bibliotecas	6	30
Exposiciones	16	
Estudio de radiodifusión		30
Locales de sanidad	10	
Baños y sanitarios	10	
Salas de baile, discotecas		90
Teatros cines auditorios		40
Estudios de grabación	20	
Fundiciones	10	
Talleres de imprenta	6	
Transformadores	12	
Calderas	20	
Sala de máquinas	12	
Taller mecánico automotores	8	
Garajes	6	
Restaurante o lugares afines	12	20
Oficinas en general	6	30
Oficinas privadas	6	40
Cocinas	20	

Consultando la tabla de capacidades de ventiladores axiales en el cuadro 1-VIII anterior, para un caudal de 972/60 = 16,2 m³/min, puede adoptarse un ventilador axial de 30 cm de diámetro, 900 RPM, con un caudal de 20 m³/min a boca libre.

CAPÍTULO IX

ELECTRICIDAD

TECNOLOGÍA

Los conductores eléctricos están compuestos por el *cable conductor* que puede ser de cobre o aluminio, con hilos arrollados para darle flexibilidad, la *aislación eléctrica* de PVC o de polietileno reticulado y eventualmente para casos particulares una *cobertura de protección mecánica*, que puede ser metálica de PVC, o polietileno reticulado. En la figura 1-IX se muestra un cable unipolar con aislación de PVC.



Figura 1-IX. Cable unipolar

No se admiten cables constituidos por un solo alambre debido a que no tienen flexibilidad.

En general las líneas vivas se identifican de color marrón, negro o rojo y el neutro celeste. El conductor de tierra debe ser bicolor en verde y amarillo.

Los cables pueden colocarse en cañerías embutidas o a la vista, conductos, bandejas portacables, enterrados en forma directa, colgados en líneas aéreas exteriores o sueltos en pisos técnicos. Para ser enterrados en forma directa o sueltos, el cable tiene que contar con una cobertura de protección.

No deben colgarse en el interior de los locales, ni ubicarse en canaletas de madera o embutirlos directamente en la mampostería.

Las *cañerías embutidas* pueden ser de acero pesado, semipesado o liviano o de material plástico sintético rígido o flexible

Las *cañerías a la vista* pueden ser del mismo tipo que las embutidas, pero además se admiten de acero inoxidable o galvanizadas, conductos de metal o plásticos, caños metálicos flexibles, cablecanales y bandejas portacables.

Para las conexiones, derivaciones, llaves y tomas deben utilizarse *cajas*, que pueden ser de acero o plástico como se muestra en la figura 2-IX.

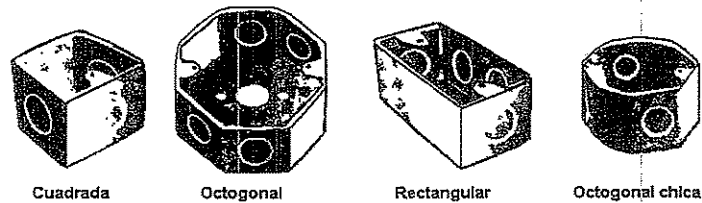


Figura 2-IX. Tipo de cajas

Las cajas octogonales permiten el acceso de cañerías desde distintos puntos y se usan en centros o brazos y las cuadradas para empalmes y derivación. Las rectangulares se emplean en tomas corrientes o interruptores y para brazos o apliques se pueden usar cajas octogonales chicas.

La unión de caños y cajas debe realizarse por medio de conectores normalizados o boquillas y tuercas

Se debe emplear un número adecuado de cajas accesibles para el paso de los cables y facilitar la colocación y reemplazo de conductores.

Para posibilitar el paso de cables se debe colocar como mínimo una caja cada 12 metros en los tramos rectos y horizontales sin derivación y una caja cada 15 metros en tramos verticales. No se admiten más de tres curvas por caja.

MANIOBRA Y PROTECCIÓN

La maniobra se realiza mediante los *interruptores* que permiten establecer, conducir e interrumpir la circulación de corriente y se los clasifica según el accionamiento de la apertura de los polos en *unipolar*, *bipolar*, *tripolar* o *tetrapolar*.

El interruptor tipo unipolar es la denominada *llave* y es el más utilizado, dado que se aplica para los circuitos en edificios y se fabrican en

componentes modulares que permiten armar distintas combinaciones. Pueden ser del tipo *combinación*, que sirve para accionar una luminaria desde dos puntos distintos.

En las instalaciones domiciliarias monofásicas debe colocarse en la entrada del suministro de la red un *interruptor bipolar* para cortar totalmente el suministro eléctrico, tanto el vivo como en el neutro. En las instalaciones trifásicas de fuerza motriz se utilizan los *tetrapolares*, que cortan los tres vivos y el neutro.

Los dispositivos de *protección* deben detectar las fallas como corto circuitos y sobrecargas, corriente de falla a tierra, etc. interrumpiendo la circulación de corriente empleando *fusibles* o *protectores termomagnéticos*.

Un *cortocircuito* es una falla muy grave que se produce cuando se tocan francamente dos cables de distinta polaridad y por lo tanto, el dispositivo de protección debe cortar la corriente casi en forma instantánea. Pero en el caso de una *sobrecarga* o sea cuando circula una corriente superior a la nominal, el dispositivo de seguridad debe actuar sólo cuando se supera un valor determinado, durante un lapso mayor al que pueda provocar daño. Por ejemplo, no sería lógico que el dispositivo de seguridad corte cuando se produce el arranque del motor de una heladera.

Los *fusibles* están constituidos por un hilo o lámina metálica y es un elemento de protección contra las sobrecargas y cortocircuitos, porque la fusión se efectúa en un tiempo un tanto más breve cuanto mayor es la sobrecarga y en forma casi instantánea en caso de un cortocircuito.

En general su reparación queda en manos del usuario, que en la mayoría de los casos es inexperto y tiende a sobredimensionar el hilo fusible con el objeto que se queme lo menos posible y de esa manera se recarga toda la instalación con riesgo de incendio.

El *interruptor termomagnético* es un dispositivo mecánico de maniobra y protección automática que actúa en forma similar al fusible protege contra sobrecargas y cortocircuitos. Se denomina *termomagnético* porque los elementos componentes son el protector *térmico* y el *magnético* y el esquema de la figura 3-IX, se detalla la idea de su funcionamiento.

La *protección térmica* consta de un elemento bimetálico compuesto por la unión de dos metales de distinto coeficiente de dilatación, de modo que cuando la sobrecarga toma un valor peligroso o dura más tiempo del previsto, el bimetálico se calienta y se deforma abriendo un contacto.

En el caso de un cortocircuito, evidentemente el tiempo que tardaría en deformarse el bimetálico sería sumamente elevado y por ello se

complementa con una bobina, que ante la presencia de la corriente muy elevada de un cortocircuito, atrae el contacto de conexión en forma prácticamente instantánea.

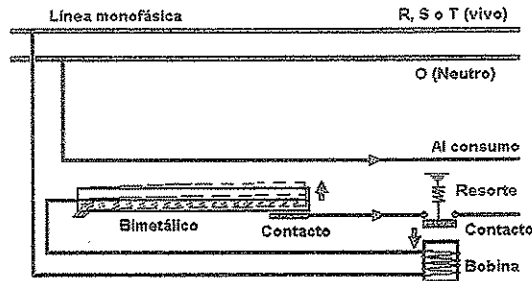


Figura 3-IX. Esquema funcionamiento protección termomagnética

En la actualidad se deben emplear interruptores termomagnéticos en lugar de interruptor y fusible en edificios de vivienda y oficinas por razones de seguridad.

Riesgo eléctrico

Los casos de riesgo que se pueden llegar a presentar se detallan en la figura 4-IX.

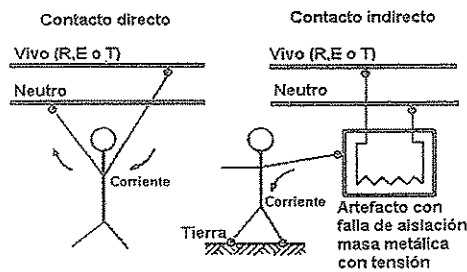


Figura 4-IX. Riesgo de contacto directo e indirecto

El *contacto directo* se produce cuando una persona toca dos cables de distinta polaridad y el *contacto indirecto* cuando la persona toca un artefacto que está energizado por una falla de su aislación funcional.

Análisis realizados demuestran que los efectos peligrosos de la corriente en el cuerpo humano van a depender de la intensidad de corriente

que lo atraviesa, la tensión y el tiempo de contacto. Para prevenir dichos riesgos se han realizado ensayos para determinar cual es el tiempo máximo que puede tolerar el cuerpo humano sin que le provoquen daños y se han ideado aparatos de corte que actúen con celeridad, a fin de reducir ese tiempo a un valor que no lleguen a afectar a las personas.

Uno de los elementos que cumple esa función es el *disyuntor diferencial* que esta compuesto esencialmente por un dispositivo de detección y otro de apertura como se detalla en el esquema de figura 5-IX.

En el caso que una persona en contacto con tierra toque un elemento electrificado, la corriente de entrada no retorna a través del neutro con la misma intensidad porque parte de ella se fuga a tierra. Eso genera un campo electromagnético desbalanceado en una bobina toroidal que induce una corriente diferencial en un arrollamiento secundario, que a su vez, mediante una bobina atrae al contacto y abre el circuito.

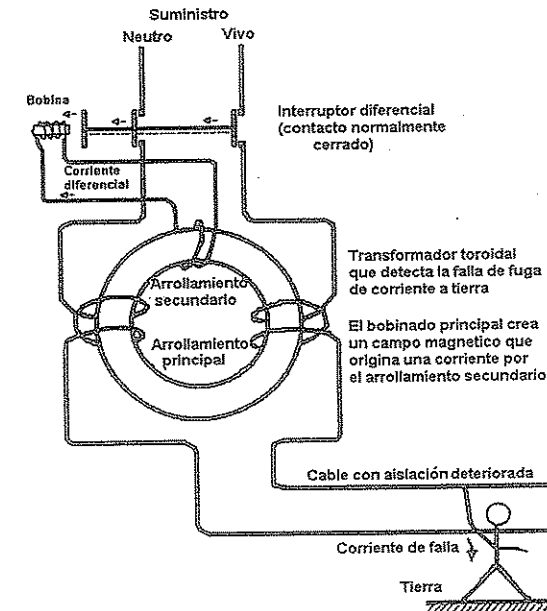


Figura 5-IX. Esquema de funcionamiento del disyuntor diferencial

El disyuntor diferencial es básicamente un aparato destinado a detectar fugas a tierra, previniendo fallas de aislación que originan peligros de incendio vigilando en forma constante y permanente la instalación y protegiendo a su vez a las personas de los contactos con elementos electrificados.

Aunque también protege complementariamente contra contactos directos, el disyuntor diferencial no brinda una seguridad total, ya que si la persona aislada de tierra toca el cable vivo y neutro en forma simultánea, al producirse una carga equilibrada no actuaría, si bien es difícil que se produzca esa posibilidad.

Protección a tierra

El disyuntor diferencial necesita para que actúe automáticamente una vinculación a tierra eficaz por encima de su sensibilidad y por ello, se exige conectar eléctricamente todas las masas de las instalaciones eléctricas a tierra. Se define como *masa* al conjunto de las partes metálicas de la instalación, que accidentalmente pueden quedar electrificadas.

De ese modo, se busca que se produzca una corriente de derivación a tierra importante, que haga actuar instantáneamente al disyuntor diferencial o eventualmente a los dispositivos de protección por cortocircuitos o sobrecargas.

También los aparatos electrodomésticos deben estar conectados a tierra y este motivo se exigen los tomacorrientes de tres bornes, como se detalla en la figura 6-IX.

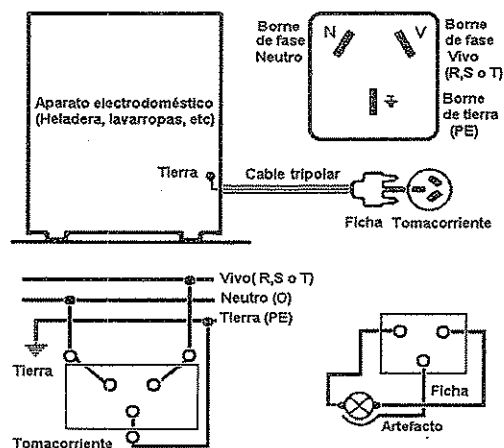


Figura 6-IX. Detalles de conexión de artefactos a tierra

Todos los artefactos electrodomésticos que tienen gabinete metálico deben contener un cable que los proteja a tierra, vinculado a una tercera espiga de la ficha. Lo mismo ocurre con los artefactos de iluminación como se detalla en la figura 7-IX, que deben contar con un borne de conexión.

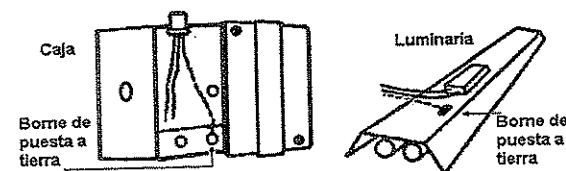


Figura 7-IX. Bornes puesta a tierra gabinetes metálicos

Estas conexiones de tierra, convergen a un conductor de seguridad denominado *PE* de color verde y amarillo que recorre toda la instalación y llegan hasta una bornera en el tablero principal y desde allí se los vincula con un cable denominado *de puesta a tierra*, hasta un electrodo enterrado que puede consistir en jabalinas, barras redondas o perfiladas, flejes, placas y en instalaciones grandes cables desnudos formando anillos o mallas.

La jabalina que se muestra en la figura 8-IX es el electrodo más común y puede ser un caño de hierro bañado en cobre de 16 mm de diámetro, de 1,50 m de profundidad como mínimo, el que se introduce en la tierra generalmente en forma directa por percusión sin perforación, para tener un contacto eficaz con el suelo.

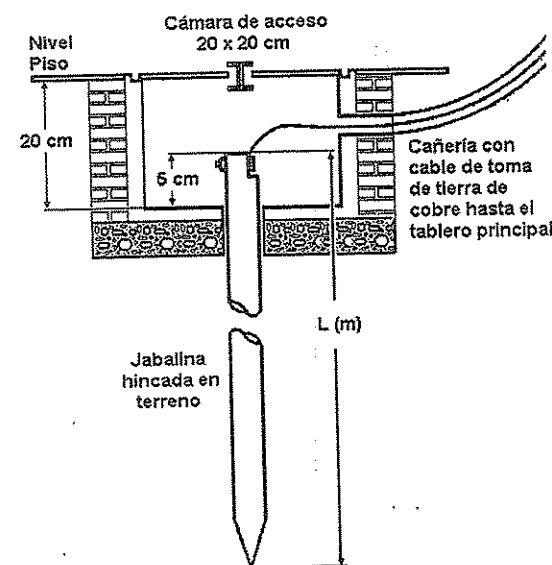


Figura 8-IX. Detalle puesta a tierra de jabalina

Las canalizaciones metálicas de distribución de agua o de distintos servicios como calefacción, gas, etc., no deben utilizarse como electrodos de puesta a tierra.

Para lograr una actuación rápida y segura de los dispositivos de protección, es necesario que se produzca en caso de falla una corriente de derivación a tierra elevada, lo que requiere consecuentemente que la resistencia a tierra sea lo más pequeña posible.

Se establece el *valor máximo valor de la resistencia de puesta a tierra en 40Ω* , debiéndose garantizar que la tensión de contacto no sea mayor de 24 V.

La sección mínima del conductor de protección (PE) es de $2,5 \text{ mm}^2$ y el de puesta a tierra de 4 mm^2 .

PROYECTO ELÉCTRICO

Acometidas

El punto de conexión al consumidor se denomina *acometida* que puede ser según la potencia requerida *domiciliaria* monofásica de 220V o de *fuerza motriz*, trifásica 220/380V, según la potencia requerida, tal como se observa en la figura 9-IX.

Las acometidas pueden ser *aéreas* o *subterráneas*, según la red de distribución externa.

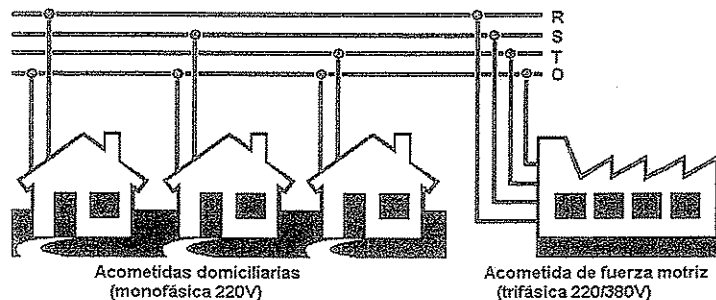


Figura 9-IX. Tipo de acometidas de la red de distribución

En la figura 10-IX se muestra una acometida domiciliaria con pilar, que se emplea en zonas residenciales suburbanas procedente de una red aérea con postes.

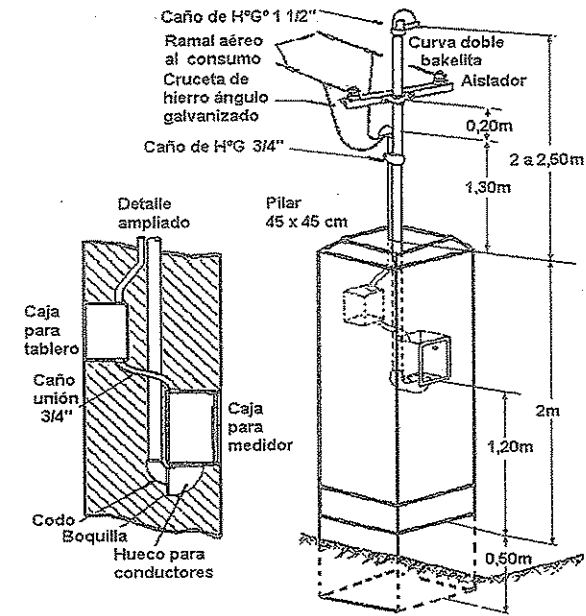


Figura 10-IX. Acometida aérea domiciliaria con pilar

En la parte exterior del pilar está el medidor domiciliario que se vincula con el tablero general de la vivienda ubicado en el interior del predio, desde donde parte la distribución aérea a la casa como en este caso o generalmente subterránea.

En las zonas urbanas la distribución es subterránea y se realiza de acuerdo al detalle de la figura 11-IX. En el caso de casas de departamentos la conexión es de fuerza motriz, utilizándose gabinetes de medidores ubicados en un local específico en el interior del edificio como se indica en la figura 12-IX.

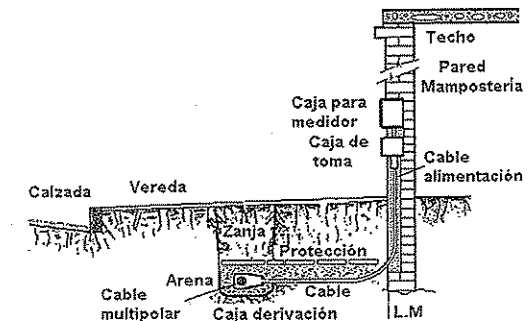


Figura 11-IX. Acometida subterránea domiciliaria

Esos gabinetes para medidores generalmente son normalizados. Acometen por la parte inferior, llegan al medidor y en la parte superior tienen colocadas las llaves termomagnéticas protectoras principales destinadas a los distintos departamentos del edificio.

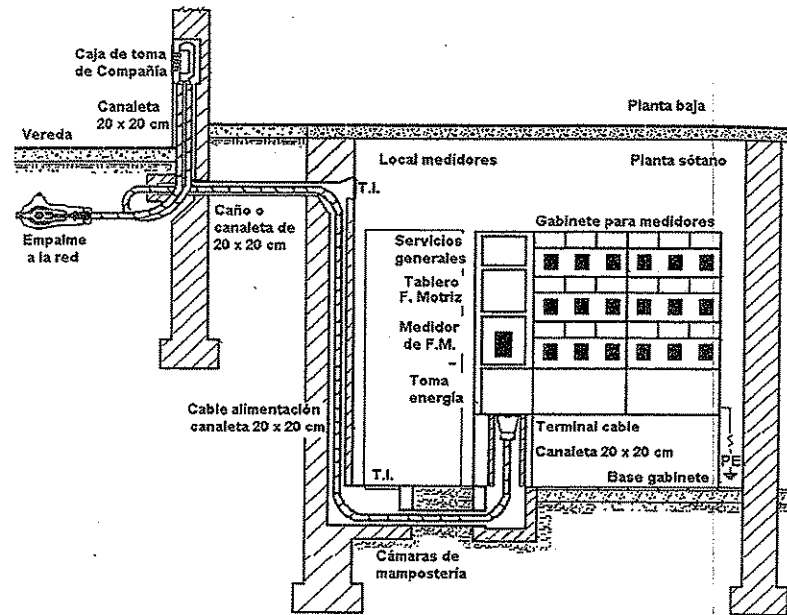


Figura 12-IX. Acometida de fuerza motriz en casa departamento

Esquema básico

El esquema general básico al que debe ajustarse como mínimo toda instalación eléctrica en inmuebles, es el consignado en la figura 13-IX.

Se las puede considerar como instalaciones *individuales* cuando cuentan con un solo medidor de energía, de acuerdo a la configuración de 1 a 6 y *múltiples* cuando se instalan varios medidores, como se observa en la configuración 7.

Teniendo en cuenta, la ubicación en el esquema, se pueden definir las líneas que componen la misma, de la siguiente manera:

- *Línea de alimentación:* es la que vincula la red de la empresa prestataria del servicio eléctrico, con los bornes de entrada del medidor de energía.

- *Línea principal:* es la que vincula los bornes de salida del medidor de energía, con los bornes de entrada de los equipos de protección y maniobra del tablero principal.
- *Circuito seccional:* es el que vincula los bornes de salida de un tablero, con los bornes de entrada del tablero siguiente.
- *Circuito terminal:* es el que vincula los bornes de salida del último tablero, con los puntos de conexión de los aparatos de consumo.

