**CAPÍTULO 2**

1. **FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

En el diseño y cálculo hidráulico de redes para protección de riesgos contra incendio, se necesita conocimientos de mecánica de los fluidos, soldadura, mecánica de los sólidos, y otros complementos teóricos prácticos, que ayudan al diseñador a llevar a culminación un buen proyecto.

Se hará énfasis a muchos temas y axiomas como:

Ecuación de la continuidad, Teorema de Bernoulli, números de Reynolds, formula de Darcy’s, etc.

* 1. **Fundamentos Teóricos de Fluidos**

La mecánica de los fluidos es una ciencia que forma la base de toda técnica. Tiene relación con la estática, cinemática y dinámica de los fluidos, ya que el movimiento de un fluido se produce debido al desequilibrio de las fuerzas que actúan sobre él.

Mecánica de fluidos, es la parte de la [física](http://www.monografias.com/Fisica/index.shtml) que se ocupa de la [acción](http://www.monografias.com/trabajos35/categoria-accion/categoria-accion.shtml) de los fluidos en reposo o en [movimiento](http://www.monografias.com/trabajos15/kinesiologia-biomecanica/kinesiologia-biomecanica.shtml), así como de las aplicaciones y mecanismos de ingeniería que utilizan fluidos. La mecánica de fluidos es fundamental en campos tan diversos como la aeronáutica, la ingeniería [química](http://www.monografias.com/Quimica/index.shtml), civil e industrial, la meteorología, las construcciones navales y la oceanografía.

La mecánica de fluidos puede subdividirse en dos campos principales: la [estática](http://www.monografias.com/trabajos5/estat/estat.shtml) de fluidos, o hidrostática, que se ocupa de los fluidos en reposo, y la [dinámica](http://www.monografias.com/trabajos34/cinematica-dinamica/cinematica-dinamica.shtml) de fluidos, que trata de los fluidos en movimiento. El término de [hidrodinámica](http://www.monografias.com/trabajos35/hidrostatica-hidrodinamica/hidrostatica-hidrodinamica.shtml) se aplica al flujo de líquidos o al flujo de los [gases](http://www.monografias.com/trabajos13/termodi/termodi.shtml#teo) a baja [velocidad](http://www.monografias.com/trabajos13/cinemat/cinemat2.shtml#TEORICO), en el que puede considerarse que el [gas](http://www.monografias.com/trabajos10/gase/gase.shtml) es esencialmente incompresible. La aerodinámica, o dinámica de gases, se ocupa del [comportamiento](http://www.monografias.com/trabajos16/comportamiento-humano/comportamiento-humano.shtml) de los gases cuando los cambios de velocidad y [presión](http://www.monografias.com/trabajos11/presi/presi.shtml) son lo suficientemente grandes para que sea necesario incluir los efectos de la compresibilidad.

Entre las aplicaciones de la mecánica de fluidos están la propulsión a chorro, las turbinas, los [compresores](http://www.monografias.com/trabajos6/turbo/turbo.shtml) y las bombas. La hidráulica estudia la utilización en ingeniería de la presión del agua o del [aceite](http://www.monografias.com/trabajos35/obtencion-aceite/obtencion-aceite.shtml).

El movimiento de un fluido se llama flujo. El flujo de un fluido puede clasificarse de muchas maneras tales como:

El flujo turbulento es el más frecuente en las aplicaciones prácticas de la ingeniería, en este tipo de fluido las partículas se mueven siguiendo trayectorias muy irregulares. Las partículas implicadas en el movimiento pueden tener tamaños pequeños hasta muy grande.

En el fluido turbulento la pérdida de energía mecánica varía aproximadamente con el cuadrado de la velocidad.

En el flujo laminar las partículas del fluido se mueven a lo largo de las trayectorias lisas en capas o laminas, deslizándose una capa sobre la adyacente. El flujo laminar cumple con la ley de Newton de la viscosidad.

En el flujo laminar la pérdida de energía mecánica varía aproximadamente con la primera potencia de la velocidad, además no es estable cuando la viscosidad es pequeña, o grande la velocidad o el caudal y se rompe transformándose en turbulento.

La capa de fluido en la inmediata vecindad de un contorno de flujo real, en que se ve afectada la velocidad relativa respecto al contorno por la cortadura viscosa, es lo se llama capa límite. Las capas límites dependen de su longitud, la viscosidad del flujo próximo a ellas y la rugosidad del contorno, de allí que pueden ser laminares o turbulentas.

En los cálculos del movimiento de un fluido, la viscosidad y la densidad son las propiedades del fluido que más se utilizan.

Un fluido es una substancia que se deforma continuamente cuando se somete a una tensión de cortadura, por muy pequeña que esta sea.