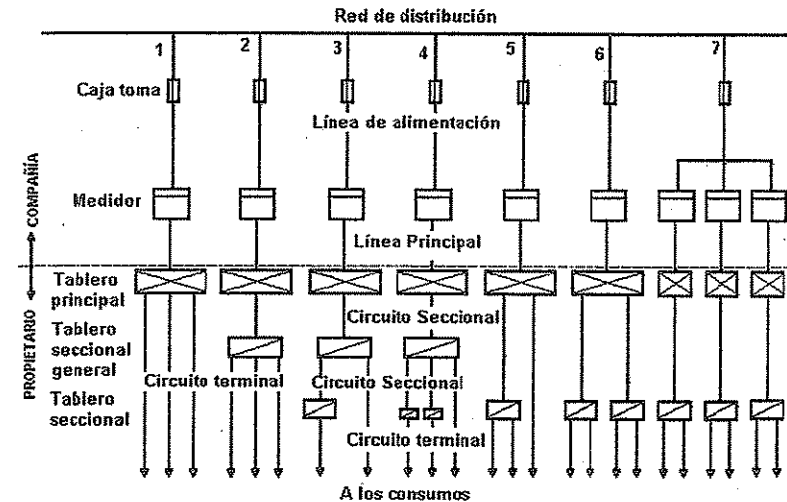


Figura 13-IX. Esquemas típicos de instalaciones eléctricas en edificios

Tableros

Los tableros típicos son el *principal*, los *gabinetes colectivos* y los *seccionales* que están constituidos por cajas o gabinetes con cubiertas y soportes donde se colocan las llaves o interruptores y sus protecciones.

Existen tableros para el montaje de *piso, pared o de embutir*, pueden ser contruidos de *metal o de materiales plásticos* y se fabrican en modelos que se pueden adaptar a las distintas características que requiere la instalación.

El *tablero principal* debe instalarse a una distancia lo más corta posible del medidor, recomendándose que no sea mayor de 2 m. Sobre la acometida de la línea principal debe instalarse un *interruptor automático termomagnético* que actúe como dispositivo de *corte y protección* por sobrecarga y cortocircuito de todas las fases de la instalación.

El *tablero seccional* debe poseer un dispositivo de corte general de todas las fases, pudiendo instalarse un *interruptor automático con apertura por corriente diferencial de fuga* (IRAM 2301) de 30 mA y para cada uno de los circuitos terminales derivados, un *interruptor automático termomagnético* con protección por sobrecarga y cortocircuito.

Tablero monofásico para suministro individual

En la figura 14-IX, se muestra las características de un tablero principal monofásico, para una casa pequeña, del cual se derivan directamente los circuitos terminales, de acuerdo al esquema 1, de la figura 13-IX anterior.

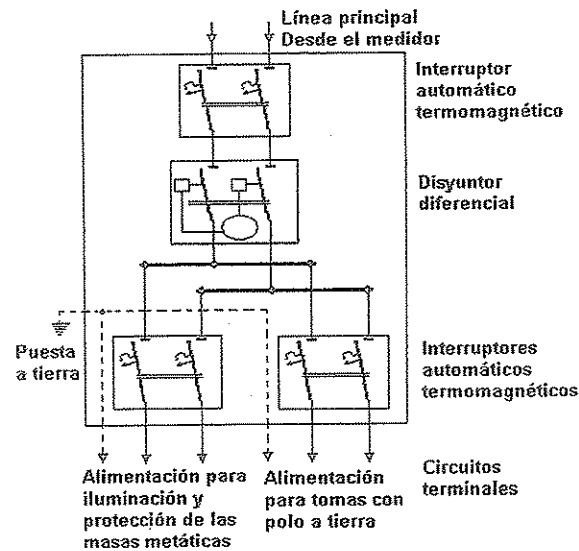


Figura 14-IX. Tablero principal para suministro individual

Tableros para suministro múltiple

En la figura 15-IX, se detalla un esquema unifilar de una instalación eléctrica típica con un medidor monofásico para cada propietario y un *medidor de fuerza motriz trifásico*, para prorratar el costo del consumo eléctrico de los servicios comunes.

Desde la red de distribución se instala a una caja de toma y desde

allí la energía eléctrica a través de la línea de alimentación, llega a un gabinete colectivo de medidores que contiene las líneas principales, los medidores de energía monofásicos y los compartimientos que albergan a los interruptores principales, que se comportan como tableros principales de los departamentos.

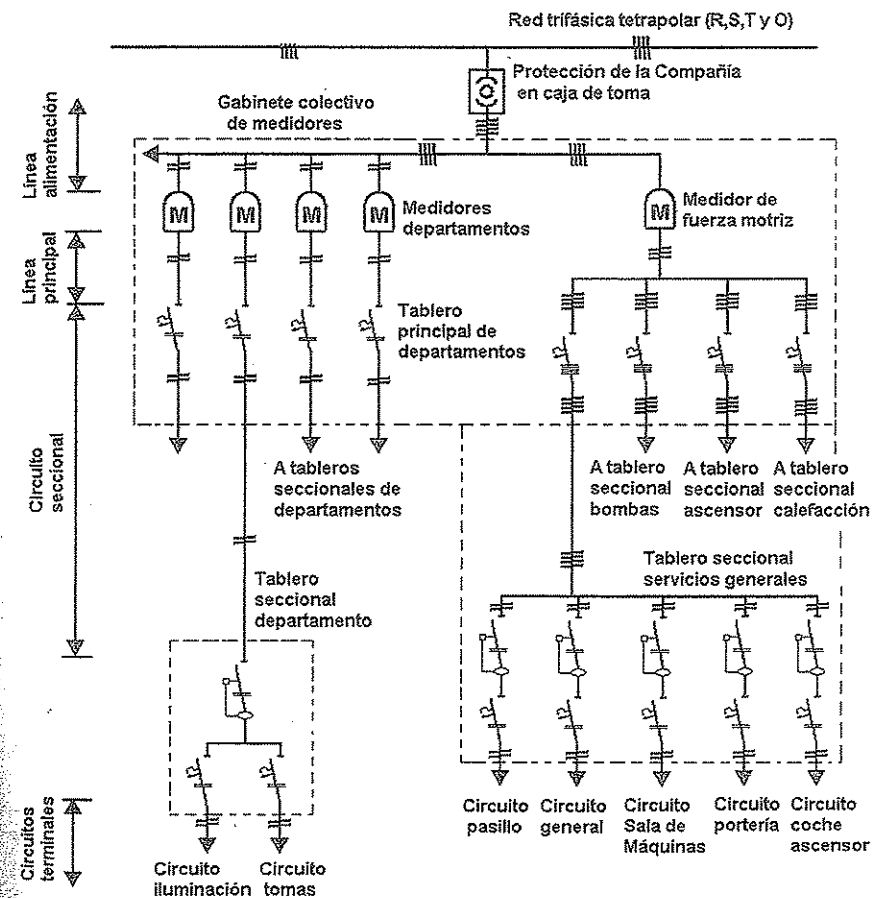


Figura 15-IX Esquema de fuerza motriz en edificio de departamentos

En el desarrollo del proyecto, se trata de repartir las cargas en forma proporcionada por fases, distribuyendo los conductores vivos por grupo equivalentes de departamentos y consumos monofásicos de fuerza motriz.

El *tablero principal de cada departamento* se encuentra en la parte superior del gabinete de medidores, donde se instala un interruptor automático termomagnético bipolar y de allí, parte un circuito seccional hacia el tablero seccional de para cada unidad locativa, que cuenta con un interruptor bipolar con protección diferencial e interruptores termomagnéticos por cada circuito terminal destinado a los consumos.

A su vez desde el medidor de fuerza motriz se suministra corriente trifásica tetrafilar hasta un tablero principal de fuerza motriz, desde donde se distribuye energía eléctrica a los distintos tableros seccionales de servicios generales, bombeo, ascensor y calefacción, ubicándose estos últimos en los locales respectivos cercanos a los consumos.

El *tablero seccional de servicios generales* que suministra corriente monofásica a los pasillos, locales comunes, sala de máquinas, portería, etc., se instala como una sección anexa, constituyendo todo el conjunto el *tablero principal del edificio*, instalado en un recinto denominado *local de medidores*.

CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Los circuitos eléctricos terminales constituyen los conductores que vinculan los tableros seccionales con los artefactos de consumo y en la figura 16-IX, se muestra el diagrama de un circuito eléctrico básico para el accionamiento de una lámpara, con un esquema de montaje real en las cañerías.

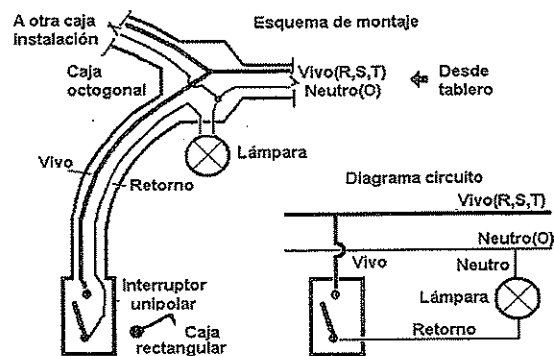


Figura 16-IX. Esquema circuito lámpara con interruptor unipolar

En el diseño se emplean *interruptores de efecto unipolar*, para cortar la circulación de la corriente *sobre el conductor activo o vivo* de la red de distribución. Este criterio es por razones de seguridad, dado que si una persona accede al artefacto con el interruptor abierto no le llega corriente del conductor vivo, que es el de mayor riesgo de accidentes eléctricos por contacto directo.

En el diagrama se ha indicado el llamado *cable de retorno*, porque queda vinculado al neutro con la lámpara, cuando no está conectado el interruptor y al vivo cuando se enciende la lámpara y por ello es conveniente identificarlo con otro color.

Para el encendido o apagado de una lámpara desde dos o más lugares distintos se emplea un interruptor denominado *llave de combinación*, como se ve en el diagrama de la figura 17-IX. Este tipo de llaves es similar a las comunes, diferenciándose porque tiene tres terminales de conexión.

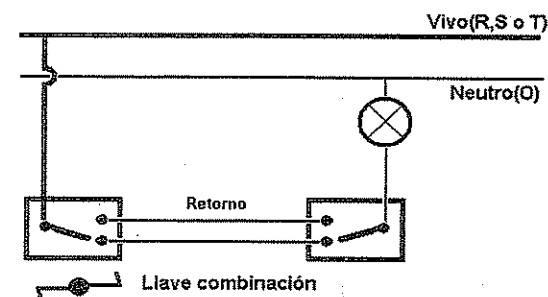


Figura 17-IX. Circuito llave combinación

En el diagrama de la figura 18-IX, se han detallado varios circuitos básicos de grupos de lámparas y tomacorriente.

Clasificación de los circuitos

A fin de encarar el proyecto de una instalación eléctrica se clasifican los circuitos como de uso *general*, *especial* y *específico*, según se consigna en la tabla del cuadro 1-IX., limitándose en la mayoría de los casos la carga máxima, la cantidad de bocas y la intensidad límite de protección de cada circuito.

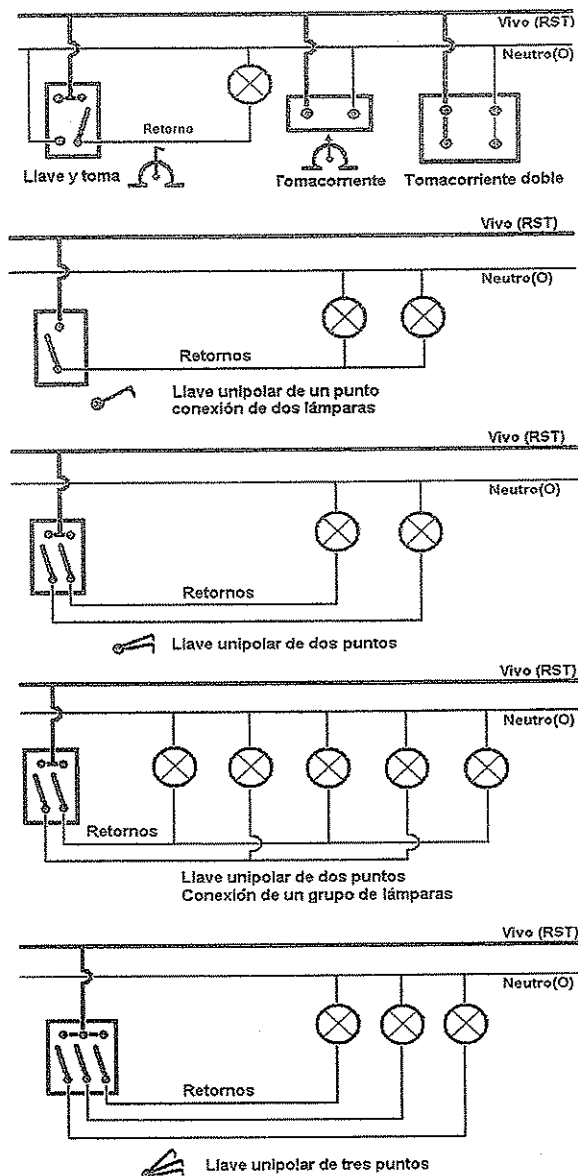


Figura 18-IX. Circuitos eléctricos grupo de lámparas y tomacorriente

CUADRO 1-IX. CARACTERÍSTICAS DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Tipo de circuitos	Designación	Sigla	Máxima intensidad por boca	Máxima cantidad de bocas	Máxima intensidad protección
Uso general	Iluminación general	IUG	10 A	15	16 A
	Tomacorrientes de uso general	TUG	10 A	15	20 A
Uso especial	Iluminación uso	IUE	20 A	12	32 A
	Toma corriente uso especial	TUE	20 A	12	32 A
Uso específico	Alimentación a fuentes de muy baja tensión funcional	MBTF	10 A	15	20 A
	Salidas de fuentes de muy baja tensión funcional	--	--	Sin límite	--
	Alimentación de pequeños motores	APM	10 A	15	25 A
	Iluminación trifásica específica	ITE	10 A	12 por fase	--
	Alimentación de tensión estabilizada	ATE	20 A	15	--
	Circuitos de muy baja tensión sin puesta a tierra	MBTS	--	Sin límite	--
	Alimentación de carga única	ACU	--	--	--
	Otros circuitos	OCE	--	Sin límite	--

A tal efecto, se define como *boca* al punto de una línea de circuito donde se conectan los artefactos por medio de tomacorrientes, borneras o conexiones fijas, no debiéndose computar como bocas, las cajas de paso y/o de derivación, ni las que contienen elementos de maniobra o protección, como es el caso de los interruptores de efecto.

Grado de electrificación

Para la realización de los proyectos se establece el *grado de electrificación* que permite determinar la demanda, límite de protecciones y número mínimo de circuitos y de puntos de utilización. En la tabla del cuadro 2-IX, se detallan las que corresponden para el caso de las viviendas.

CUADRO 2-IX. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS

Grado de electrificación	Superficie (límite de aplicación)	Demanda de potencia máxima simultánea calculada
Mínima	Hasta 60 m ²	Hasta 3,7 kW
Media	Más de 60 hasta 130 m ²	Hasta 7 kW
Elevada	Más de 130 hasta 200 m ²	Hasta 11 kW
Superior	Más de 200 m ²	Más de 11 kW

La superficie debe ser la cubierta, más el 50% de la semi-cubierta, que son las protegidas de la lluvia, por medio de aleros o techos, sin paredes o cerramientos.

Determinado el grado de electrificación del inmueble, la instalación eléctrica debe tener el tipo y número mínimo de circuitos, según se indica en la tabla del cuadro 3-IX.

CUADRO 3-IX. NÚMERO MÍNIMO DE CIRCUITOS EN VIVIENDAS

Electrificación	Cantidad mínima de circuitos	Tipo de circuitos				
		Variante	Iluminación uso general	Tomas uso general	Iluminac. uso especial	Tomas uso especial
Mínima	2	Única	1	1	--	--
Media	3	A	1	1	1	--
		B	1	1	--	1
		C	2	1	--	--
		D	1	2	--	--
Elevada	5	Única	2	2	--	1
Superior*	6	Única	2	2	--	1

* Se debe adicionar un circuito de libre elección para completar el número mínimo

Criterios del proyecto

En el caso de instalar una boca de salida combinada como el caso de *interruptor de efecto y tomacorriente*, éste debe estar conectado al circuito de iluminación y a los efectos del cálculo, la boca debe ser computada como de iluminación, pero la potencia del circuito será considerada como si fuera de tomacorriente.

Los ventiladores de techo o extractores de aire, pueden cargarse a los circuitos de iluminación para uso general o especial, así como la ali-

mentación de las fuentes de circuitos de comunicación, timbres, o similares. Cada fuente alimentada debe ser considerada como boca de iluminación.

Los conductores de los circuitos deben tener cañerías independientes para cada uno de ellos, incluyendo su conductor de protección. Los circuitos para usos generales pueden alojar en una misma cañería un máximo de tres circuitos siempre que pertenezcan a una misma fase y a un mismo tablero seccional.

Las bocas para los tomacorrientes de uso general o especial, pueden contener como máximo 2 tomacorrientes, para las cajas rectangulares comunes.

Puntos mínimos de utilización

Para realizar el diseño de los elementos de la instalación eléctrica, en la tabla del cuadro 4-IX se determina el número mínimo de puntos de utilización requeridos para viviendas.

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Supóngase una planta de un edificio destinado a una vivienda unifamiliar menor de 60 m², preseleccionándose en la tabla del cuadro 2-IX el grado de electrificación mínima y sobre esa base se realiza la distribución de artefactos eléctricos, de modo que satisfaga las condiciones mínimas de puntos de utilización, establecidos en la tabla del cuadro 4-IX.

El proyecto, cuyos detalles se muestran en la figura 19-IX, se realiza en base a los símbolos electrotécnicos del IRAM.

El tablero principal, se ha ubicado al lado del medidor de energía de la compañía, efectuándose la instalación en función del esquema básico 1, de la figura 13-IX anterior.

Los interruptores suelen ubicarse de 0,90 a 1,30 m con respecto al nivel del piso, debiendo tener en cuenta la *mano de abrir* de las puertas, colocándoselos de 10 a 15 cm del marco, del lado de la cerradura y los tomacorrientes, se disponen de 0,30 a 0,40 m del nivel del piso, salvo en el caso de combinados con interruptores.

En el proyecto hay que analizar los accesos para emplear las llaves de combinación necesarias, con objeto de accionar las luminarias sin efectuar desplazamientos excesivos y además los interruptores deben estar relacionados visualmente con la luminaria que deben operar.

minación, en 16A y tomacorrientes en 20A, tal cual, lo consignado en la tabla 1-IX anterior.

En la tabla del cuadro 5-IX se efectúa un resumen de los circuitos terminales de iluminación y de tomas con la cantidad de bocas empleadas en cada uno de ellos.

CUADRO 5-IX. CANTIDAD DE BOCAS
POR CIRCUITO TERMINAL

Local	Circuito 1 Iluminación	Circuito 2 tomacorrientes
Living comedor	2 bocas de techo	4 tomas
Dormitorio	1 boca de techo	3 tomas
Paseo	1 boca de techo	1 tomas
Cocina	1 boca de techo y 1 timbre	4 tomas
Baño	1 boca de techo	1 tomas
Lavadero (galería)	1 boca de techo	1 tomas
Total	8 bocas	14 bocas

Verificación del grado de electrificación

Luego de realizado el planteo de los circuitos y elementos del proyecto, se debe verificar si se ajusta al grado de electrificación preestablecido en función de la superficie del edificio. Para ello, es necesario calcular la demanda de potencia máxima simultánea, establecida en la tabla 2-IX anterior, para verificar si el proyecto realizado se ha ajustado a ese grado de electrificación.

Esa demanda se calcula sumando la potencia máxima simultánea de los circuitos, tomando como mínimo los valores que se indican en la tabla del cuadro 6-IX. Si el resultado supera el límite de potencia establecido para ese grado de electrificación, debe reajustarse el proyecto para un grado de electrificación mayor.

En la tabla del cuadro 7-IX se resumen los resultados del cálculo, tomando como datos los valores de la tabla 6-IX anterior.

De esa manera, el cálculo de la demanda de potencia máxima simultánea para la línea principal es de aproximadamente 3 KW, que es menor al valor límite de 3,7 KW establecido para el grado de electrificación mínima, en base a la superficie hasta 60 m², por lo que verifica el proyecto realizado.

CUADRO 6-IX. DEMANDA MÁXIMA DE POTENCIA SIMULTÁNEA
EN EDIFICIOS DE VIVIENDA

Circuito	Valor mínimo de la potencia máxima simultánea
Iluminación para usos generales sin tomacorrientes derivados	66% de lo que resulte de considerar todos los puntos de utilización previstos a razón de 150W cada uno
Iluminación para uso general con tomacorrientes derivados	2200 W por cada circuito
Tomacorriente para uso general	2200 W por cada circuito
Iluminación para uso especial	66% de la que resulte de considerar todos los puntos de utilización previstos a razón de 500 W cada uno
Tomacorriente para uso especial	3300 W por cada circuito

CUADRO 7-IX. CÁLCULO DE LA POTENCIA
MÁXIMA SIMULTÁNEA

N° de Circuito	Destino del circuito	Aplicación	N° de Bocas	Factor de simultaneidad	Watt por boca	Potencia en Watt
1	Iluminación	Uso general	8	0,66	150	792
2	Tomas	Uso general	14	-	-	2200
-	Principal	-	-	-	-	2992

DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES

La sección nominal de un conductor eléctrico, se determina en función de la intensidad de corriente máxima que permita un calentamiento admisible del cable y si se cumple esa condición, según la envergadura y tipo de instalación debe verificarse a la caída de tensión admisible, a las sobrecargas y cortocircuitos de las protecciones, esfuerzos mecánicos y corrientes armónicas. Además, la sección así dimensionada, debe ser mayor o igual a secciones mínimas especificadas.

Calentamiento admisible

Un conductor ofrece una resistencia al paso de la corriente, que genera calor, produciéndose una *transformación permanente de energía eléctrica en calórica*. De esa manera, aumenta la temperatura del cable, cediendo el calor al medio ambiente que lo rodea, de acuerdo al proceso que se indica en la figura 20-IX.

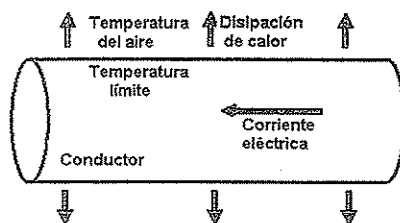


Figura 20-IX. Calentamiento del conductor por circulación de corriente

Esta elevación de temperatura no debe afectar al material del conductor, su aislación, ni los elementos vecinos que estén en contacto con él. La temperatura máxima admisible de los conductores con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC) o de material termoplástico es de 70°C, en un aire ambiente a una temperatura de 40 °C.

En la tabla del cuadro 8-IX se indican los valores de la intensidad de corriente admisible en Amper en esas condiciones.

CUADRO 8-IX. INTENSIDAD DE CORRIENTE ADMISIBLE (A) PARA CABLES DE PVC O TERMOPLÁSTICOS

Sección de cobre (mm²)	2 conductores + PE	3 conductores + PE
1,5	15	14
2,5	21	18
4	28	25
6	36	32
10	50	43
16	66	59
25	88	77
35	109	96
50	131	117
70	167	149
95	202	180
120	234	208

Los valores de la tabla permiten dimensionar las secciones normalizadas de conductores de circuitos monofásicos y trifásicos, dispuestos en cañerías embutidas o a la vista.

Supóngase que se quiere calcular los conductores de PVC en un circuito monofásico con una tensión de 220V, donde se conectan 3 lámparas, 2 de 200W y 1 de 100W, y 1 estufa eléctrica de 1700 W, de acuerdo al esquema de la figura 21-IX.

En el mismo se han indicado las potencias a transportar para cada uno de los 7 tramos que componen el circuito y las intensidades de proyecto I_p para cada uno de ellos.

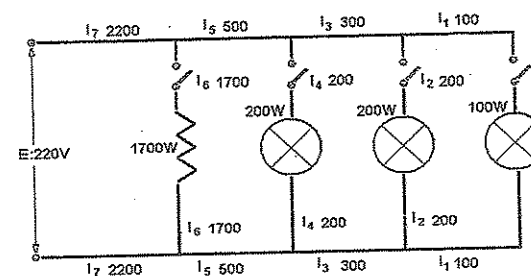


Figura 21-IX. Diagrama de circuito eléctrico

$$I_p(A) = W(\text{watt})/E(V)$$

- $I_1 = 100/220 = 0,45A$
- $I_2 = I_4 = 200/220 = 0,90A$
- $I_3 = 300/220 = 1,36A$
- $I_5 = 500/220 = 2,27A$
- $I_6 = 1700/220 = 7,72A$
- $I_7 = 2200/220 = 10A$

Se observa en el cuadro 8-IX anterior, que para dos cables monofásicos con conductor de protección PE, la sección que corresponde en todos los casos es la mínima de 1,5 mm², cuya intensidad admisible al calentamiento I_c es de 15 Amper.

Caída de tensión

Una línea construida por cables de sección suficiente para permitir un calentamiento tolerable, puede no obstante generar en su recorrido una excesiva *caída de tensión* entre el origen o suministro y el punto de consumo. Por ello, la caída tensión desde el punto de suministro lo largo de la red de conductores, no debe ser elevada para un adecuado funcionamiento de los distintos artefactos de consumo.

Normalmente se fija la caída de tensión ΔE , como un porcentaje de la tensión de origen, la que no deben superar el 3% para los circuitos de iluminación y 5% para los de fuerza motriz. Los porcentajes son menores para los artefactos de alumbrado, por la disminución del rendimiento lumínico.

Para la realización de un cálculo de la caída de tensión en los cables, puede emplearse la siguiente expresión:

$$S = \text{GDC} \cdot I \cdot L / \Delta E$$

Donde:

S: sección de los conductores (mm^2).

GDC: gradiente de caída de tensión Se fija para cables de cobre en 0,040 para corriente monofásica y 0,035 para trifásica ($\text{V} \cdot \text{mm}^2 / \text{A} \cdot \text{m}$).

I: intensidad de la corriente del circuito (A).

L: longitud entre el punto inicial y el final (m).

ΔE : caída de tensión admitida o tolerada (V).

Ejemplo de aplicación

Supóngase calcular la sección de cable de cobre, para alimentar una luminaria de 1KW a una distancia de 70 m, según lo indicado en el esquema de la figura 22-IX.

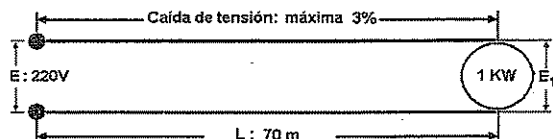


Figura 22-IX. Esquema del ejemplo de caída de tensión

Se establece que la caída de tensión no supere el 3%, y los demás datos son los siguientes:

- ΔE : caída de tensión máxima admisible: $0,03 \times 220 \text{ V} = 6,6 \text{ V}$.
- GDC: gradiente de caída de tensión: $0,040 \text{ (V} \cdot \text{mm}^2 / \text{A} \cdot \text{m)}$.
- I: intensidad de corriente (A). $I = W/E = 1000 \text{ W} / 220 \text{ V} \approx 4,55 \text{ A}$.
- L: longitud entre el punto de suministro y consumo final: 70 m.

De modo que:

$$S = \text{GDC} \cdot I \cdot L / \Delta E = 0,040 \times 4,55 \times 70 / 6,6 = 1,93 \text{ mm}^2.$$

Por lo tanto, se adopta una sección normalizada de $2,5 \text{ mm}^2$. Se destaca, que si se hubiera calculado el cable de acuerdo al calentamiento admisible en función de la intensidad de corriente de 4,55A, de acuerdo al cuadro 8-IX anterior, correspondería una sección de $1,5 \text{ mm}^2$.

Corrientes armónicas

La utilización de equipos electrónicos, que contiene diodos, arranquadores y variadores de velocidad, sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS), iluminación fluorescente con balastos electrónicos, etc., dan como resultado formas de ondas de consumo diferentes de las de suministro, originando distintas frecuencias de corriente y provocando distorsiones en la red de distribución. Estas corrientes denominadas *armónicas*, constituyen múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de 50Hz, que generan desfases y si el conductor neutro se diseña de menor sección que los conductores de fase se pueden producir recalentamientos peligrosos. Por ello se establece como principio básico de diseño de conductores en una red trifásica, que la *sección del conductor neutro en todos los casos, debe ser igual al de los conductores de fase*.

Secciones mínimas de conductores

La sección mínima admitida es de $1,5 \text{ mm}^2$ considerando la *resistencia mecánica* del cable en el pasaje por las cañerías, estableciéndose los siguientes valores mínimos:

- Circuito de iluminación: $1,5 \text{ mm}^2$.
- Circuito de tomacorrientes: $2,5 \text{ mm}^2$.
- Conductor de protección a tierra (PE): $2,5 \text{ mm}^2$.
- Conductor de puesta a tierra: 4 mm^2 .
- Línea principal: 4 mm^2 .

En el caso del proyecto desarrollado, como se trata de una instalación pequeña donde en los circuitos se han limitado la cantidad de bocas y la intensidad de las protecciones, se han adoptado las *secciones mínimas de conductores* establecidos.

CÁLCULO DE CAÑERÍAS

El dimensionamiento se efectúa considerando que el área de los conductores, incluyendo la aislación, *no debe ser superior al 35% de la sección interna del caño*, como se ve en la figura 23-IX, para permitir una perfecta disipación del calor generado y facilitar el montaje.



Figura 23-IX. Detalle de conductores en cañería

Teniendo en cuenta lo indicado, se puede emplear la tabla que figura en el cuadro 9-IX, que permite determinar el *diámetro interno de la cañería en función de la cantidad y sección de cables* con aislación de PVC o termoplástica.

CUADRO 9-IX. CANTIDAD MÁXIMA DE CONDUCTORES EN CAÑERÍAS

Sección Conductor	mm ²	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
Diámetro ext. máximo	mm	3,5	4,2	4,8	6,3	7,6	8,8	11	12,5	14,5	17
Sección total	mm ²	9,6	13,8	18,1	31,1	45,3	60,8	95,0	122	165	227
Caños según IRAM	Diám. nom.	mm ²	Cantidad de conductores								
RS 16	5/8"	132	4	2	—	—	—	—	—	—	—
RL 16	5/8"	154	5	3	2	—	—	—	—	—	—
RS 19	3/4"	177	6	4	3	—	—	—	—	—	—
RL 19	3/4"	227	7	5	4	2	—	—	—	—	—
RS 22	7/8"	255	9	6	4	2	—	—	—	—	—
RL 22	7/8"	314	11	7	5	3	2	—	—	—	—
RS 25	1"	346	13	9	6	3	2	—	—	—	—
RL 25	1"	416	—	10	7	4	2	2	—	—	—
RS32	1 1/4"	616	—	15	11	6	4	3	—	—	—
RL 32	1 1/4"	661	—	—	12	7	4	3	—	—	—
RS 38	1 1/2"	908	—	—	—	9	6	4	2	—	—
RL 38	1 1/2"	962	—	—	—	10	7	5	3	2	—
RS 51	2"	1662	—	—	—	18	12	9	5	4	3
RL 51	2"	1810	—	—	—	—	9	6	4	3	2

Referencias: Esta tabla incluye el conductor de protección a tierra (PE)
RS: caño de acero liviano - RS: caño de acero semipesado

En el caso del proyecto realizado, se han adoptado los *diámetros mínimos* establecidos que son:

- RL16 (5/8") para circuitos de iluminación y tomacorrientes.
- RL19 (3/4") para línea principal.

CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES

Las intensidades nominales $I_n(A)$ de las protecciones de cada circuito, deben cumplir con la siguiente condición:

$$I_p \leq I_n \leq I_c$$

Donde:

I_n Intensidad nominal de las protecciones (A).

I_p : intensidad de proyecto (A).

I_c : Intensidad de calentamiento admisible del cable (Cuadro 8-IX) (A).

La intensidad de proyecto vale:

$$I_p = W/E$$

Donde:

W : potencia del circuito (Watts).

E : tensión de la red (220V).

En la tabla del cuadro 10-IX se resumen los cálculos efectuados.

CUADRO 10-IX. RESUMEN DIMENSIONAMIENTO DE PROTECCIONES

Nº de circuito	Destino de los circuitos	Potencia W. Watt	$I_p = W/E$ Amp	Sección del cable mm ²	I_c Amp	I_n Amp
1	Iluminación	792	3,6	1,5	15	15
2	Tomas	2200	10	2,5	21	15
-	Principal	2992	13,6	4	28	25

En el caso del circuito 1, se optó por un protector de 15A en lugar de 10A, a fin de unificar las protecciones de los circuitos. En cuanto a la intensidad I_n del interruptor termomagnético principal, se optó por uno

de 25 A, porque por *selectividad* debe ser mayor que la de los circuitos terminales, para que solo actúen en casos excepcionales de fallas.

El disyuntor diferencial de 30A, es igual a la suma aritmética de las protecciones termomagnéticas de los circuitos que protege. En la figura 24-IX se muestra el esquema del tablero principal del proyecto realizado.

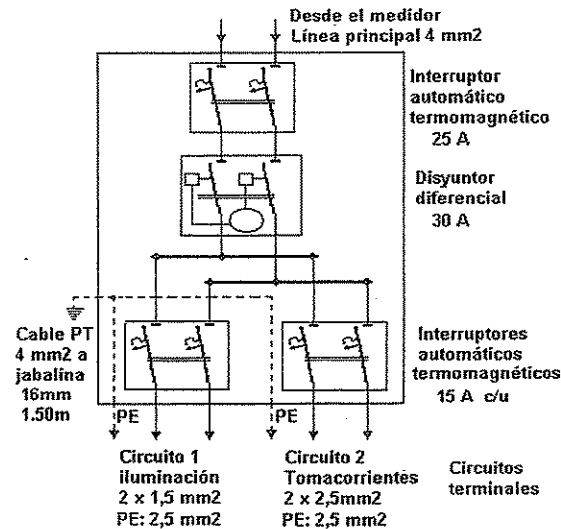


Figura 24-IX. Detalle del tablero principal del proyecto

POTENCIA ELÉCTRICA TOTAL DE UN EDIFICIO

Para el análisis debe tenerse en cuenta, que existe la posibilidad de que no se conecten todos los artefactos simultáneamente, por lo que se define el *factor de simultaneidad*, como la relación entre la *potencia máxima consumida sobre la potencia total instalada*.

En el proyecto de la instalación se ha considerado el factor de simultaneidad en los circuitos de iluminación y tomas y en el conjunto del edificio, puede suponerse para instalaciones pequeñas que ese factor igual a uno, pero a medida que el tamaño de la instalación aumenta el factor de simultaneidad tiende a decrecer.

Por ello, se estima el coeficiente de simultaneidad en un edificio, en función de la potencia calculada en base al grado de electrificación, afectado por los coeficientes indicados en la tabla del cuadro 11-IX.

CUADRO 11-IX. COEFICIENTES DE SIMULTANEIDAD

Grado de electrificación	Coeficiente de simultaneidad
Mínima	1
Media	0,9
Elevada	0,8
Superior	0,7

En el caso de *edificios de departamentos* debe aplicarse un factor de simultaneidad adicional del conjunto, según la tabla inserta en el cuadro 12-IX.

CUADRO 12-IX. COEFICIENTES DE SIMULTANEIDAD POR GRUPO DE UNIDADES DE VIVIENDA

Cantidad de viviendas	Coeficiente de simultaneidad	
	Grado de electrificación Mínimo y Medio	Grado de electrificación Elevado y Superior
2 a 4	0,9	0,7
5 a 15	0,8	0,6
16 a 25	0,6	0,5
Más de 25	0,5	0,4

Ejemplo de aplicación

Calcular la carga eléctrica de un edificio compuesto por 20 departamentos, 15 de ellos de electrificación mínima con una demanda de potencia máxima simultánea de 2,9 KW y 5 departamentos con electrificación media, con una demanda de 6,2 KW.

Determinación de los factores de simultaneidad:

Departamentos grado de electrificación mínima:

Para cada departamento es 1, (Cuadro 11-IX) y por grupo de 15, es 0,8 (Cuadro 12-IX), o sea que el coeficiente a aplicar es: $1 \times 0,8 = 0,8$

Departamentos grado de electrificación media:

Para cada departamento es 0,9, (Cuadro 11-IX) y por grupo de 5, es 0,8 (Cuadro 12-IX), o sea que el coeficiente a aplicar es: $0,9 \times 0,8 = 0,72$

Cargas específicas se estiman en 0,8.

Carga de los departamentos:

Electrificación mínima: $2,9 \text{ KW} \times 15 \text{ dptos} \times 0,8(\text{fs}) = 34,8 \text{ KW}$

Electrificación media: $6,2 \text{ KW} \times 5 \text{ dptos} \times 0,72(\text{fs}) = \underline{22,3 \text{ KW}}$

Carga total de departamentos: $57,1 \text{ KW}$

Cargas de circuitos específicos:

Servicios comunes:

Pasillos y escaleras: iluminación $300 \text{ m}^2 \times 15 \text{ W/m}^2 = 4500 \text{ W} = 4,5 \text{ KW}$

Garaje en sótano: iluminación $200 \text{ m}^2 \times 10 \text{ W/m}^2 = 2000 \text{ W} = 2 \text{ KW}$

Fuerza motriz:

Bombas de agua: 3 KW

Ascensores: $\underline{5,5 \text{ KW}}$

Total de cargas específicas: 15 KW

Cargas totales específicas: $15 \text{ KW} \times 0,8 (\text{fs}) = 12 \text{ KW}$

Potencia total de consumo del edificio: $57,1 \text{ KW} + 12 \text{ KW} = 69,1 \text{ KW}$

CAPÍTULO X

FUERZA MOTRIZ BAJA TENSION Y SISTEMAS ESPECIALES

FUERZA MOTRIZ

Pueden definirse las instalaciones de fuerza motriz, como aquellas constituidas por circuitos *denominados específicos*, destinados a la transmisión de energía eléctrica para el accionamiento de motores. En edificios comprende la alimentación de bombas de agua, aire acondicionado, calefacción, ventilación, ascensores, etc.

Los conductores de fuerza motriz deben ser independientes de los de iluminación, independizando cajas de paso y de distribución y pueden tener capacidad ilimitada con cualquier número de derivaciones, pero *cada una de ellas debe contar con interruptor termomagnético o eventualmente interruptor y fusible.*

INSTALACIÓN DE MOTORES

En la instalación de motores deben analizarse algunos aspectos especiales en lo referente al *factor de potencia, corriente de arranque y protecciones.*

Factor de potencia

En la corriente alterna además de la resistencia producida por la disposición de las moléculas del material conductor, se produce otra resistencia adicional, debido a que al desplazarse la corriente en una dirección a otra, origina un campo electromagnético que tiende a oponerse a la circulación de corriente, la que se denomina *reactancia*. En corriente alterna la acción conjunta de la resistencia ohmica y la reactancia constituye la *impedancia*.

Esa oposición a la corriente origina una merma en la potencia útil transmitida que se valora con un factor menor que uno, denominado *factor de potencia* o *cosφ*. Ese factor tiene poca influencia en los conductores, estufas eléctricas o luces incandescentes, pero se incrementa cuando se trata de motores eléctricos con muchos bobinados.

Las compañías proveedoras de energía eléctrica exigen que el factor de potencia de las instalaciones no baje de un determinado valor, generalmente 0,85. Ello se debe a que si un usuario consume energía en su planta con un valor de *cosφ* bajo, por ejemplo 0,50, la Compañía debe distribuir el doble de la potencia que si operara con un factor de potencia 1.

De ese modo, la potencia activa realmente entregada por la central de generación se reduce en forma proporcional a la disminución del factor de potencia y a fin de que los usuarios lo corrijan, se establecen tasas punitivas en las tarifas.

Una norma a tener en cuenta es que nunca deben sobredimensionarse los motores, debiéndose diseñar muy próximos a la carga real que deben tomar en su aplicación.

Además de los motores, en instalaciones de edificios otro de los artefactos que producen una reducción del factor de potencia son las lámparas fluorescentes, debido a que su circuito tiene mucha reactancia.

El método más común de corrección es mediante la utilización de *capacitores* o *condensadores* y para el cálculo de su potencia, la tabla del cuadro 1-X, permite en forma simple su determinación. El valor de la tabla, multiplicado por la potencia de la instalación, da la potencia de los capacitores necesaria (KW) para elevar el factor de potencia existente al valor deseado.

Ejemplo

Se desea elevar el factor de potencia de 0,65 de una instalación de 300 KW, al valor exigido de 0,85.

CUADRO 1-X. TABLA PARA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Factor de potencia existente (%)	Factor de potencia corregido					
	100%	95%	90%	85%	80%	75%
50	1,732	1,403	1,247	1,112	0,982	0,850
52	1,643	1,314	1,158	1,023	0,893	0,761
54	1,558	1,229	1,073	0,938	0,808	0,676
55	1,518	1,189	1,033	0,898	0,768	0,636
56	1,479	1,150	0,994	0,859	0,729	0,597
58	1,404	1,075	0,919	0,784	0,654	0,522
60	1,333	1,004	0,848	0,713	0,583	0,451
62	1,265	0,936	0,780	0,645	0,515	0,383
64	1,201	0,872	0,716	0,581	0,451	0,319
65	1,168	0,839	0,683	0,548	0,418	0,286
66	1,139	0,810	0,654	0,519	0,389	0,257
68	1,078	0,749	0,593	0,458	0,328	0,196
70	1,020	0,691	0,535	0,400	0,270	0,138
72	0,964	0,635	0,479	0,344	0,214	0,082
74	0,909	0,580	0,424	0,289	0,159	0,027
75	0,882	0,553	0,397	0,262	0,132	
76	0,855	0,526	0,370	0,235	0,105	
78	0,802	0,473	0,317	0,182	0,052	
80	0,750	0,421	0,265	0,130		
82	0,698	0,369	0,213	0,078		
84	0,646	0,317	0,161			
85	0,620	0,291	0,135			
86	0,594	0,265	0,109			
88	0,540	0,211	0,055			
90	0,485	0,156				
92	0,426	0,097				
94	0,363	0,034				
95	0,329					

En la tabla se obtiene un valor de 0,548, que corresponde al factor existente de 0,65 y al deseado de 0,85.

Multiplicando este valor por la potencia instalada de 300 KW, se obtiene:

$$0,548 \times 300 \text{ KW} = 166,8 \text{ KW}$$

Esta es la potencia necesaria de los capacitores a instalar para el ajuste del factor de potencia de la instalación. La corrección del factor de potencia puede realizarse por medio de compensación *individual, por grupos, o centralizada*.

La *compensación individual* se aplica en máquinas de grandes potencias con ciclos de trabajo prolongado, mientras que la *compensación por grupos o centralizada* es utilizada por consumidores de reducidas potencias y ciclos de trabajo cortos.

Arranque

Se había mencionado en el Capítulo IX anterior que la caída de tensión admisible es del 5% en los circuitos de fuerza motriz

Sin embargo, en el instante inicial del arranque el motor eléctrico absorbe una corriente mayor de la normal y esto puede provocar una elevada caída de tensión en la red que es muy visible en el alumbrado, pudiendo llegar a afectar el funcionamiento de otros elementos conectados y por tal motivo se establece que la caída de tensión máxima admisible, en el momento del arranque de los motores no sea mayor que el 15%.

En la mayoría de los casos los motores de pequeña potencia se los arranca sin problemas a *tensión nominal o en directo*, pero a pesar que la potencia sea pequeña puede tener una *gran cupla de arranque*, que hace que la intensidad de corriente que necesita sea varias veces mayor que la nominal de marcha.

Para esos casos, el procedimiento más común consiste en suministrar al motor en el momento del arranque una tensión menor que la nominal de marcha, denominada *tensión reducida*.