Una fuerza cortante es la componente tangente a la superficie de la fuerza y esta fuerza dividida por el área de la superficie, es la tensión de cortadura media sobre el área considerada



**FIGURA 2.1 DEFORMACIÓN RESULTANTE DE LA APLICACIÓN DE UNA FUERZA DE CORTADURA CONSTANTE**



Si 

(2.1.1.) Ley de Newton de la viscosidad

Los fluidos pueden clasificarse en Newtonianos y no Newtonianos.

En los primeros existe una relación lineal entre la tensión de cortadura y la velocidad de deformación resultante, de allí que (µ es constante en la ecuación 2.1.1)

En los fluidos no Newtonianos no existe tal relación lineal.

Los gases y los líquidos ligeros se aproximan a los fluidos Newtonianos, mientras que los líquidos pesados y los gases en las cercanías de sus puntos críticos no son Newtonianos

El fluido ideal es el que carece de rozamiento y es incompresible, y no debe confundirse con un gas perfecto. Un fluido sin rozamiento es el que se supone tiene viscosidad nula y sus procesos de flujos son reversibles y está representado por el eje de la ordenada.

* + 1. **Generalidades y Propiedades Físicas**

La naturaleza del movimiento de un fluido real es muy compleja.

Las leyes fundamentales del movimiento de un fluido no son   
 completamente conocidas, por lo que se necesita recurrir a la experimentación. De allí que combinando el análisis basado en principios de la mecánica y de la termodinámica con la experimentación ordenada, ha sido posible construir eficientes maquinas y grandes estructuras hidráulicas.

Entre las propiedades de los fluidos tenemos:

1. Viscosidad es una [propiedad](http://www.monografias.com/trabajos16/romano-limitaciones/romano-limitaciones.shtml) distintiva de los fluidos. Está ligada a la [resistencia](http://www.monografias.com/trabajos10/restat/restat.shtml) que opone un fluido a deformarse continuamente cuando se le somete a un esfuerzo de corte. Esta propiedad es utilizada para distinguir el comportamiento entre fluidos y sólidos. Además los fluidos pueden ser en general clasificados de acuerdo a la relación que exista entre el esfuerzo de corte aplicado y la velocidad de deformación.

La Ley de la viscosidad de Newton Ec. (2.1.1) establece que para una velocidad angular de deformación dada del fluido, la tensión de cortadura es directamente proporcional a la viscosidad.

La resistencia de un fluido a la tensión de cortadura depende de la cohesión y grado de transferencia de cantidades de movimiento de sus moléculas. La cohesión parece ser la causa predominante en la viscosidad de un líquido.

De la Ec. (2.1.1) la viscosidad µ es:

Viscosidad absoluta o dinámica = (2.1.1.a)

Respecto a las unidades la viscosidad absoluta se expresa:

En el sistema técnico en Kg.sg/m2 y en el c.g.s en poise o centipoise.

1. La Viscosidad Cinemática () es el cociente de la viscosidad dinámica por la densidad e interviene en muchas aplicaciones como, por ejemplo en el número de Reynolds, que es

(2.1.1b)

Para la viscosidad cinemática las unidades se expresan:

En el sistema U.T.M es 1m²/sg y en el c.g.s se llama stoke.

1. Densidad () es la masa por unidad de volumen.

Sus unidades son UTM/m³ y Kg masa/m³

1. Volumen específico (Vs) es el inverso de la densidad, es decir el volumen que ocupa por unidad de masa.

 (2.1.1.c)

1. Peso específico () de una sustancia es su peso por unidad de volumen.

 (2.1.1.d)

El peso específico cambia con la situación, dependiendo de la gravedad. (g).

1. La densidad relativa (S) de una sustancia es la relación de su peso y el peso de un volumen igual de agua en condiciones normales.

También puede ser la relación entre la densidad, o peso específico y la del agua.

1. Presión (P) en un punto es el límite del cociente de la fuerza normal por el área, cuando el área tiende a cero en el punto.

La presión tiene unidades de fuerza por unidad de área como: Kg/cm², Kg/m², pies, m, lbs. /pulg².

* + 1. **Ecuación de la Continuidad**

Un sistema se refiere a una masa determinada de material y se diferencia del resto, que se lo conoce generalmente como medio ambiente.

Los contornos de un sistema forman una superficie cerrada, y esta superficie puede variar con el tiempo, de manera que contenga la misma masa durante los cambios de su condición.

El principio de la conservación de la masa establece que la masa del interior de un sistema permanece constante con el tiempo, es decir: 

Normalmente se expresa el segundo principio de Newton del movimiento para un sistema de la forma siguiente:



El volumen de control es una región fija del espacio y es útil en el análisis donde el movimiento se presenta dentro y fuera del espacio fijo. El contorno del volumen de control es su superficie de control. El tamaño y la forma del volumen de control son totalmente arbitrarios, pero con frecuencia se hace coincidir en parte con contornos sólidos.