De ese modo se hace proporcionalmente menor la intensidad requerida y se reduce paralelamente el campo magnético y la cupla motriz, la que debe tener un valor suficiente como para arrancar suavemente al motor y una vez que cuenta con cierta inercia, se aplica la tensión normal de marcha.

Entre los dispositivos más utilizados, se pueden mencionar el *arrancador estrella-triángulo* y el *autotransformador de arranque*.

El *arrancador estrella-triángulo* es el procedimiento más común, que consiste en permutar las conexiones de los motores trifásicos en dos etapas. Primero, las bobinas del estator del motor se conectan en estrella, de modo que reciben en el arranque la tensión de fase de 220 Volts y ya en marcha, luego de unos segundos, se conectan automáticamente en triángulo, recibiendo la tensión de línea de 380 Volts. O sea que en el arranque reciben la tensión reducida $\sqrt{3}$ o 1,73 veces.

El *autotransformador de arranque* suministra una tensión reducida en el arranque, pero a medida que el motor va adquiriendo velocidad, mediante bobinas auxiliares se va incrementando en forma gradual la tensión que se suministra a los arrollamientos del estator hasta llegar a los 380 V de línea, lográndose por lo tanto un arranque paulatino y más suave.

Protecciones

El motor debe ser protegido contra cortocircuitos, sobreintensidad o sobrecarga, baja de tensión y corte de alguna fase.

Un aspecto importante a considerar es el efecto de las corrientes de arranque elevadas, debiéndose preverse protecciones contra sobreintensidades del tipo de *acción retardada*, de modo que esa corriente normal de arranque, pero varias veces superior la nominal, no originen que en el pequeño lapso del arranque el dispositivo de protección corte el suministro eléctrico.

Los motores también deben protegerse para evitar *sobretensiones*, que pueden originarse por trabajar sobrecargados, trabado del rotor, trabajo en dos fases en redes trifásicas, arranque o parada continua, denominado *reciclaje* o bajo voltaje de la red.

Generalmente se utiliza un elemento complementario denominado comúnmente *térmico* o *klixon*, que se ubica dentro de la caja de terminales o en los arrollamientos de la bobina del motor, destinado a cortar la circulación de corriente cuando detecta un aumento de temperatura anormal y vuelve a conectar cuando disminuye.

Accionamiento de motores

El accionamiento de los motores eléctricos puede ser mediante interruptores monofásicos o trifásicos, pero se suelen emplear los denominados *contactores*, que son dispositivos de corte o arranque automático o manuales de *accionamiento a distancia*, estando provistos de una bobina que puede ser de 380, 220 o 24 Volts y de protección térmica.

Para la aplicación *manual* se utilizan los pulsadores en una botoneira que energizan una bobina, para atraer los contactos principales y poner en marcha el motor, y en el uso *automático*, constituye un elemento de control y comando que hace actuar al motor de acuerdo a las necesidades.

Una aplicación interesante del contactor en un edificio es el accionamiento de un motor a distancia mediante un *dispositivo automático*

de control de nivel ubicado en un tanque de agua, que actúa sobre el motor de la bomba elevadora, según el esquema de la figura 1-X.

Al bajar el nivel de agua del tanque el flotante cierra el circuito de la bobina, que en este caso está conectada a un transformador 220/24 volts, que es exigido por razones de seguridad.

Esta bobina origina la atracción y cierre de los contactos principales normalmente abiertos del contactor, produciendo de esta forma el arranque del motor.

Cuando el tanque llega al nivel, al ascender el flotante abre el contacto no circulando corriente por la bobina y por lo tanto, al no atraer los contactos principales se produce la desconexión y detención del motor.

Cuentan con protección térmica bimetalica que en caso de una sobreintensidad elevada durante un tiempo superior al normal, actúa sobre la bobina del contactor abriendo los contactos de seguridad normalmente cerrados

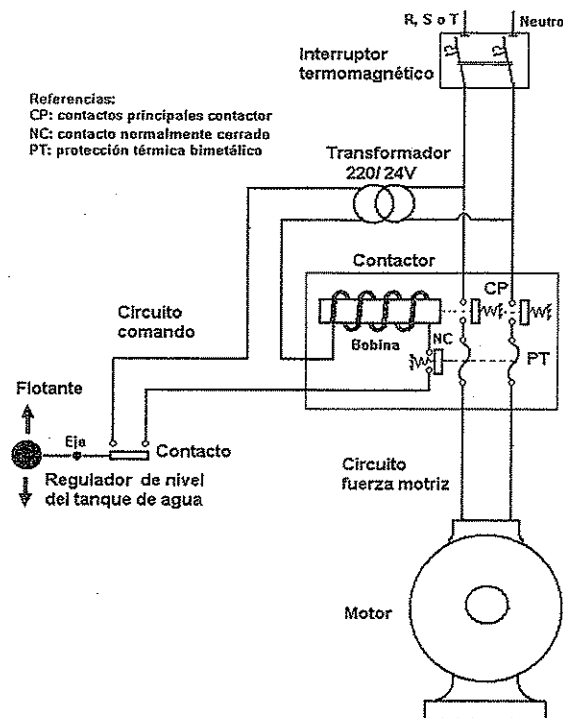


Figura 1-X. Accionamiento automático de un motor

Se observa que se configuran dos circuitos básicos, uno de *fuerza* por el que circula la corriente principal que alimenta al motor y otro de *control* que realiza el comando o maniobra, por el cual circula una pequeña corriente auxiliar necesaria para actuar sobre la bobina del contactor.

De esa manera se logra efectuar el comando a distancia del motor, con reducción de la sección de los conductores, dado que los cables de control no llevan la potencia del motor sino una pequeña intensidad necesaria para el accionamiento de la bobina.

Otra interesante aplicación del contactor, es el *accionamiento de una planta de elevación de agua en un edificio de cierta envergadura*, donde las bombas toman el agua del tanque de bombeo en el sótano y lo elevan hasta el tanque de reserva en la azotea, funcionando comandadas por un regulador de nivel automático y un contactor con protección térmica, como se observa en la figura 2-X.

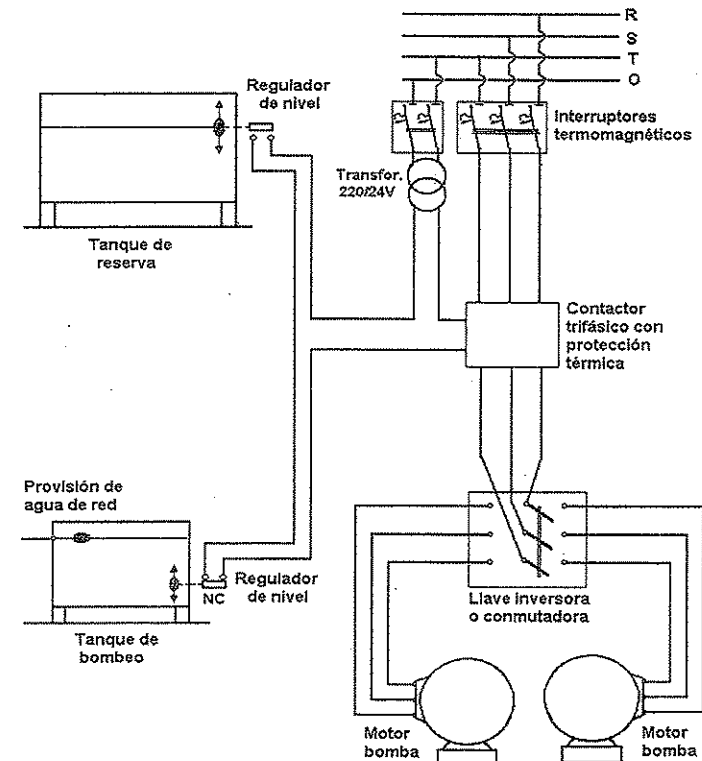


Figura 2-X. Esquema elemental de comando de provisión de agua

Las bombas de agua son accionadas generalmente por medio de motores eléctricos trifásicos. La instalación se comanda por contactos eléctricos, accionados por reguladores de niveles ubicados en ambos tanques y vinculados en serie. El circuito de comando es de 24 volts, y el de fuerza es protegido mediante interruptores termomagnéticos independientes.

Cuando el tanque de reserva alcanza el nivel mínimo establecido, se cierra el contacto del *regulador de nivel* y el circuito de control activa la bobina del contactor, cerrando los contactos principales normalmente abiertos y poniendo en funcionamiento el motor trifásico de la bomba habilitada.

Cuando el nivel sube hasta un nivel superior determinado, el regulador de nivel abre los contactos y al deshabilitarse el circuito de comando, se produce el efecto contrario deteniéndose el funcionamiento del motor de la bomba.

Por otra parte, si deja de suministrarse agua al tanque de bombeo por una interrupción en la provisión exterior y el nivel descendiera del establecido previamente, se abren los contactos normalmente cerrados del regulador de nivel, deteniéndose el bombeo en forma automática para evitar el accionamiento en vacío que puede deteriorar el motor de la bomba.

Las bombas generalmente se instalan en *by-pass* por razones de seguridad y mantenimiento para funcionar una de ellas como reserva en caso de falla de la otra como se ha detallado en la figura 2 de la Introducción y se las habilita manualmente mediante *llaves conmutadoras o inversoras*.

BAJA TENSIÓN

Las instalaciones de baja tensión están comprendidas hasta los 50V y se caracterizan por el bajo consumo como las instalaciones de alarma, protección y seguridad, comunicaciones, señalizaciones, llamadas, etc.

Timbres

Se observa en la figura 3-X que al cerrarse el circuito con el pulsador, circula corriente por la bobina y se produce un campo magnético alterno, que harán vibrar la lámina y repiquetear el martillo sobre la campanilla.

Los timbres deben tener circuitos independientes y los transformadores se pueden alimentar desde cualquier caja de derivación de los circuitos de iluminación. El artefacto debe ser conectado a tierra mediante el conductor de protección PE.

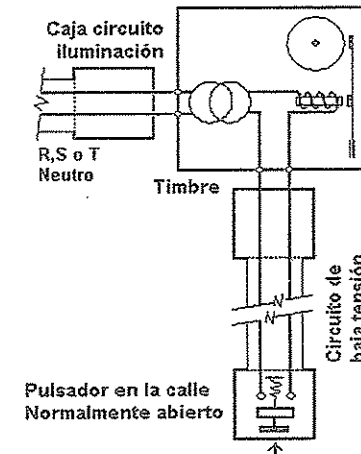


Figura 3-X. Esquema de instalación del timbre

Portero eléctrico

El portero eléctrico consiste en una instalación interna de una casa de departamentos que consta de tres circuitos básicos, como se observa en el esquema elemental de la figura 4-X.

- Circuito de accionamiento de aberturas mediante cierrapuertas magnético y pulsador de piso.
- Circuito de accionamiento de timbre en piso con pulsador en planta baja.
- Circuito telefónico de comunicación entre micrófono y receptor en puerta de planta baja y microteléfono en piso.

Cuando la persona llega a la casa acciona el pulsador de piso o departamento que desea comunicarse sonando el timbre en el mismo. El ocupante del departamento levanta el microteléfono y queda comunicado con el micrófono receptor en planta baja junto a los pulsadores de piso.

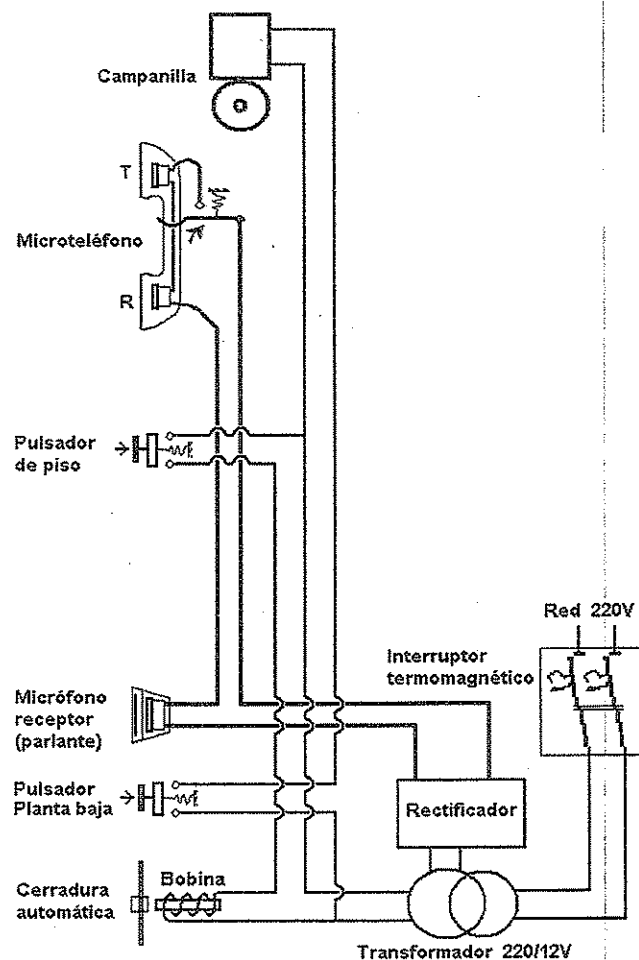


Figura 4-X. Esquema elemental de circuito portero eléctrico

De esa manera el visitante se identifica al ocupante de casa, pudiendo mantener un diálogo con el mismo y si la persona de visita quiere ingresar, el ocupante del departamento accionando el pulsador de piso puede activar la bobina de la cerradura automática de Planta Baja que provoca la apertura de la puerta, la que viene provista de una chisarra para indicar que está funcionando.

La cerradura automática y los timbres se conectan a un transformador común de baja tensión, utilizando corriente alterna. En cambio los sistemas telefónicos y parlantes, requieren corriente continua en baja tensión generalmente a 12 o 24 volts, aplicándose entonces sobre el mismo transformador, un rectificador de corriente y por supuesto todo el sistema debe contar con un interruptor termomagnético en el tablero de servicios generales.

Alarma contra robo

Los sistemas que se emplean dependen del grado de seguridad que se quiere lograr, estando compuestos generalmente de tres elementos básicos:

- Detectores.
- Centrales de alarma.
- Dispositivos de aviso de alarma.

Los detectores son los componentes que alertan la presencia de intrusos y pueden consistir en *detectores de apertura de puertas y ventanas*, accionando contactos eléctricos que activan la alarma. Entre los más usados se pueden mencionar los siguientes:

- *Mecánicos* que consisten en pulsadores de interrupción que por lo general van instaladas en los marcos de puertas y ventanas o para accionar con el pie en caso de robo.
- *Magnéticos* que están compuestos por contactos eléctricos activado por el campo magnético de una bobina.
- *De vibración* que se suelen utilizar para la protección de paredes, techos y cielorrasos con sensibilidad regulable.
- *De rotura de vidrio* que son sensibles a la frecuencia de vibración característica de la rotura de un vidrio y se emplean en vidrieras comerciales.

Además de los *sistemas de video* se suelen utilizar *detectores electrónicos o infrarrojos*, que actúan por interposición de ondas electromagnéticas entre un elemento emisor y otro receptor.

La *central de alarma* cuyo circuito se muestra en la figura 5-X, constituye el cerebro del sistema.

En el circuito están conectados en serie los interruptores de los diversos tipos de detectores, que en caso de abrirse alguno de ellos se activa el circuito de alarma. Trabajan con corriente continua generalmente en 12 Volts y cuentan con una batería de reserva en caso de corte de

energía accidental o intencional, los que le da una autonomía de 48 a 72 horas en caso de alerta del sistema.

Los *dispositivos de aviso de alarma* son los encargados de dar la alerta y en general son del tipo sonoro como *bocinas, sirenas, campanas*, etc. o eventualmente comunicación telefónica con la policía.

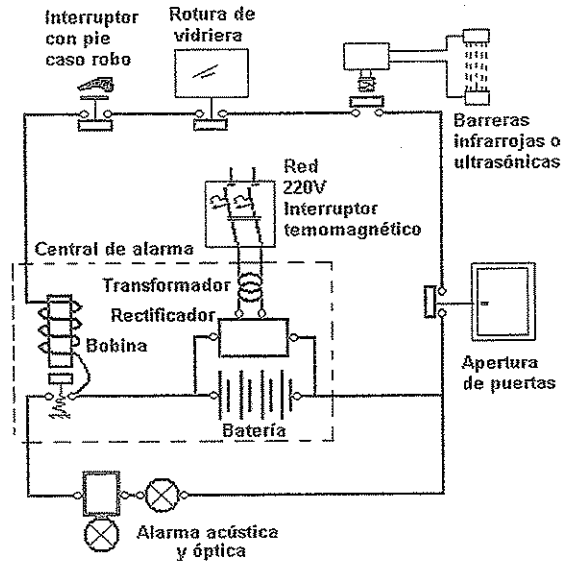


Figura 5-X. Esquema básico de circuito de alarma contra robo

Telefonía

Se había mencionado en la Introducción que es necesario prever locales o espacios en el edificio, requeridos para la prestación de servicios de telecomunicaciones cuyas dimensiones han sido consignadas en el Cuadro 2.

El montaje de las cañerías, cables y demás accesorios en los edificios, a los efectos de la posterior provisión del servicio telefónico debe efectuarse el propietario y el suministro del servicio esta condicionado a la existencia de dichas instalaciones internas y por tal motivo debe presentarse el proyecto a la aprobación por parte de un instalador autorizado por la compañía antes del comienzo de los trabajos.

En la figura 6-X se muestra la instalación en un edificio, donde se observa el cable alimentador, suministrado por la compañía hasta el *armario o gabinete para cruzadas o repartidor general*, que se utiliza pa-

ra interconectar los pares de cables externos con los internos. En la figura 7-X se detalla la distribución interna en planta de un edificio de cuatro departamentos por piso.

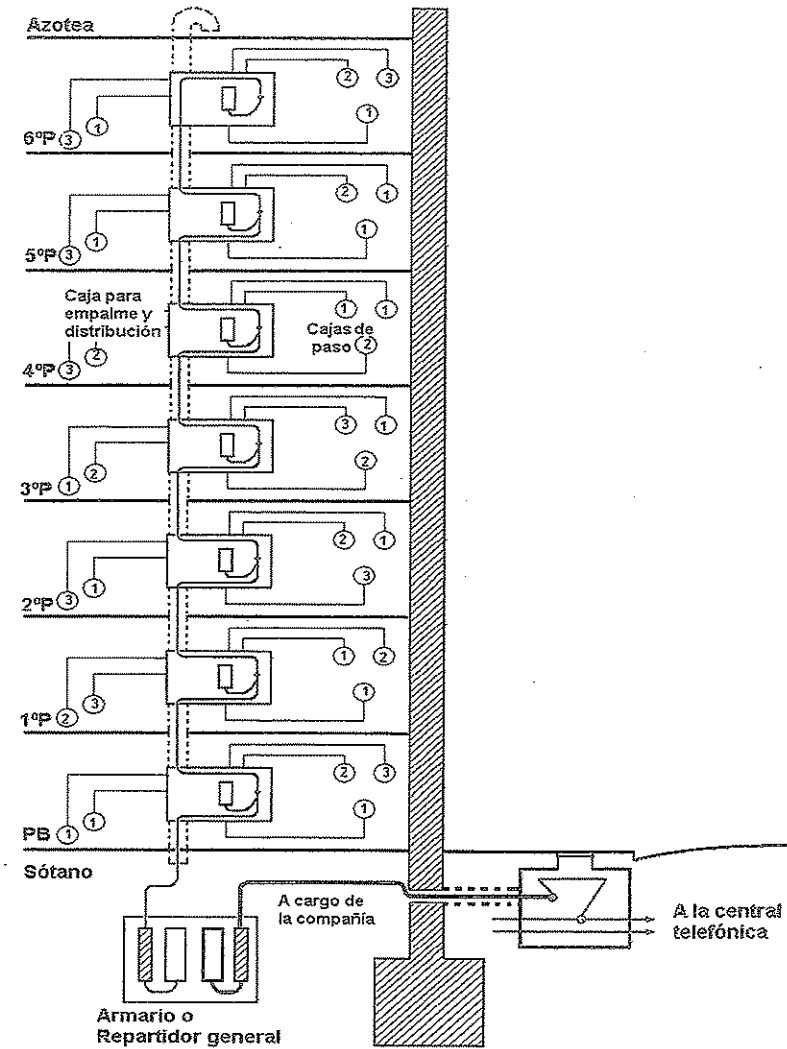


Figura 6-X. Diagrama esquemático instalación interna de un edificio

Las cañerías deben ser independientes y exclusivas para esos fines, debiendo ser de *acero* o de *polícloruro de vinilo rígido*, admitiéndose los flexibles, solo para cañerías de derivación, y deben emplearse de *acero galvanizado*, en las instalaciones a la intemperie.

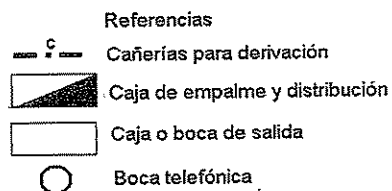
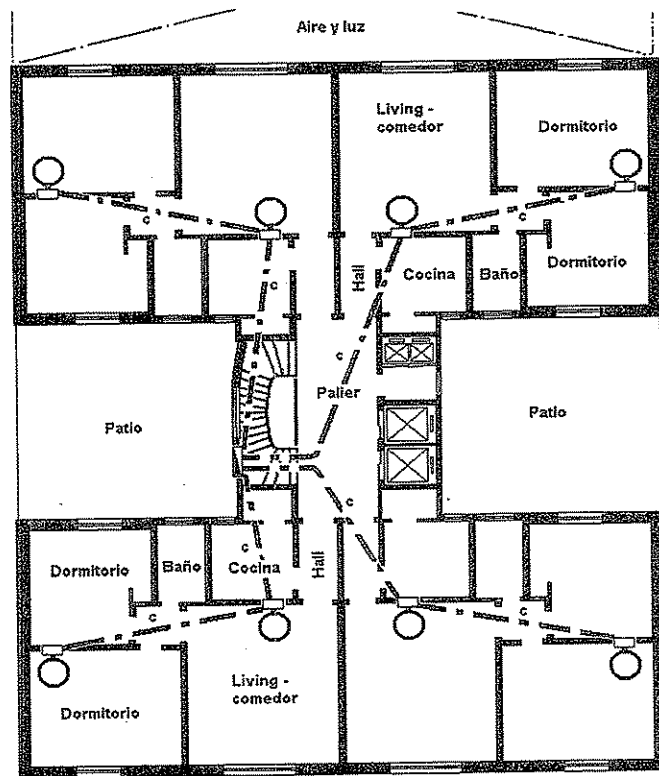


Figura 7-X. Distribución en planta de edificio instalación telefónica

La instalación de cañerías telefónicas se divide en dos partes, denominadas *montantes* y *derivación*.

Las *montantes* son las cañerías de distribución a las distintas unidades que componen la instalación, mientras que las de *derivación* son las propias de cada unidad locativa, pudiéndose determinar sus diámetros en función del *número de pares de cables*, mediante las tablas insertas en los cuadros 2 y 3-X.

En el proyecto deben preverse dos pares de cables por unidad de vivienda y un par cada 10 m² en oficinas como mínimo.

CUADRO 2-X TABLA CÁLCULO DE COLUMNAS MONTANTES TELEFÓNICAS

Capacidad del cable (Nº pares)	Caños de acero semipesado (normal)			Caños de PVC (rígido)	
	Comercial (")	Diám. int. (mm)	Espesor mín. (mm)	Diám. mín. (mm)	Espesor mín. (mm)
Hasta 12	3/4	15	1,80	16	1,5
25	1	21	1,80	22	1,5
50	1 1/4	28	1,80	28	2,0
100	1 1/2	34	2,00	34	2,0

CUADRO 3-X TABLA DE CÁLCULO DE CAÑOS DE DERIVACIÓN

Cantidad de pares de alambre	Caños de acero tipo liviano			Caños de PVC rígidos	
	Comercial (")	Diám. mín. int. (mm)	Esp. mín. (mm)	Diám. mín. (mm)	Esp. mín. (mm)
1	5/8	14	1,00	13	
2 a 3	3/4	17	1,00	16	1,5
2 a 6	7/8	20	1,00	19	

Las *cajas de empalme y distribución* están destinadas a hacer las derivaciones correspondientes a cada planta o piso del edificio, de acuerdo a la cantidad de bocas a servir.

Las dimensiones son variables en función del número de pares y el tipo de distribución y de allí se derivan a las *cajas de paso* de 100 x 100 x 40 mm, provistas de tapa lisa y las que no sean de uso exclusivo se deben colocar en lugares de acceso comunes.

Desde las cajas de paso parten los caños de derivación a las *bocas de salida* donde se conecta el teléfono. Son cajas lisas rectangulares de

100 x 55 x 40 mm, que se colocan empotradas y se instalan, a 25 cm sobre el nivel del piso terminado, según se muestra en la figura 8-X.

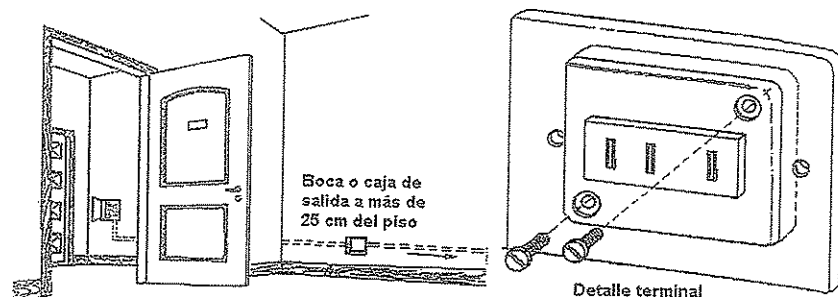


Figura 8-X. Cajas terminales del servicio telefónico

SISTEMAS ESPECIALES

Dispositivos de iluminación de escaleras y pasillos

Cuando el número de pulsadores a colocar es reducido, se puede utilizar un sistema simple que consiste en *pulsadores automáticos individuales* contruidos con un dispositivo a resorte, que permite la *desconexión retardada* y puede ser regulado de acuerdo a las necesidades.

En edificios de más envergadura se diseña un circuito especial, donde se aplica un dispositivo denominado *automático de escalera*. Se utiliza un *conmutador de tres vías* detallándose en el esquema de la figura 9-X las características de funcionamiento del sistema.

La instalación puede ponerse fuera de servicio con el contacto "a", que abre el circuito apagándose todas las lámparas, por ejemplo durante las horas del día y con el contacto "b" se cierra el circuito de modo que las lámparas quedan encendidas en forma permanente, por ejemplo en el amanecer o anochecer.

Con el contacto "c", se puede hacer funcionar al sistema en forma automática, por ejemplo durante las horas de la noche. De esa manera, cuando se acciona cualquier *pulsador de piso*, que es un contacto provisorio que se abre rápidamente por medio de un resorte, se produce el cierre del circuito de la bobina que *atrae y enclava* el contacto principal, encendiendo todas las lámparas.

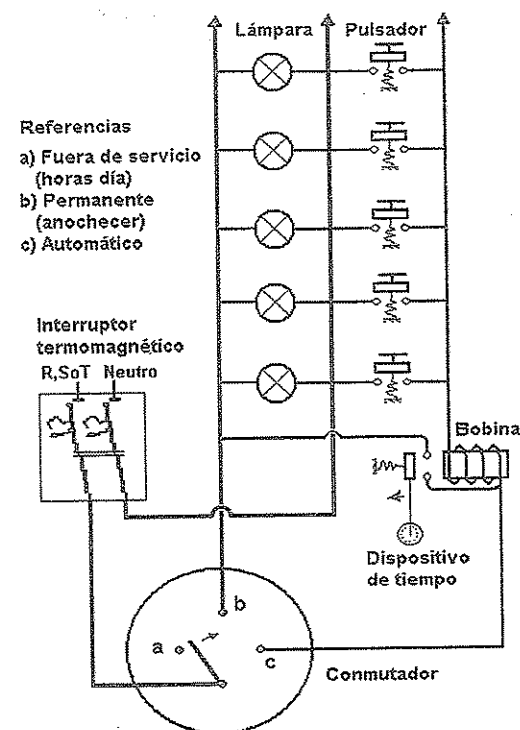


Figura 9-X. Dispositivo para iluminación de escaleras y pasillos

Se fija el lapso que deben permanecer encendidas las lámparas, regulándose un dispositivo de tiempo que se encarga de abrir automáticamente el contacto principal.

SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN

El desarrollo de los sistemas de automatización con microprocesadores es vertiginoso y ya no se concibe un edificio moderno sin ciertos elementos básicos de control operacional para aumentar su funcionalidad.

Así entonces nace el concepto de *edificio inteligente* destinado a aumentar la confortabilidad de los edificios, mediante la optimización del

funcionamiento de las instalaciones, simplificando el mantenimiento y dotando de más seguridad y economía en los servicios.

Los edificios de vivienda que al principio se habían mantenido al margen de este devenir tecnológico en materia de controles y redes de transmisión de datos, se han incorporado a este proceso que se lo denomina *domótica* y que tiene un alcance prácticamente ilimitado.

Es importante aclarar que los componentes tecnológicos del sistema inteligente, deben estar diseñados como para poder adaptarse a las necesidades que los usuarios vayan demandando a lo largo del tiempo.

Funciones de un sistema inteligente

El sistema normalmente consiste en un centro de control compuesto por una computadora personal que se utiliza para controlar, dirigir y monitorear las instalaciones de servicios en un edificio, en base a un software que permite un adecuado control e ingeniería y almacenamiento de datos e informes, contando con impresora para alarma, informe de eventos y tendencias.

Para poder procesar datos simultáneamente y enviarlos de acuerdo con determinado grado de prioridad o importancia, se instalan en el edificio *controladores* constituidos por módulos locales y periféricos individuales, para asegurar un intercambio rápido y fiable de información desde todas las partes.

El sistema debe disponer de una gran flexibilidad y tiene que poder adaptarse a toda nueva necesidad, debiendo contar con una estructura modular, con objeto que se puedan implementar más funciones de una manera económica y simple, con una distribución de mandos y tareas claramente definidas.

Las funciones que debe cumplir un edificio inteligente son muchísimas y dependen del tipo y característica del mismo. A modo de ejemplo se detallan algunas funciones en un edificio de oficinas de envergadura.

En situación de operación normal:

- Verificar estados de cargas eléctricas y distribuir éstas de forma racional.
- Atenuar los niveles de iluminación según aporte de iluminación externa.
- Evitar arranques simultáneos y controlar las demandas máximas de energía eléctrica.
- Programar automáticamente funciones para horas laborales, fin de semana, tanto en verano como en invierno.

- Distribuir los costos de energía por oficinas o locales comerciales.
- Controlar accesos, áreas de circulación en días y horas.
- Activar automáticamente el sistema de detección de intruso al salir el último usuario.
- Activar y controlar todas las funciones y alarmas de los grupos electrógenos.
- Controlar el sistema microprocesador de la instalación de aire acondicionado y calefacción.
- Controlar y repetir las funciones de la central de incendio.
- Realizar transferencias de las cargas a distancia.
- Trazar curvas estadísticas de consumos eléctricos, de gas y de agua.
- Controlar la ventilación de cocheras según indicación de la central de control de monóxido de carbono.
- Transferir automáticamente las bombas de agua potable, pluviales y cloacales por fallas, a su respectiva bomba de reserva.
- Efectuar comunicación con cabinas de ascensores.
- Controlar el encendido y apagado de los circuitos de iluminación en su totalidad.
- Encender automáticamente las luces locales al ser activado el sistema de intruso.
- Señalizar los estados de nivel de los tanques de agua, cloacales y pluviales.

En situación de incendio:

- Presurizar las escaleras de escape.
- Cortar la inyección y extracción de aire en los locales afectados.
- Verificar las alarmas y funcionamiento de las bombas de incendio.
- Deshabilitar y enviar a Planta Baja los ascensores.
- Enviar mensaje de alarma a bomberos.
- Cortar el suministro eléctrico en la zona afectada.
- Dar alarma general a través de la central de incendio.
- Controlar la traba y señalización de puertas de escape.
- Transferir en forma automática las bombas de incendio en caso de fallas.
- Activar el ingreso de aire limpio del exterior y extraer el humo del local afectado arrojándolo al exterior.

Estos sistemas mediante protocolos de comunicación, deben respetar los programas particulares denominados *dedicados*, como los sistemas de aire acondicionado, alarma de incendio, seguridad, ascensores, etc., tomando los datos básicos de los parámetros de su operación, para integrarlos en el diseño del programa de control del edificio inteligente.

GRUPOS ELECTRÓGENOS

Los grupos electrógenos están formados básicamente por un conjunto integrado, que contiene un motor primario que puede ser un motor a nafta o diesel o una turbina de gas, un generador eléctrico de corriente alterna acoplado en el mismo eje, como se observa en el esquema de la figura 10-X.

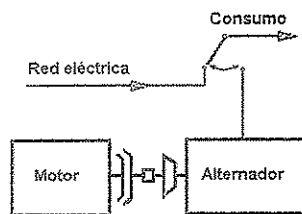


Figura 10-X. Esquema grupo electrógeno

El generador puede ser monofásico de 220 V para pequeñas potencias o bien trifásico de 380 V para potencias mayores.

En caso de corte de energía eléctrica se abre el interruptor de alimentación y se cierra el del generador para su vinculación con la carga, pudiendo ser la operación *manual* mediante el personal encargado de poner en marcha el grupo

electrógeno o *automática de transferencia* para conmutar tanto al fallar la red pública como al restablecerse la tensión en la misma, con los debidos enclavamientos y protecciones.

Los grupos electrógenos portátiles de baja potencia se accionan con motores nafteros, mientras que los de potencias superiores a los 5 HP se suelen equipar con motores diesel reservándose el uso de turbinas de gas para las unidades más grandes.

Los grupos electrógenos de cierta envergadura deben contar con elementos auxiliares y sistemas complementarios, como tableros de maniobra, tanque de combustible, radiadores, baterías y cargadores para el arranque, equipos de control de tensión y frecuencia, automatismos de transferencia, protecciones contra sobrecargas, cortocircuitos, etc.

En los grupos más modernos, también se disponen microprocesadores, rutinas de autodiagnóstico, sistemas de comunicación de datos etc. Esto brinda una mayor flexibilidad operativa y permite realizar un control remoto del grupo.

En el cuadro 2 de la introducción se indicaron las medidas estimadas de grupos electrógenos diesel y las características y dimensiones de los locales que los albergan.

ENERGÍA ESTABILIZADA (UPS)

Una oficina normalmente cuenta con numeroso equipamiento informático de apoyo administrativo, requiriendo para funcionar normal-

mente una fuente de suministro eléctrico estabilizado constante e ininterrumpido.

Las fallas se producen por bajas tensiones, sobretensiones, distorsión de la forma de onda, falta de fase, cortes o microcortes. etc. y ellos tienden a afectar el funcionamiento de los equipos de computación, pudiendo producir la caída del sistema que origina perjuicios por pérdidas de información que no siempre es recuperable e incluso daños de hardware, deterioro de plaquetas u otras partes del sistema.

Por ello, deben emplearse en estos casos, sistemas de energía eléctrica ininterrumpida, que efectúen un suministro estabilizado, utilizándose equipos que se denominan UPS, que son las siglas de *Uninterruptible Power Systems*.

El sistema, se basa en un *rectificador* que convierte la corriente alterna en continua, alimentando a un *banco de baterías* y un *inversor* que genera 220 volts de corriente alterna, a partir de la corriente continua entregada, como se detalla en el esquema de la figura 11-X.

La mínima falla de la red de suministro es detectada por circuitos electrónicos que realizan un monitoreo y registro permanente del funcionamiento.

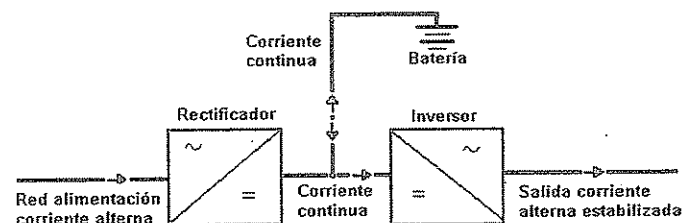


Figura 11-X. Esquema básico funcionamiento de la UPS

La autonomía de un sistema UPS está en función del tiempo que pueden estar las baterías conectadas para mantener la capacidad requerida. Este tiempo va a depender de la característica de la red de suministro, su confiabilidad y si existe energía alternativa de emergencia en el edificio como puede ser un grupo electrógeno, estimándose generalmente para oficinas de 15 a 30 minutos.

Las UPS se emplean también en otras aplicaciones como comunicaciones, bancos, terminales de puntos de ventas, cajas registradoras, sistemas de seguridad y alarma, medicina, radiofonía, telex, fax, etc.

PARARRAYOS

El proceso elemental de formación del rayo consiste en la acumulación en la parte inferior de la nube de cargas eléctricas negativas, como se observa en la figura 12-X.

La carga de la nube induce sobre la tierra otra igual y de signo contrario, hasta que la diferencia de potencial entre ambas es tan elevada que se produce la descarga atmosférica o rayo, produciéndose nuevamente el equilibrio. La descarga puede originarse también entre dos nubes.

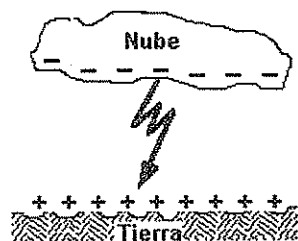


Figura 12-X. Formación del rayo

Los valores de las descargas atmosféricas son enormes ya que puede llegar a 1000000 de volts por metro, con intensidades de 200000 amper en tiempos muy pequeños que oscilan de 20 a 200 milonésimos de segundo.

El objetivo principal de todo sistema de protección contra las descargas atmosféricas se basa en brindar un punto de alta probabilidad de captación, y para ello se aprovecha la propiedad que el rayo tiende a realizar la trayectoria de descarga a tierra a través de un punto accesible más elevado, siguiendo el recorrido de mejor conductibilidad.

Esta es la propiedad fundamental que permite basar el funcionamiento del llamado *pararrayos*, que es un elemento de protección que debe estar ubicado en la parte más alta de los edificios, con una adecuada conducción de la energía a tierra que le permita dispersarse en forma eficiente, sin causar ningún tipo de daños para aquellos edificios que lo requieran.

El pararrayos de un edificio consta de tres partes fundamentales:

- Elementos de captación: punta, lanza.
- Cable de bajada: conexiones entre el elemento de captación y tierra.
- Toma de tierra.

Se estima que una barra conectada a tierra protege una zona incluida dentro de un *cono de protección*, cuyo vértice está en la punta de la barra o lanza y que tiene como base una circunferencia que rodea la misma, tal como se observa en la figura 13-X.

La existencia de la zona o área de influencia del pararrayo, ha demostrado experimentalmente que la abertura del cono de protección es

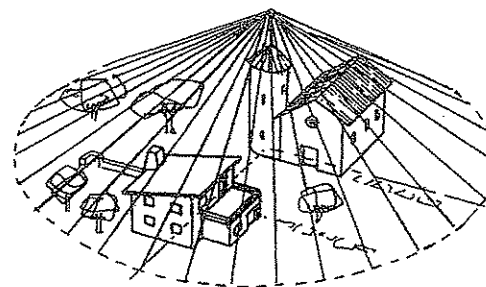


Figura 13-X. Área de protección del pararrayos

variable entre 30° hasta 60°, pudiéndose considerar un valor intermedio 45°.

Se recomienda que la punta del pararrayos no se ubique a menos de un metro de las partes circundantes, como torres, tanques, mástiles, cúpulas, antena, etc. En cumbres de tejados, parapetos, etc., de una altura y ubicación especificada se deben colocar como mínimo cada 20 metros.

En la figura 14-X se detalla una instalación típica del pararrayos más común que es el de *lanza*, de cuerpo de bronce, donde en su extremidad se coloca una punta muy aguda en bayoneta o varias puntas de material difícilmente fusible, como platino o acero inoxidable.

El conjunto se monta a un barral generalmente de hierro galvanizado de 3 a 5 m de alto, que se sujeta a los muros mediante grapas firmemente adheridas a la mampostería adecuadas a los esfuerzos que debe soportar, no debiéndose emplear riendas.

El cable de bajada de cobre desnudo trenzado se instala a la intemperie sustentado al barral con grapas de bronce y aisladores de porcelana, que se unen al borne de conexión de la lanza mediante soldadura.

El cable debe quedar tenso y recto siguiendo el camino más corto sin la formación de ángulos agudos, pasando por el orificio tubular de cada aislador separado como máximo 1,50 m entre ellos y desde 2 m del piso debe protegerse el cable con un caño de hierro galvanizado.

Para el dimensionado del cable se busca que el conductor nunca alcance en la descarga la temperatura de fusión, considerándose adecuada una sección mínima de 50 mm².

La ejecución de la toma de tierra para pararrayos sigue los lineamientos establecidos para la instalación de electrodos dispersores, ya explicados al analizar la toma de tierra de los edificios.

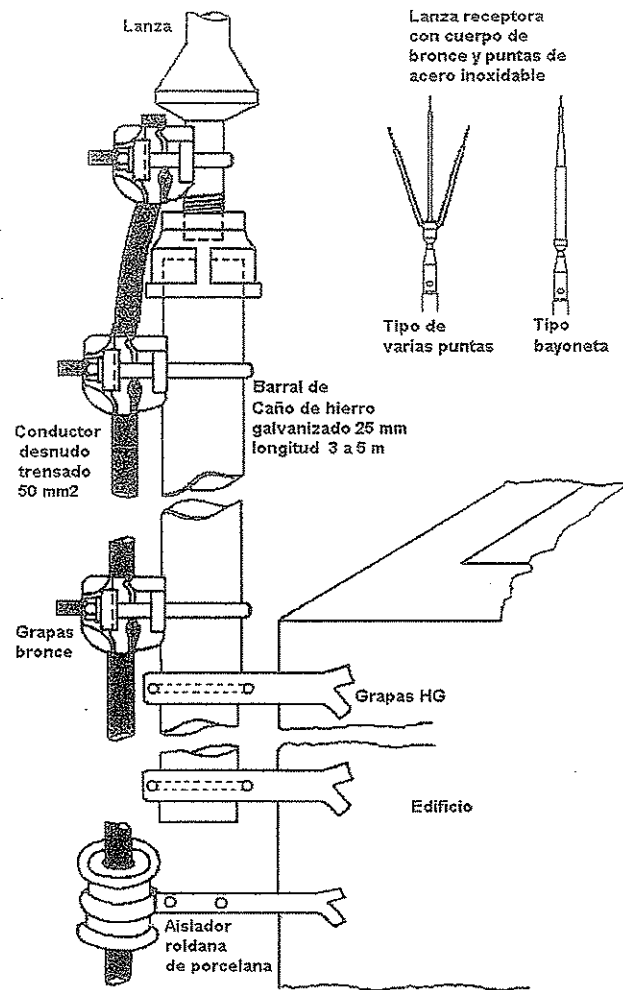
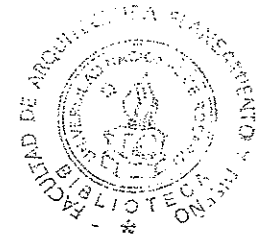


Figura 14-X. Detalle del pararrayos de lanza



CAPÍTULO XI

ILUMINACIÓN

Sin un nivel de iluminación adecuado, ninguna tarea visual puede desarrollarse en forma correcta, rápida y segura, por lo que constituye el factor más importante en el diseño.

Se establecen valores mínimos a tener en cuenta en los proyectos, algunos de los cuales se especifican en la tabla del cuadro 1-XI.

CUADRO 1-XI. VALORES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN PARA VIVIENDAS Y OFICINAS

Vivienda	Tipo de iluminación	Lux
Baño	Iluminación general	100
Dormitorio	Iluminación general	200
Cocina	Cocina, pileta, mesada	200
Estar	Iluminación general	100
	Iluminación localizada	200
Oficina	Hall para público	200
	Trabajos generales oficina	500
	Trabajos especiales	750
	Sala de conferencias	300
	Circulaciones	200

Para analizar las propiedades de iluminación de los artefactos o luminarias se utilizan *curvas fotométricas*, que se distribuyen en una escala la intensidad luminosa según todas las direcciones radiales que parten del centro del artefacto.

Se pueden clasificar las luminarias por la forma de distribución de la luz como del tipo *directa*, *semidirecta*, *difusa*, *semiindirecta* e *indirecta*, tal cual se detalla en la figura 1-XI.

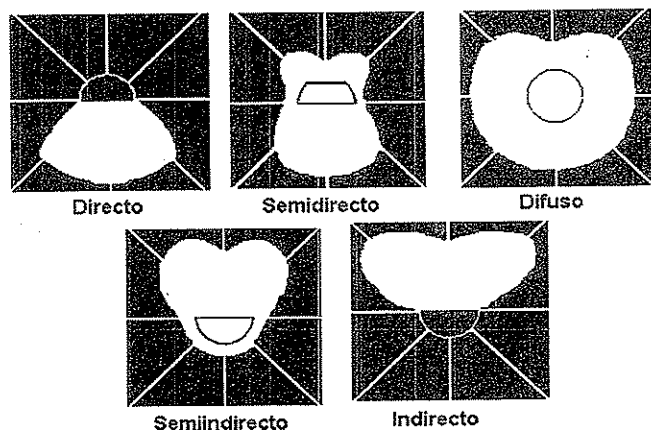


Figura 1-XI. Tipos básicos de iluminación

En la *iluminación directa*, el flujo luminoso se dirige hacia el plano de trabajo y tiene el inconveniente que produce fácil encandilamiento y origina brillos y sombras fuertes. El aprovechamiento del flujo emitido es casi completo y el alumbrado es independiente del cielorraso y de las paredes del local.

En la *iluminación semidirecta*, la mayor parte del flujo luminoso es dirigido hacia el plano de trabajo y el resto al techo que lo devuelve hacia el ambiente. Las sombras y brillos son mayores aún que en el sistema de iluminación directa.

En la *iluminación difusa*, el flujo luminoso es repartido uniformemente en todas direcciones y se reduce el brillo, pero las sombras siguen siendo notables.

En la *iluminación semiindirecta*, la mayor parte del flujo luminoso es dirigido al techo y paredes que lo devuelven al plano de trabajo y el resto llega directamente. Se consiguen sombras suaves y poco brillo, siendo necesario que el cielorraso sea claro y no muy elevado.

En la *iluminación indirecta*, todo el flujo luminoso del artefacto es dirigido al techo y paredes que los devuelvan al plano de trabajo. Se logra una gran uniformidad sin sombras ni brillos, siendo adecuado para cualquier trabajo, pero no resulta económico por el bajo rendimiento luminoso, requiriendo cielorrasos blancos para aumentar la eficiencia lumínica.

Distribución de luminarias

Teniendo en cuenta el tipo de iluminación a emplear, se puede efectuar la distribución de los artefactos. Para determinar las separaciones óptimas y la altura de suspensión, se pueden adoptar los valores prácticos recomendados que se consignan en la figura y cuadro 2-XI.

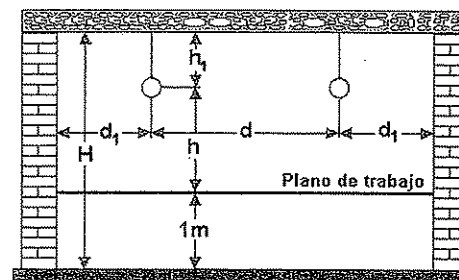


Figura 2-XI. Distribución de luminarias

CUADRO 2-XI. DISTRIBUCIÓN RECOMENDADA DE LUMINARIAS

Tipos de iluminación	Separaciones recomendadas
Directa y semidirecta	d 0,75 a 1,5 h
	d ₁ 0,5 d paredes claras
	d ₁ 0,3 d paredes oscuras
	h ₁ 0,25 d
Indirecta y semiindirecta	d 1,5 a 2 h
	d ₁ 0,5 d
	h ₁ 0,3 d
Difusa	Valores intermedios

CÁLCULO DE ILUMINACIÓN

Para realizar el diseño de un sistema de iluminación generalmente se emplea el *método del flujo luminoso*, en la que se tiene en cuenta la *iluminación media* para el tipo de actividad requerida y las *dimensiones y características físicas del local* a iluminar.

En este método se fija el tipo de iluminación y la característica de la luminaria, estableciéndose su número y distribución en el local.

El flujo luminoso total se calcula aplicando la fórmula:

$$\phi = E.S / \eta$$

Donde:

ϕ : flujo luminoso total requerido en el local (lumen).

E: iluminación media del local (lux).

S: superficie a iluminar (m²).

η : rendimiento de la iluminación.

El *rendimiento de iluminación* η depende de las dimensiones y características del local, del tipo de luminaria y de la suciedad o envejecimiento de las lámparas.

Para cálculos prácticos pueden estimarse los siguientes valores:

- Iluminación directa o semidirecta: $\eta = 0,30$ a $0,50$
- Iluminación difusa: $\eta = 0,15$ a $0,30$
- Iluminación indirecta o semindirecta: $\eta = 0,05$ a $0,20$

Los valores mayores corresponden a locales amplios con techos relativamente bajos y colores claros de cielorrasos y paredes y los menores son para locales pequeños, cielorrasos altos y colores oscuros.

Flujo luminoso por luminaria

Si se tienen un número n determinado de luminarias, el valor del flujo luminoso necesario para cada una de ellas, puede determinarse con la fórmula anterior: $\phi = E.S / n \eta$.

Una vez obtenido el valor de ϕ en lúmenes por luminaria, se halla la potencia de las lámparas a utilizar en Watts, con la tabla del cuadro 3-XI.

Es muy importante en la selección de las lámparas, el *rendimiento luminoso*, que indica la eficiencia, del flujo que emite una fuente de luz, por cada unidad de potencia eléctrica (Lumen/Watt).

Ejemplo de aplicación

Se supone diseñar la iluminación de una oficina administrativa de 6×4 m, constituida por techo y paredes claras, siendo la altura del local H: 3 m.

CUADRO 3-XI. CARACTERÍSTICAS FOTOMÉTRICAS DE LAS LÁMPARAS

Lámparas	Tipo	Potencia (watt)	Flujo luminoso ϕ , lúmenes	Eficiencia (lumen / watt)
Incandescentes	Claras	25	230	9,20
		40	430	10,78
		60	730	12,16
		75	960	12,80
		100	1.380	13,80
		150	2.100	14,00
		200	2.950	14,75
Fluorescentes	Blancas	20	1.100	55,00
		30	2.000	66,66
		40	2.800	70,00
		60	4.200	70,00
		65	4.850	74,61
		105	9.000	85,71
	Luz día	20 a 65	780 a 4.000	39,00 a 61,69
Vapor de mercurio	Claras	100	3.650	36,50
		175	7.000	0,00
		250	11.000	44,00
		400	20.500	51,25
		700	36.500	52,14
		1.000	54.000	54,00

Se estima para este tipo de local una iluminación de 500 lux sobre un plano de trabajo ubicado a 1 m sobre el piso, adaptándose alumbrado directo, con luminarias de acuerdo al tipo consignado en el detalle de la figura 3-XI, provistas con lámparas fluorescentes cuya potencia se debe determinar.

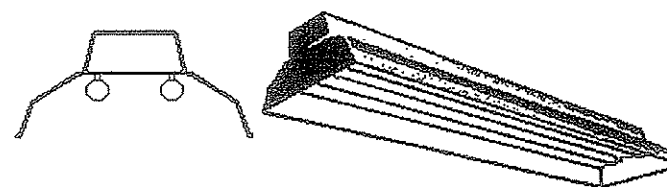


Figura 3-XI. Artefacto de iluminación

Distribución de las luminarias

Se estiman distancias y alturas de emplazamiento que compatibilicen con los valores prácticos indicados en la figura y cuadro 2-XI anteriores, determinándose la instalación de 6 artefactos de iluminación de acuerdo al esquema de la figura 4-XI.

Así se fija:

$$d_1 = 1 \text{ m}; d = 2 \text{ m}; h = 1,60 \text{ m} \text{ y } h_1 = 0,40 \text{ m}$$

Se cumple las relaciones para iluminación directa y paredes claras de la tabla del cuadro 2-XI anterior, dado que:

$$d_1 = 0,5 d; d = 1,25 h \text{ y } h_1 = 0,25 h$$

Se considera el local para iluminación directa y con colores claros, un rendimiento total de iluminación de $\eta = 0,40$

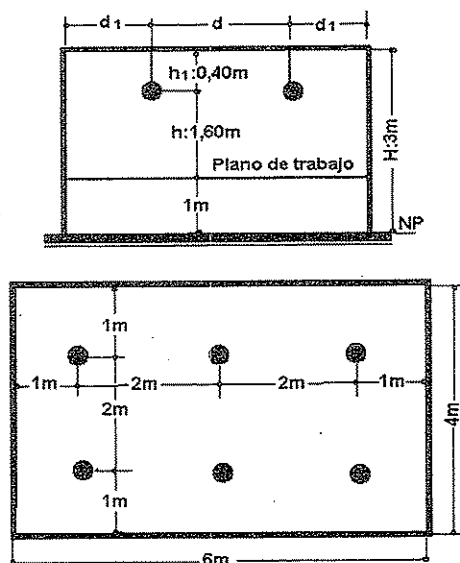


Figura. 4-XI. Distribución de artefactos

Como se han proyectado 6 luminarias, el flujo luminoso necesario para cada una, vale:

$$\phi = E \cdot S / \eta = 500 \times 24 / 6 \times 0,40 = 5000 \text{ lúmenes}$$

Considerando que cada tubo de 40 Watts, emite 2800 lúmenes, en virtud de la tabla del cuadro 3-XI anterior, se adoptan 2 tubos en cada uno de los artefactos de iluminación seleccionados.

DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN

Las formas más importantes de producir luz de las lámparas son por un lado las *lámparas incandescentes* y por otro las *de descarga*, como es el caso de las *lámparas fluorescentes*.

Lámparas incandescentes:

El funcionamiento de las lámparas que producen luz por incandescencia, se basa en el hecho que un conductor atravesado por una corriente y calentado a alta temperatura, emite radiaciones luminosas. Cuanto mayor es la temperatura del conductor mayor es la emisión, por lo que se busca aumentarla hasta tanto el límite de fusión del material lo permita, compatible con su resistencia.

La más utilizada y conocida es la *lámpara de filamento*. Las tres partes principales de la lámpara son el bulbo, la base y el filamento metálico, constituidos generalmente por hilos de tungsteno colocado en una ampolla, donde se practica vacío agregándose nitrógeno seco u otro gas inerte.

El filamento se construye en espiral muy apretada, con objeto de disminuir la superficie de dispersión del calor en relación con la longitud del hilo. Generalmente funcionan con una temperatura de 2100 °C con una duración aproximada de 1000 a 1500 horas.

Lámparas de descarga

Son aquellas en que la emisión luminosa es producida por el paso de una corriente eléctrica a través de una atmósfera de vapor o gas, en vez de un filamento metálico. Las más utilizadas son las lámparas fluorescentes, pudiéndose mencionar también las vapor de mercurio o sodio.

Lámparas fluorescentes

Una lámpara fluorescente se compone de un tubo de vidrio que contiene una pequeña cantidad de mercurio y gases inertes a baja presión,

como gas argón o criptón, produciéndose una descarga eléctrica entre los electrodos situados en extremos opuestos. Esa descarga origina una *radiación ultravioleta* al pasar a través del vapor de mercurio, el que ejerce una intensa acción luminosa sobre ciertas sustancias *fluorescentes* que recubren la cara interior de las paredes del tubo, compuestas por silicato o tungstatos de berilio, cadmio, magnesio, etc.

En la figura 5-XI se observa un tubo fluorescente del tipo recto, pudiendo ser también circular o en forma de U, con sus clavijas terminales y base, para conectar la lámpara al circuito eléctrico y sostenerla en el zócalo.

Para la conexión o desconexión de los filamentos se emplea un dispositivo automático denominado *arrancador o cebador* y un limitador de corriente llamado *reactancia o balasto*, que consiste en una bobina que opone una resistencia inductiva, los que son instalados según el circuito que detalla en el esquema de la figura 6-XI.

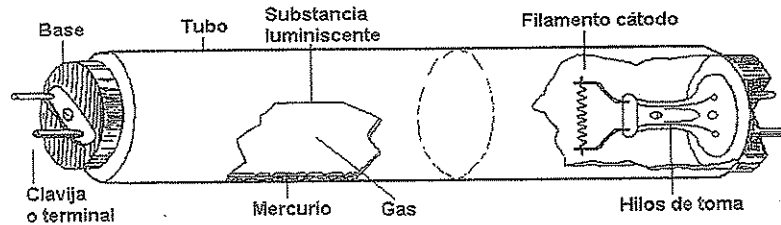


Figura 5-XI. Tubo fluorescente

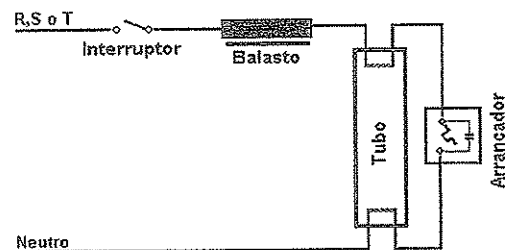


Figura 6-XI. Esquema circuito de lámpara fluorescente

La ventaja de la lámpara fluorescente con respecto a la incandescente, es que posee una mejor eficacia lumínica, con un rendimiento por watt 3 a 5 veces mayor, lo que representa un ahorro considerable de energía y además, el promedio de vida de estas lámparas es de aproxi-

madamente 2500 horas, o sea que su vida útil es mucho mayor que las incandescentes.

Sin embargo, la duración de las lámparas fluorescentes es afectada por el número de encendidas. Por tal motivo, este tipo de lámparas no se recomienda para utilizar en locales de iluminación intermitente.

Otros tipos de lámparas

En la figura 7-XI, se muestran las características de diversos tipos de lámparas, que se describen sucintamente.

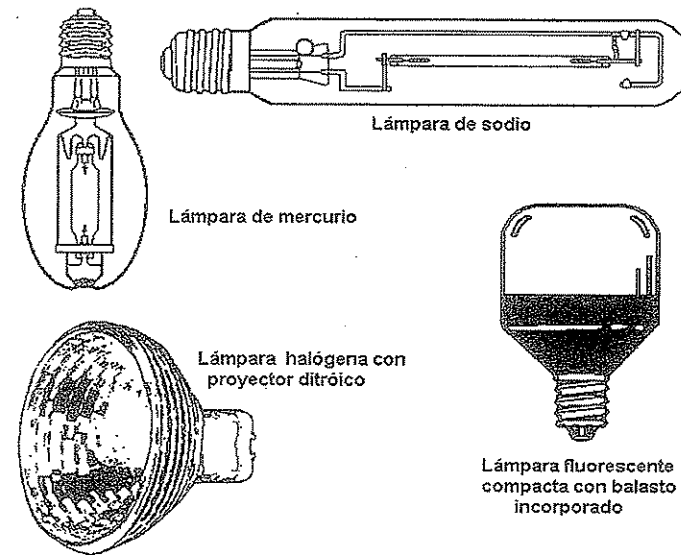


Figura 7-XI. Tipos de lámparas

Lámparas halógenas

Las lámparas halógenas son del tipo incandescente, conteniendo en su interior un gas halógeno en lugar del gas inerte de las lámparas comunes y con ello se logra una mayor vida útil y un flujo constante de luz. Son de pequeño tamaño y se diseñan de modo de obtener un haz intenso concentrado, que da lugar a contrastes muy marcados, empleándose generalmente como luz de acentuación.

Algunos modelos con reflector *dicroico*, se emplean para iluminar puntualmente elementos sensibles al calor, dado que el reflector desvía hacia atrás gran parte de la irradiación térmica, empleándose para decoración, vidrieras, museos y exposiciones.

Lámparas fluorescentes compactas

Se emplean lámparas fluorescentes de diseño compacto y pequeñas dimensiones, con arrancador y balasto electrónico incorporado en zócalos convencionales, de modo de reemplazar en el mismo espacio a las incandescentes, con las ventajas de mayor capacidad lumínica y vida útil.

Lámparas de mercurio

Este tipo de lámparas utiliza mercurio, vaporizado por efecto del arco que se establece en la misma. Se utiliza para alumbrado exterior por su gran rendimiento lumínico de alrededor de 50 a 60 lúmenes por watt y casi sin brillo.

Lámparas de sodio

Consisten en una ampolla dentro de la cual se coloca el sodio al estado metálico con neón. Al producirse el arco y vaporizarse el sodio se produce una luz monocromática de color amarillo. Al igual que las lámparas de mercurio se utilizan para el exterior, en carreteras, calles, etc., dado que tienen un alto rendimiento, sin producir brillo intenso.

PROYECTO DE ILUMINACIÓN EN VIVIENDAS

Como objetivo básico en el proyecto de una instalación de iluminación, debe tenerse en cuenta además de los aspectos del confort y bienestar visual, la eficiencia lumínica y la economía de la instalación.

Los factores que caracterizan a una buena iluminación interior, están basados en ciertos requerimientos de cantidad y calidad de luz, contrastes y sombras, deslumbramiento, características del color del ambiente, etc. y el efecto de luminosidad que una superficie produce en el ojo humano.

Para la elección correcta de una fuente de luz es necesario considerar el tono y su capacidad de *reproducción cromática*. El circuito cromático está dividido en colores cálidos, como el amarillo, naranja, rojo, o verde amarillento y los fríos como los verdes, azulados, azul o violeta.

Se define como *temperatura de color*, a la temperatura que tendría un cuerpo negro perfecto para emitir luz de un color determinado, a una temperatura medida en grados Kelvin (°K). La capacidad de reproducción cromática que tiene una fuente luminosa de reproducir los colores del objeto iluminado depende de esa temperatura de color, pudiéndose mencionar:

- Blanco cálido: lámparas incandescentes, predominio de tono rojizo.
- Blanco neutral: lámparas fluorescentes, predominio del amarillo.
- Blanco frío: predominio del azul y del tipo luz día o la luz natural.

La luz incandescente resalta los colores cálidos, mientras que tiende a disminuir los tonos fríos tornándolos grisáceos o verdosos. Para lograr un ambiente altamente luminoso se deben emplear lámparas fluorescentes o del tipo luz día.

La iluminación debe concordar con la tonalidad dominante del ambiente no desvirtuando el efecto cromático que se quiere lograr, influyendo en su elección el decorado y los gustos personales del usuario.

El color incide en el rendimiento lumínico, por ejemplo los cielorrasos blancos, reflejan un 80%, las paredes marfil un 70%, mientras que los colores oscuros un 10 a un 30% y el negro un 5%.

Son muchos los factores a tener en cuenta para una buena iluminación de los locales de un edificio y para una adecuada elección, deben considerarse los colores de los muebles y de las paredes, además del tipo de ambiente y las actividades que allí se realizan.

El color incide en el rendimiento lumínico y aprovechando esa particularidad, se emplea en edificaciones antiguas el fenómeno óptico de pintar el cielorraso color oscuro, mientras que las paredes de color claro hasta una altura de 2,60 m. El resto, incluso el cielorraso se lo pinta de color oscuro, haciendo incidir la luz sobre las paredes claras con una perfecta reflexión, produciendo de esa manera la sensación que la altura del local ha disminuido.

En estos casos conviene resaltar las paredes con focos, de modo que la parte superior del ambiente quede en penumbras, dando la sensación de bajar la altura del local, destacándose además el diseño del revestimiento de las paredes. Si los techos son demasiado bajos, el efecto inverso al anterior se obtiene dirigiendo los focos hacia arriba, dando la sensación que los cielorrasos se encuentran a mayor altura.

Para ensanchar un local demasiado estrecho o dar profundidad a un cuarto pequeño, conviene iluminar profundamente una de las paredes más largas. Otra forma de dar una sensación de amplitud es colocar luces al ras del suelo.

Cuando el espacio es muy amplio, conviene dividir la iluminación en sectores localizados por el uso. De esa manera, cada espacio adopta una característica definida, dando la sensación que el ambiente se encuentra dividido.

Otra de las consideraciones a tener en cuenta es *evitar el deslumbramiento*, ya sea no colocando los artefactos en la línea de la visual o evitando que se produzca en forma indirecta por la utilización de superficies o revestimientos brillantes.

En general se necesita un balanceado uso de los claros oscuros, con una adecuada y racional distribución de luces y sombras. No es conveniente utilizar gran cantidad de contrastes, ni destacar los rincones y diversos elementos con la misma intensidad lumínica, dado que por competencia los efectos se anulan entre sí.

La visión realiza siempre un camino determinado, pasa de las sombras a zonas de mediana iluminación hasta llegar a los lugares de máxima luminosidad. De esta forma, si existen grandes contrastes la vista se cansa y busca sombras para el descanso, por lo que no se logra el objetivo de hacer observar lo que se ha querido mostrar.

Además es importante tener en cuenta en el proyecto, que la *luz artificial debe complementarse con la natural*, para poder en esa forma unificar la disposición del mobiliario y consecuentemente las actividades que se desarrollan en el local. Por ello debe estudiarse con detalle la ubicación y características de ventanas, puertas, ventiladores, claraboyas, etc.

CAPITULO XII

ASCENSORES

Una instalación de ascensores consta de diversos elementos que se detallan en la figura 1-XII.

La *sala de máquinas* es el lugar donde se alojan las máquinas tractoras, encargadas de dar el movimiento y el control de maniobra para comandar el funcionamiento del ascensor.

La *caja o pasadizo* es donde se encuentran montadas las guías por donde se desplaza la *cabina y contrapeso*. Estos se encuentran amarrados mecánicamente por cables de suspensión de acero. El contrapeso tiene por objeto equilibrar el peso de la cabina más el 50% de la sobrecarga y las cadenas compensadoras equilibran el peso de los cables.

Los *paragolpes* que se colocan en el foso debajo de la cabina y el contrapeso no están destinados a soportar el impacto de la caída, sino a amortiguar el desplazamiento cuando en su detención se sobrepasan los límites inferiores del recorrido.

La *cabina o habitáculo* donde se alojan los pasajeros, cuenta con acceso mediante dos puertas, una exterior o de rellano y otra interior o de cabina, las que deben disponer de seguridades que detengan el funcionamiento del ascensor al operarse su apertura.

La cabina debe contar con:

- Iluminación mediante dos circuitos, uno conectado al sistema general de pasillos y otro desde el tablero de fuerza motriz.
- Indicación de cantidad de personas y carga en Kg admisible.
- Nombre del fabricante y/o del instalador del ascensor.
- Ventilación natural o forzada.

- Timbres de alarma con pulsador, con circuito distinto al de fuerza motriz.
- Teléfono de emergencia, en los casos que quede un cuidador fuera del horario de labor, debiendo estar conectado a la red telefónica.

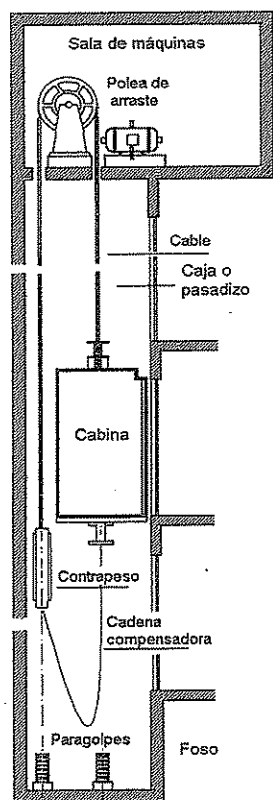


Figura 1-XII. Elementos básicos de un ascensor

Debe tener una disposición agradable y para ello se reviste con madera, laminados plásticos, acero inoxidable etc., instalándose paneles de decoración y demás elementos, relacionados con las terminaciones del edificio y para ampliar visualmente el espacio se suelen emplear espejos.

El revestimiento de piso debe ser antideslizante, pudiendo ser de alfombras de 0.02 m de espesor máximo, no admitiéndose colocarlas sueltas.

Tipos de cabinas

Se establece en el Código Municipal de Buenos Aires que las cabinas deben tener dimensiones adecuadas para permitir un fácil acceso con un área relativamente amplia, teniendo en cuenta que puedan ingresar personas de movilidad reducida y particularmente para las que se desplazan con sillas de ruedas.

Las cabinas han sido clasificadas como de tipo 0, 1, 2a, 2b, ó 3, y en la tabla del cuadro 1-XII, se indican en función del número de personas, sus dimensiones mínimas y la capacidad de transporte o carga máxima, determinada a razón de 75 Kg por persona. La altura mínima es de 2,10 m.

Cualquiera sea el destino, los ascensores de servicio deben ser del tipo 1 o 2, debiendo brindar accesibilidad a todas las unidades. Las cabinas tipo 0 por ser de tipo reducido, sólo se admiten en edificios que cuente con dos o más ascensores del tipo 1 o 2.

CUADRO 1-XII. TIPOS Y DIMENSIONES MÍNIMAS DE CABINAS ASCENSORES

Tipo de cabina	Personas	Lado a (m) (mín.)	Lado b (m) (mín.)	Superficie (m ²) (mín.)	Peso máximo (kg)
0	4	0,80	1,22	1,00	300
0	5	0,80	1,22	1,20	375
1	6	1,10	1,30	1,40	450
1	7	1,10	1,30	1,60	525
1	8	1,10	1,30	1,80	600
2a)	9	1,50	1,50	2,00	675
2b)	9	1,30	1,73	2,00	675
2a)	10	1,50	1,50	2,20	750
2b)	10	1,30	1,73	2,20	750
3	11	1,30	2,05	2,40	825
3	12	1,30	2,05	2,60	900
3	13	1,30	2,05	2,80	975
3	14	1,50	2,05	3,00	1050
3	15	1,50	2,05	3,20	1125

Puertas de cabina y rellano

Las puertas de ascensores deben ser automáticas de deslizamiento horizontal, corredizas o telescópicas. Por razones de seguridad en la operación no se admiten las puertas tipo tijera, compuestas por varillas metálicas articuladas.

La altura de paso de las puertas de la cabina y de pasillo no debe ser inferior a 2 m y el ancho mínimo de las puertas de la cabina y del rellano y su ubicación se indican en la tabla del cuadro 2-XII.

Característica y dimensiones del rellano.

Los rellanos deben estar comunicados con los medios de salida, debiéndose proporcionar accesibilidad a todas las unidades funcionales de

cada piso y cocheras pertenecientes al edificio y el acceso frente a un ascensor o grupo de ascensores no debe ser obstaculizado por ningún elemento o estructura fija o móvil.

El lado mínimo del rellano o pasillo debe ser de igual a 1,10 m, aumentándose a razón de 20 cm por cada persona que excede de 10 la capacidad de cabinas, computándose los coches de cajas enfrentadas, adyacentes o que formen ángulo.

Si el rellano sirve a una cabina tipo 0, 1 o 2, y siendo las hojas de la puerta del rellano corredizas, éste debe disponer como mínimo *frente al ingreso al ascensor*, una superficie en la que inscriba un círculo de 1.50 m de diámetro y si es del tipo 3 debe inscribir un círculo de 2.30 m de diámetro, pudiendo reducirse a 1,50 m en el caso que la puerta del ascensor se encuentre en el lado mayor.

La iluminación natural o artificial de los rellanos frente a los ascensores debe alcanzar 50 lux a nivel de piso y se debe colocar en el solado una zona de prevención de textura en relieve y color contrastante.

CUADRO 2-XII. UBICACIÓN Y DIMENSIONES DE PUERTAS

Tipo de cabina	Ubicación de puerta en cabina	Ancho paso
0	En lado menor o lados menores enfrentados	0,80 m
1	En lado menor o lados menores enfrentados	0,80 m
2a)	En lados contiguos o enfrentados	0,80 m
2b)	En lado mayor, próxima a una de las esquinas	0,90 m
3	En lado menor	1,00 m
3	En lado mayor	1,80 m

Formas típicas de maniobra

El Reglamento del Código Municipal Buenos Aires define varios tipos de maniobra de los ascensores, de acuerdo a lo siguiente:

- *A: Palanca o manivela*: la maniobra se realiza mediante una palanca o manivela emplazada en la cabina. Es un sistema de funcionamiento manual solo utilizado en montacargas.
- *B: Automática simple*: responde a los pulsadores de cabina, sin tener efecto ninguna otra orden mientras se desplaza.
- *C: Automática simple con interconexión de llamadas de pisos para dos o más coches*: ídem anterior, pero si se pulsa el botón de un piso, el otro coche la atiende.
- *D: Acumulativa selectiva descendente para un coche*: la cabina viaja hacia arriba parando en todos los pisos marcados en el interior, no atiende llamadas de piso salvo la más alta y en el descenso responde a las llamadas de piso y cabina.
- *E: Acumulativa selectiva ascendente y descendente para un coche*: se acumulan y seleccionan todas las órdenes de la cabina y pisos, las que se van atendiendo en el ascenso o descenso. Puede usarse con ascensorista.

Se admite como mínimo, la maniobra B, hasta 12 pisos de departamentos y cuando son más de 12 pisos, la D y en oficinas, como mínimo debe ser la E.

Caja o pasadizo del ascensor

La *caja o pasadizo del ascensor* debe ser de construcción incombustible y dentro de la misma o embutidos en los muros que la cierran, no debe haber canalizaciones de gas, agua, cloacas, calefacción, teléfono, bajada de antenas, electricidad, chimenea, etc. La planta o sección transversal de la caja debe ser capaz de dar cabida al coche, contrapeso, guías y demás elementos propios para el desplazamiento, pudiéndose estimar los espacios mínimos en planta en base a la figura 2-XII.

En cuanto a la *altura o elevación de la caja o pasadizo* debe contemplar los sobrerrecorridos, como se observa en el detalle de la figura 3-XII.

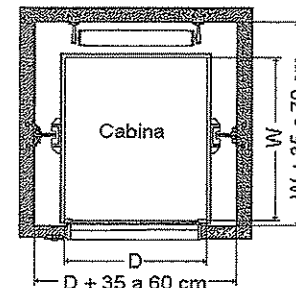


Figura 2-XII. Medidas mínimas de pasadizos

- *El recorrido (R)*, es la distancia entre el nivel inferior de la parada más baja y el de la más alta.
- *El claro superior (CS)*, es la distancia entre el nivel inferior de la parada más alta y el plano horizontal del techo de la caja de ascensor o cualquier saliente de ésta.

- El claro inferior (CI), es la distancia entre el nivel inferior de la parada más baja y el fondo de la caja de ascensores.

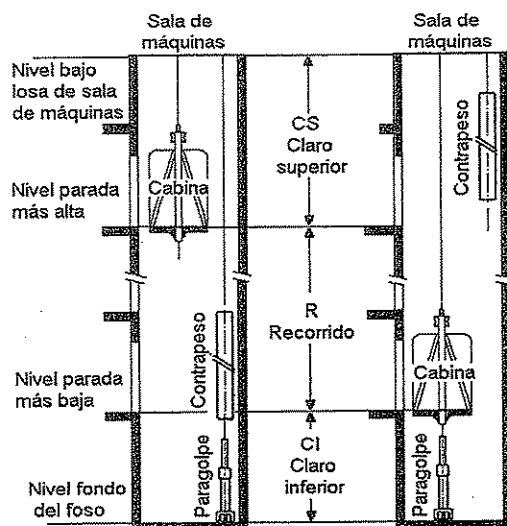


Figura 3-XII. Sobrerrecorridos del pasadizo

Se pueden adoptar como referencia, los valores de sobrerrecorridos dados por la tabla del cuadro 3-XII.

CUADRO 3-XII. SOBRRERCORRIDOS DE ASCENSORES

Velocidad (m/min)	Claro superior (CS) (m)	Claro inferior (CI) (m)
45	3,80	1,20
60	3,90	1,40
75	4,10	1,60
90	4,30	1,80
120	5,10	2,50
150	5,70	3,10

Sistemas de control de maniobra

Hay fundamentalmente dos tipos de ascensores de acuerdo con su funcionamiento, pudiendo ser *tensión constante* o *variable*.

En los *sistemas de tensión constante* el arranque y la regulación de velocidad del motor principal, se obtienen por variación de su resistencia mediante motores de corriente alterna.

Este sistema se utiliza en ascensores de baja velocidad hasta 45 m/min, lográndose dentro de la economía un funcionamiento razonablemente aceptable.

Para velocidades mayores, de 60 a 75 m/min, se emplean motores de corriente alterna de dos velocidades, la mayor en el trayecto directo del ascensor y la menor cuando el ascensor se va deteniendo en correspondencia con las paradas, lográndose reducir el impacto de frenado y una mejor nivelación.

En los *sistemas de tensión variable* la regulación de velocidad se efectúa variando la tensión aplicada al motor principal de corriente continua y se emplea para velocidades más elevadas, mayores de 75 m/min, denominándose *unidad multivoltaje*. Se aplica al motor tensiones crecientes o decrecientes en forma automática, a fin de satisfacer las distintas condiciones de carga en cada momento.

Cuarto de máquinas

El local destinado a alojar la maquinaria motriz, tableros y demás implementos que gobiernan el funcionamiento de un ascensor, debe ser construido con materiales incombustibles.

La *superficie mínima* S del cuarto de máquinas, es función de la sección transversal s del pasadizo o caja, según el tipo de máquinas en él instaladas:

- Máquina de tensión constante: $S \geq 3 s$, hasta $S = 8 \text{ m}^2$
- Máquina de tensión variable: $S \geq 4 s$, hasta $S = 12 \text{ m}^2$

El *lado mínimo* de la sala es de 2,20 m y la *altura libre mínima* de 2 m, debiéndose respetar determinadas dimensiones mínimas de pasos y separaciones de equipamientos que se detallan en la figura 4-XII, para una adecuada operación y mantenimiento de la instalación.

Características del local

Los paramentos o el cielorraso deben ser terminados con revoque, placas o tratamiento acústicos y el piso debe ser liso, con baldosas o cemento alisado. El entrepiso debe ser capaz de soportar el peso de la

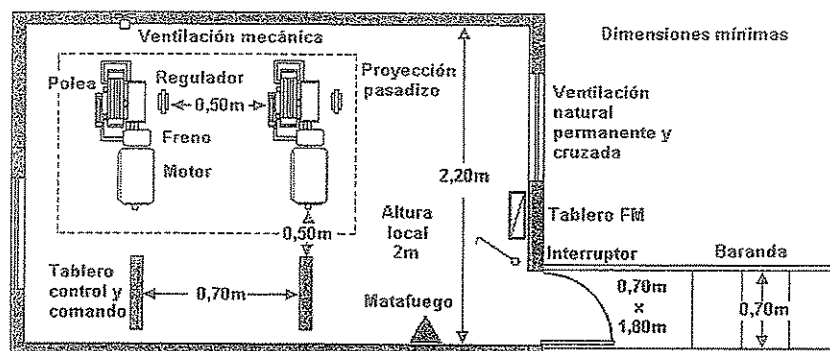


Figura 4-XII. Sala de Máquinas para ascensores

maquinaria y sus efectos dinámicos, debiéndose practicar solo aberturas para el paso de los cables o poleas, resguardadas con un borde elevado de 3 cm.

El acceso debe ser cómodo y fácil a través de pasillos comunicados con el medio de salida. Si el nivel a salvar es menor o igual que 1 m, la escalera puede ser del tipo marinera.

La ventilación debe ser *natural y permanente* y puede efectuarse de las siguientes maneras:

- Vanos laterales colocados en zonas opuestas.
- Vano lateral y cenital.
- Vano lateral y conducto.

Los vanos laterales y las partes verticales del vano cenital o clara-boyas, deben tener persianas fijas tipo celosía para la circulación de aire y el área total de ventilación incluidas las persianas debe ser igual a 0,025 de la superficie S del local, con un mínimo de 0,30 m², y en caso de usarse conductos, el lado no debe ser menor de 0,20 m.

Cuando en la sala haya máquina motriz con una velocidad nominal mayor de 45 m/min, además de la ventilación natural, debe instalarse *otra mecánica de extracción de 20 renovaciones horarias del volumen del local*, que funcione en forma automática si la temperatura ambiente a más de 1 m en torno a la maquina motriz, alcanza los 35 °C.

La iluminación artificial debe ser eléctrica en circuito distinto del de fuerza motriz, no inferior a 15 W/m² de la superficie S de la sala, en bocas de luz cenitales de modo que la iluminación resulte adecuadamente distribuida.

Diseño de ascensores

Para el cálculo de los ascensores debe efectuarse un análisis sobre la actividad que se desarrolla en el edificio y el tráfico que se produce en un lapso de 5 minutos en el momento pico. Se estiman la cantidad posible de llamadas y detenciones y mediante fórmulas, se establecen la cantidad necesaria de cabinas y la capacidad de carga y maniobra.

La utilización de ascensores *normalizados* ha representado un gran avance en la producción de los equipamientos y el diseño de los proyectos. De esa manera, estudios especializados en el transporte de pasajeros determinaron diversas capacidades para cabinas y velocidades de desplazamiento en función de cada tipo de edificio.

Cuando se proyecten los edificios destinados a *vivienda permanente o edificios residenciales*, se pueden utilizar los datos de la tabla del cuadro 4-XII establecida en el Código Municipal de Buenos Aires, para determinar el tipo de cabina en función del número de ocupantes por piso funcional y nivel de acceso de la unidad de uso a mayor altura.

CUADRO 4-XII. TIPO DE CABINA PARA VIVIENDAS

Nº de ocupantes por piso funcional	Nivel de acceso de la unidad de uso más elevada desde planta baja	
	< de 25 metros	≥ de 25 metros
≤ 6	Cabina tipo 1 ó 2	Cabina tipo 1 ó 2
> 6	Cabina tipo 1 ó 2	Cabina tipo 3
En casa de departamentos se consideran 2 personas por dormitorio y 1 por habitación de servicio		

ASCENSORES HIDRÁULICOS

Constan de un equipo bombeador, con el motor y la bomba sumergidos en aceite, con una serie de válvulas que accionan mediante cañerías un pistón o émbolo que sube y baja la cabina.

Este tipo de ascensor es apto para recorridos no mayores de 20 m, o sea aproximadamente 6 paradas, con velocidades pequeñas no mayores de 45 m/min y poseen los mismos dispositivos de seguridad que los convencionales.

En la figura 5-XII, se observa un detalle de las características de este ascensor.

Es un sistema muy silencioso, las vibraciones son prácticamente despreciables, con una aceleración y frenado suave y una exacta nivelación en cada piso. En caso de corte de la energía eléctrica la cabina retorna automáticamente al piso inferior.

La central motriz puede ubicarse en cualquier parte del edificio y no necesariamente en la parte superior del pasadizo. Los sobrerrecorridos inferior y superior pueden ser menores, ya que no existen los contrapesos.

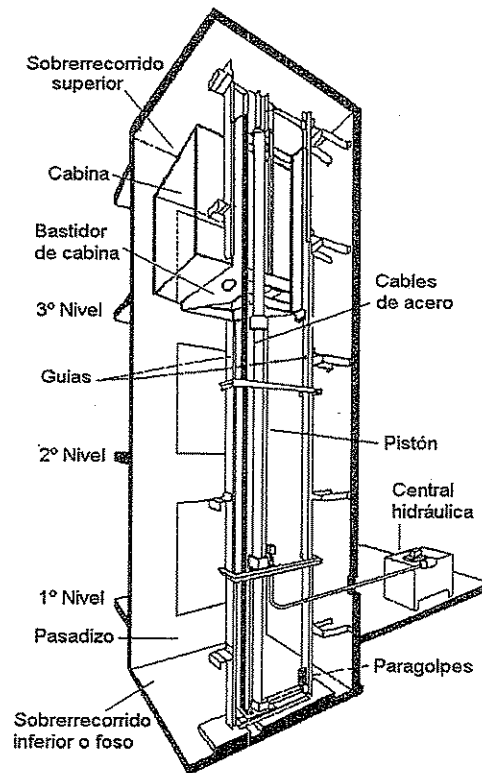


Figura 5-XII. Esquema básico del ascensor hidráulico

CAPITULO XIII

ENERGÍA SOLAR

Ahorro energético

En un edificio bien proyectado y ejecutado, la aplicación de un adecuado aislamiento térmico, una buena orientación, hermeticidad de ventanas y puertas y una eficiente iluminación, implica la utilización de sistemas de climatización más pequeños y las relativas mayores inversiones para las aislaciones, calidad de carpinterías o iluminación, se ve ampliamente compensadas por el menor consumo energético durante toda su vida útil.

Por ello, es prioritario proyectar edificios adaptados al clima exterior, donde el objetivo estético sea conjugado con el confort y el bienestar para obtener el menor consumo de energía. Trabajar con ese objetivo es una prioridad de la realidad actual que estimula a la innovación, por lo que es indispensable que tanto para el proyectista del edificio como el de sus instalaciones, el concepto del ahorro energético constituya un elemento de constante preocupación en el diseño.

ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

El aprovechamiento de la energía solar como fuente de calor está creando una nueva forma de vida y a la vez ha generado una nueva actitud hacia el diseño de la vivienda. Una de las aplicaciones primordiales del aprovechamiento térmico de la energía solar es para la climatización de edificios, definiéndose dos tipo básicos que son el *pasivo* y el *activo*.

Aprovechamiento solar pasivo

Consiste en diseñar los edificios de modo tal que se limite la entrada de calor en verano y la salida del mismo en invierno y a este moderno concepto se lo suele denominar *arquitectura solar o bioambiental*.

Uno de los aspectos importantes a considerar lo constituye el análisis de la trayectoria del sol recorriendo un arco en el cielo, tal cual se observa en la figura 1-XIII.

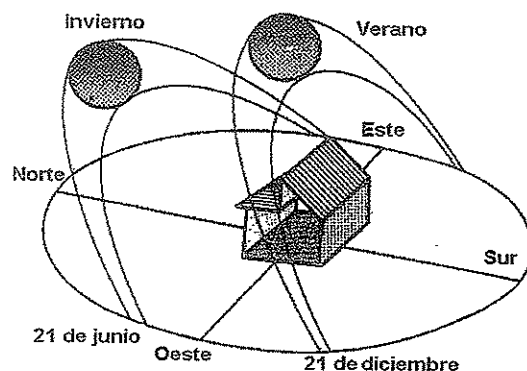


Figura 1-XIII. Recorrido del sol en el cielo

El sol nace al E y se pone al O, pero sólo el 21 de septiembre y el 21 de marzo. Así, en invierno sale al NE y se pone al NO y en verano sale al SE y se pone al SO y por otra parte, en verano al mediodía el sol está más alto que en invierno.

Para aprovechar esa propiedad, un ejemplo elemental lo constituye la utilización de voladizos proyectados de modo de barrer el local con el calor solar, aprovechando que *en invierno el sol está bajo* y reducir su influencia en verano cuando el sol está alto, como puede verse en la figura 2-XIII.

Otra aplicación interesante la constituye el diseño de muros de acumulación, como es el caso del *Muro Trombe* detallado en la figura 3-XIII, donde se observa que la energía solar en forma de luz atraviesa a un vidrio orientado al norte en invierno y calienta el muro almacenando calor. El muro caliente a su vez emite energía radiante pero el vidrio no la deja escapar, *porque es impermeable a las radiaciones de energía calórica no visibles*, denominándose a esta propiedad *efecto invernadero*.

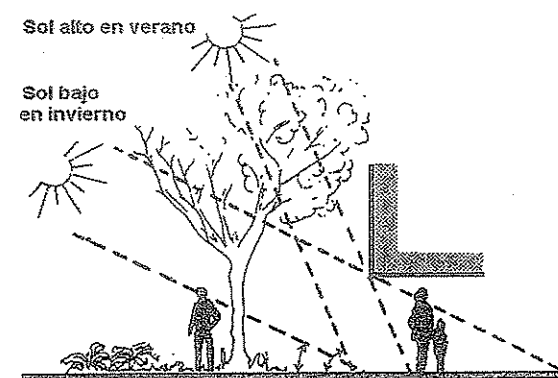


Figura 2-XIII. Aprovechamiento de la altura del sol

Por otra parte el aire que se calienta en el espacio entre el vidrio y el muro, se desplaza de la parte inferior a la superior por convección natural dado que al estar más caliente se alivia y se descarga por la rejilla superior calentando el local. A su vez el calor almacenado en el muro se transmite a la parte interior por conducción, calentando la pared lentamente y emitiendo ese calor almacenado al interior del local durante la noche.

En verano por medio de un voladizo ubicado sobre el vidrio, se trata que el sol que está alto incida en mucha menor proporción. Es muy apropiado la utilización de un árbol de hojas caducas que deja pasar el calor solar en invierno y no en verano.

Además, se aprovecha el efecto de convección natural del aire caliente, accionando la persiana de salida de modo que fluya directamente hacia el exterior, por lo que al reponerse ese el aire que escapa la rejilla inferior del muro, provoca una adecuada ventilación natural del local.

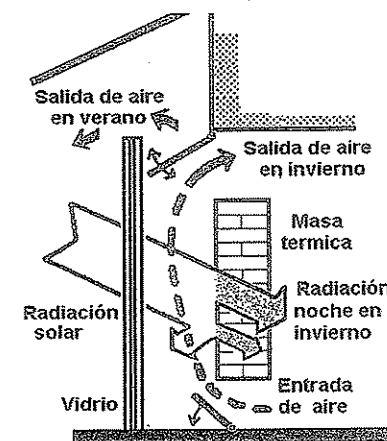


Figura 3-XIII Muro Trombe

Aprovechamiento solar activo

Consiste en emplear dispositivos o elementos diseñados especialmente para la captación y desplazamiento del calor solar generalmente para producción de agua caliente de consumo o calefacción.

PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE

Los sistemas de captación de energía solar para calentamiento del agua destinada al consumo doméstico domiciliario, constituyen una de las mayores aplicaciones de la energía solar. También se emplean en sistemas centralizados de gran envergadura como viviendas colectivas, clubes deportivos, escuelas, etc.

La instalación se compone de tres elementos básicos, los que pueden ser complementados con equipos de bombeo, control y auxiliares. Los mismos, según la figura 4-XIII son los siguientes:

- Colector solar.
- Tanque de almacenamiento de agua caliente.
- Cañerías de vinculación.

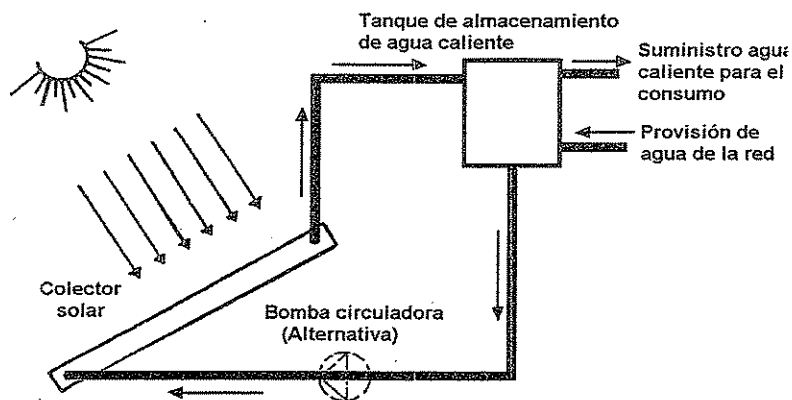


Figura 4-XIII. Esquema básico de un sistema solar para agua caliente

El colector es la parte destinada a captar el calor solar y transferir dicha energía al agua que circula por ellos.

Generalmente para las aplicaciones de producción de agua caliente para el consumo en la que no se requieren altas temperaturas, se emplean colectores planos cuyas características se muestran en la figura 5-XIII.

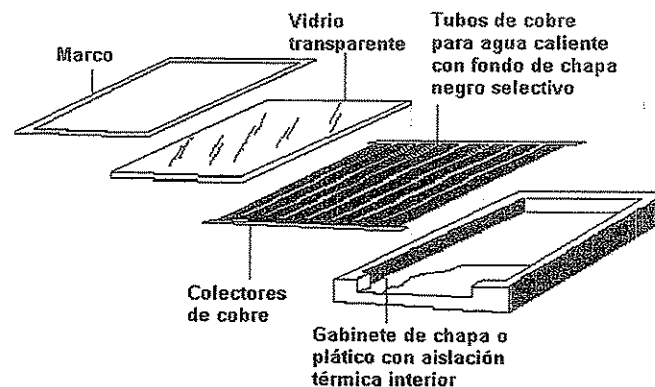


Figura 5-XIII. Detalle de colector solar para calentamiento de agua

La orientación óptima del colector para aprovechar la máxima radiación solar durante todo el año, es hacia el norte con una tolerancia de 20° y una inclinación igual a la latitud del lugar más 10° , como se indica en la figura 6-XIII. Por ejemplo en la Ciudad de Buenos Aires 35° de latitud sur corresponde $35^\circ + 10^\circ = 45^\circ$.

El tanque de almacenamiento de agua caliente solar se diseña para abastecer el consumo en los períodos en que ésta no incide. Debe estar perfectamente aislado a fin de reducir al mínimo las pérdidas de calor, pudiéndose emplear lana de vidrio, mineral, poliestireno expandido, etc.

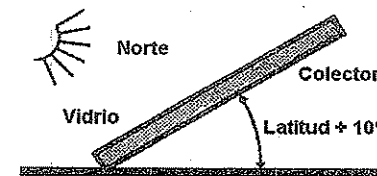


Figura 6-XIII. Orientación e inclinación del colector solar

Las cañerías de vinculación pueden ser metálicas como latón, cobre y hierro galvanizado o plásticas con protección de aluminio. La circulación del agua del colector solar al tanque, puede efectuarse por termosifón o mediante una bomba circuladora.

Los sistemas de termosifón son simples y económicos porque la circulación del agua se realiza debido a la diferencia de pesos específicos entre el agua caliente más liviana de alimentación al tanque de almacenamiento y la más fría y más pesada de retorno al colector. Esa diferencia

de pesos origina una pequeña presión eficaz, la que debe ser suficiente para vencer los frotamientos del agua al circular por las cañerías. Por ello, en estos casos el tanque acumulador debe estar ubicado *por encima del colector* y lo más próximo a él.

En muchos casos se emplea una bomba circuladora, con una más rápida puesta en régimen y donde no existen problemas en cuanto a la ubicación del colector solar con respecto al tanque de almacenamiento.

Por otra parte, según la forma en que se produce la transferencia de calor del agua del colector al tanque, las instalaciones pueden clasificarse en sistemas *directos o indirectos o cerrados*.

En el *sistema directo*, el agua que circula por el colector se utiliza para el consumo, debiéndose construir con materiales y elementos adecuados para no contaminarla.

En el *sistema indirecto o cerrado*, el agua del colector circula separada del agua de consumo mediante un serpentín de transferencia de calor, como se detalla en la figura 7- XIII.

En general estos sistemas se emplean en lugares donde se producen temperaturas de congelamiento durante las noches o donde hay problemas de aguas duras.

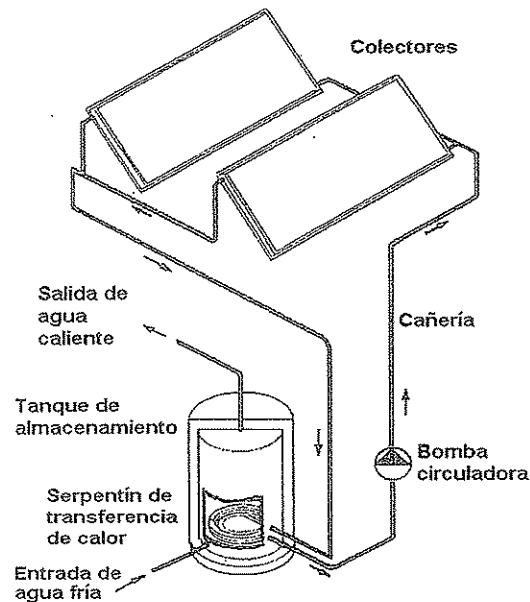


Figura 7-XIII. Sistema indirecto o cerrado

Al transformarse el agua en hielo por las heladas durante la noche aumenta su volumen, lo que origina el deterioro de las cañerías. Para prevenirlo se le agrega al agua del circuito cerrado una solución anti-congelante, o se recurre al *vaciado* del colector solar durante la noche.

Complementación con fuentes auxiliares de energía

En general para mantener el servicio de agua caliente en días nublados o de poca captación solar, se deben complementar estas instalaciones mediante *resistencias eléctricas o quemadores a gas*, los que actúan cuando la temperatura del recipiente acumulador desciende de un valor mínimo prefijado.

Es muy común utilizar directamente un *termotanque de agua caliente a gas* del tipo convencional, el que se complementa con el sistema de captación solar.

Durante los meses de verano, cuando la radiación solar es elevada, generalmente no resulta necesario el funcionamiento del sistema de apoyo.

Equipos integrales

A fin de reducir costos, espacios y simplificar notablemente el montaje, se fabrican *equipos para producción de agua caliente integrales para uso domiciliario*, en los que el tanque de acumulación viene incorporado al colector, diseñados para ubicarlos directamente sobre techo, como se detalla en la figura 8-XIII.

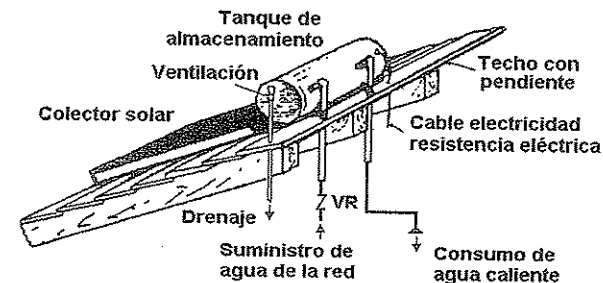


Figura 8-XIII. Termotanque solar integral

En estos sistemas la circulación es por termosifón, ubicándose el tanque de almacenamiento en la parte superior del equipo. Vienen provistos de una resistencia eléctrica de inmersión adicional, para el caso de no contarse con el suministro de calor solar en períodos excepcionales.

CALEFACCIÓN SOLAR

Los proyectos solares de calefacción activos deben *complementarse adecuadamente* con el aprovechamiento pasivo para lograr una mayor eficiencia.

Se pueden emplear *colectores para circular aire caliente*, pero lo más común es el empleo de sistemas como el descrito anteriormente para *generar agua caliente*, que se puede aplicar directamente para instalaciones de calefacción por radiadores, fan-coil, pisos radiantes o aire caliente.

El esquema básico de un sistema de calefacción solar por agua caliente es el que se detalla en la figura 9-XIII.

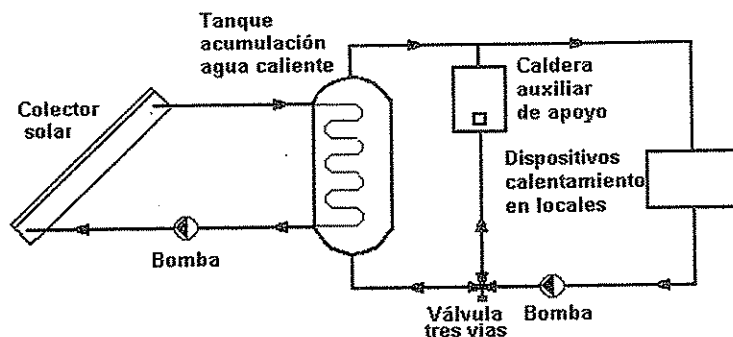


Figura 9-XIII. Esquema básico de un sistema solar para calefacción por agua caliente

Las características de los colectores, su orientación e inclinación, el tanque de almacenamiento y cañerías son similares a los sistemas para generar agua caliente descritos precedentemente.

En la figura 10-XIII se muestra un esquema de una planta solar para un sistema de calefacción por pisos radiantes, que es una de las aplicaciones más apropiada por la baja temperatura del agua que se requiere para su funcionamiento.

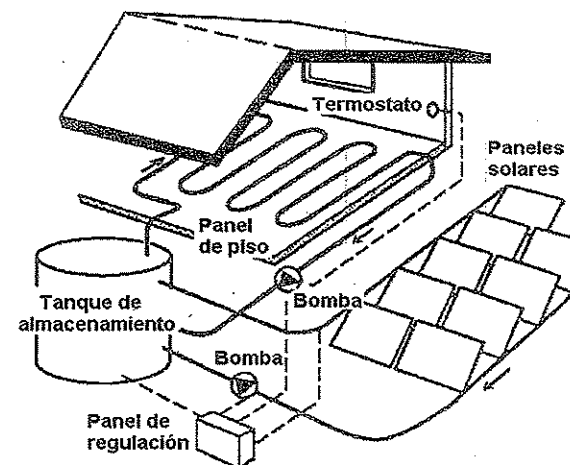


Figura 10-XIII. Calefacción por piso radiante con colectores solares

Calentamiento de agua en piscinas

Otra manera de aprovechar la energía solar es su aplicación al calentamiento de agua para piscinas, cuyo esquema básico de funcionamiento se detalla en la figura 11-XIII.

El agua circula mediante una bomba por los captadores solares y un termostato detiene el funcionamiento de la bomba en el momento que no hay radiación solar.

La piscina recibe a la vez en forma directa el calor solar, lo que significa un aporte térmico adicional, siendo conveniente cubrirla de noche para evitar pérdidas de calor.

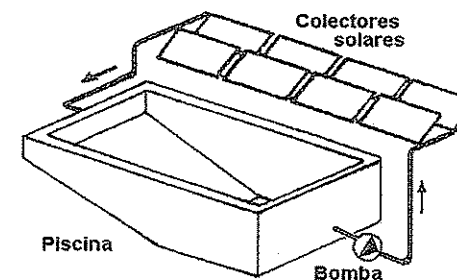


Figura 11-XIII. Detalle de instalación piscina

Este tipo de instalaciones suele complementarse con las de calefacción y de suministro de agua caliente sanitaria.

ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

El *efecto fotovoltaico* convierte la luz solar en energía eléctrica, empleando dispositivos semiconductores llamados *células fotovoltaicas* compuestas por cristales de silicio.

Si se expone una lamina del cristal de silicio a la acción solar, absorbe fotones de luz con suficiente energía como para originar un salto de los electrones de su posición original hacia la superficie de incidencia y al desplazarse generan una zona superior con carga negativa, provocando en la parte inferior que ocupaban la aparición de *huecos* con cargas positivas, tal cual se detalla en el esquema de la figura 12-XIII.

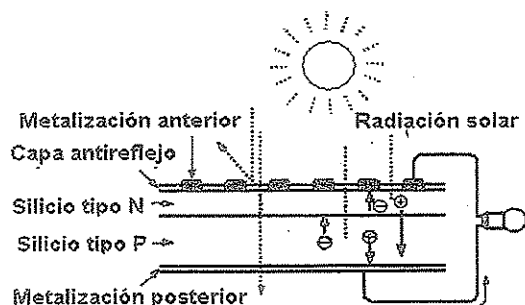


Figura 12-XIII. Efecto fotovoltaico en una célula solar.

Si se unen dichas zonas extremas por medio de un conductor utilizando contactos metálicos adheridos a cada una de las caras de la lámina, el desequilibrio eléctrico origina una pequeña fuerza electromotriz o diferencia de potencial, que hacen circular los electrones para igualar las cargas.

Esas células conectadas eléctricamente entre sí se conforman en *módulos* del voltaje adecuado para su utilización. Normalmente al conjunto formado por varios módulos fotovoltaicos se le denomina *panel fotovoltaico*.

Un sistema fotovoltaico destinado a generar corriente continua y alterna, se detalla en el esquema de la figura 13-XIII.

El sistema realiza las siguientes funciones básicas:

- *Captación solar*: mediante un conjunto de paneles fotovoltaicos que captan la radiación solar y la transforman en corriente continua a baja tensión (12 V).
- *Almacenamiento* de la energía eléctrica producida por los paneles en un acumulador o batería, lo que permite disponer de corriente fuera de las horas de luz o días nublados, en un tiempo de autonomía determinado.
- *Regulación* mediante un regulador de carga, cuya misión es evitar sobrecargas o descargas excesivas del acumulador, que le produciría daños irreversibles y asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficiencia.
- *Distribución y consumo* para satisfacer las necesidades eléctricas del sistema ya sea utilizándola directamente en corriente continua o empleando un *inversor* para transformar la corriente continua de 12 V almacenada en el acumulador, en corriente alterna para consumo en 220 V.

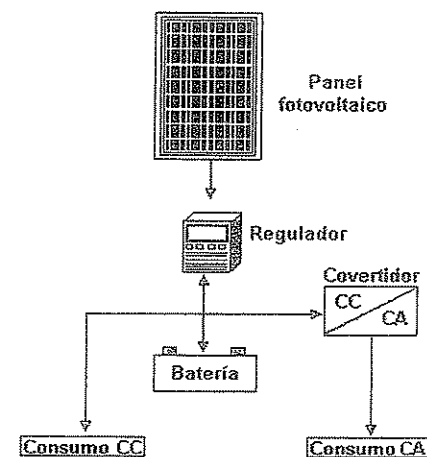


Figura 13-XIII. Sistema fotovoltaico

ENERGÍA EÓLICA

El calor del sol es la fuerza que impulsa al viento, elevando la temperatura de la atmósfera pero no en forma uniforme, de modo que cuando el aire está caliente asciende por convección natural al pesar menos y el sitio que deja libre lo ocupa el aire frío, produciéndose de esa manera el desplazamiento del aire.

Para aprovechar la energía del viento es importante saber la velocidad y su regularidad en la zona de emplazamiento, porque de ella depende la potencia que puede ser obtenida por los dispositivos de aprovechamiento, siendo los más comunes para aplicaciones en edificios los aerogeneradores para generar electricidad o los molinos para extracción de agua y los extractores de aire eólicos.

Los aerogeneradores están constituidos por rotores compuestos por palas de materiales livianos y a la vez resistentes, normalmente de poliéster o epoxi reforzados con fibra de vidrio, que tienen un perfil similar al de ala de un avión.

Las palas de los grandes aerogeneradores pueden girar sobre su eje para orientarlas y conseguir la mayor potencia posible en función de la velocidad del viento. Si la velocidad del viento es demasiada elevada, hay que parar el rotor utilizando un freno aerodinámico.

Para aplicaciones puntuales en casas de campo o lugares aislados, se han desarrollado pequeños aparatos donde la energía eléctrica que producen se almacena en baterías, como se observa en la figura 14-XIII.

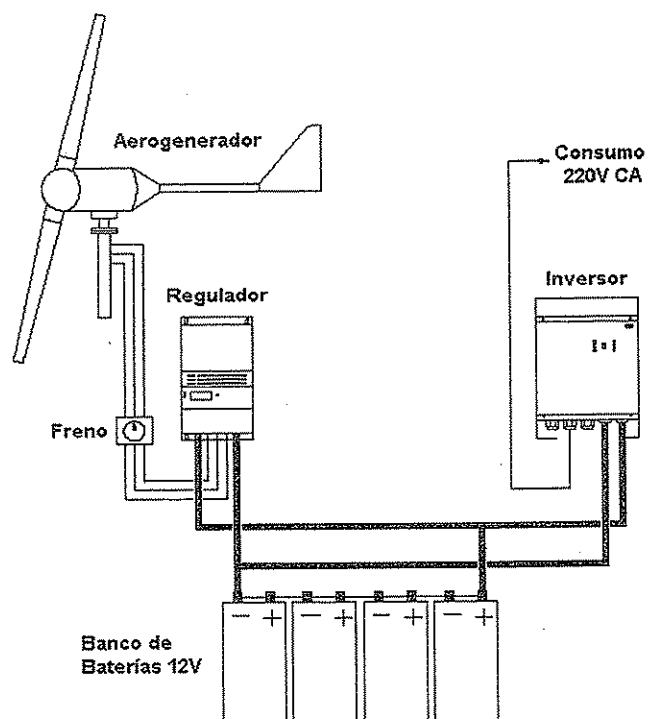


Figura 14-XIII. Sistema aerogenerador

Estas plantas suelen complementarse adecuadamente con un sistema fotovoltaico como el indicado precedentemente, constituyendo lo que se conoce como *sistemas híbridos*.

Análisis económicos

Si bien la energía del sol es gratis, los elementos y mano de obra que se requieren no lo son, por lo que para determinar la conveniencia económica de su aplicación, debe estudiarse el tiempo de retorno del mayor capital invertido.

Se observa en el gráfico de la figura 15-XIII, que si bien es necesario efectuar una mayor inversión inicial representada por la línea horizontal, luego de un tiempo que obviamente debe ser razonable, se recupera el monto invertido representado en la intersección con la línea inclinada.

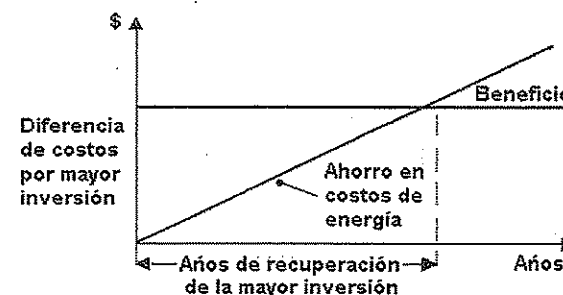


Figura 15-XIII. Gráfico de análisis de inversión

A partir de ese punto se produce un ahorro permanente con respecto a una instalación convencional y en general la inversión casi siempre es económicamente ventajosa.