Para flujo permanente en tubo corriente, la masa que atraviesa por segundo una sección del tubo es ().

= =

Si se considera constante la densidad sobre la sección recta de una serie de tubos de corriente adyacentes, entonces:



Si Q =AV (Flujo de volumen)



Para flujo permanente e incompresible

Q = (2.1.2.a)

Que es una forma muy útil de la ecuación de la continuidad.

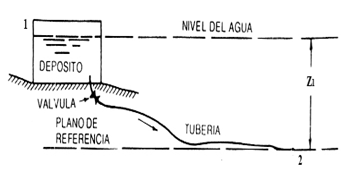
* + 1. **Ecuación de la Energía General “Teorema de   
        Bernoulli”**

El teorema de Bernoulli es una aplicación de la ley de la conservación de la energía, o el flujo de fluidos en un conducto. La energía total en puntos particulares, arriba de un plano horizontal referencial, es igual a la suma del cabezal de elevación, el cabezal de presión y el cabezal de velocidad y se expresa así:

 (2.1.3.a)

En este caso no se consideran las pérdidas de fricción por ser despreciables, pero en el caso práctico en que estas pérdidas (hl) en que los incrementos o decrecimientos de energía son valiosos, deben ser incluidas en la ecuación de Bernoulli.

Entonces un balance de energía debe ser escrito para 2 puntos dados de un fluido, de acuerdo a la ecuación anterior y figura siguiente:



**FIGURA 2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA APLICACIÓN DEL TEOREMA DE BERNOULLI A UN DEPÓSITO CON UNA TUBERÍA**

* + 1. **Números de Reynolds**

El número de Reynolds relaciona la densidad, viscosidad, velocidad y dimensión típica de un flujo en una expresión adimensional, que interviene en numerosos problemas de dinámica de fluidos. Dicho número o combinación adimensional aparece en muchos casos relacionado con el hecho de que el flujo pueda considerarse laminar (número de Reynolds pequeño) o turbulento (número de Reynolds grande). Desde un punto de vista matemático el número de Reynolds de un problema o situación concreta se define por medio de la siguiente fórmula:

 (2.1.4.a)

Si el número de Reynolds es menor que 2000 el flujo es laminar.

Si el número de Reynolds es mayor que 4000 el flujo es turbulento.

Entre 2000 y 4000 es la zona crítica en que el flujo puede ser laminar o turbulento, dependiendo de muchas condiciones a variar que se presenten.

* + 1. **Fórmula de Darcy’s y Factor de Fricción**

El factor de fricción o coeficiente de resistencia de Darcy-Weisbach (f) es un parámetro adimensional que se utiliza para calcular la pérdida de carga en una tubería debida a la fricción.

El cálculo del factor de fricción y la influencia de dos parámetros (número de Reynods Re y rugosidad relativa εr) depende del régimen de flujo.

La ecuación general de la caída de presión, conocida como fórmula de DARCY’S y expresada en pies de fluido, es:

 (2.1.5.a)

Esta ecuación puede ser escrita para expresar la caída de presión en lbs, por pulgadas cuadradas, una vez que se haga las sustituciones de unidades apropiadas:

 (2.1.5.b)

La ecuación de DARCY’S es válida para flujo laminar o turbulento en una tubería.

El factor de fricción (f), es determinado experimentalmente.

El factor de fricción para Re <2000, flujo laminar es una función del número de Reynolds.

El factor de fricción para Re>4000, además de su función del número de Reynolds lo es de las características de la pared de la tubería.

En la región crítica de Reynolds entre 2000 y4000, f además depende del cambio de sección, dirección de flujo y obstrucciones cómo válvulas flujo arriba. De allí que el factor de fricción es indeterminado, puede ser valor bajo si el flujo es laminar o valor alto si el flujo es turbulento.

Para flujo laminar (Re<2000) el factor de fricción puede encontrarse de la ecuación:

 (2.1.5.c)

Al sustituir en la [Ec. 2.1.5.b] de caída de presión (lbs. / )

 (2.1.5.d)

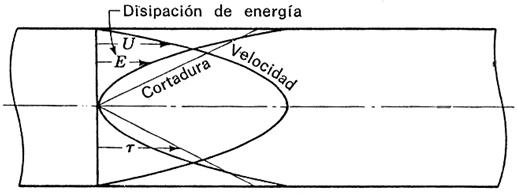
Para flujo turbulento (Re>4000) el factor de fricción que además depende de la rugosidad relativa , en que rugosidad () de las paredes del tubo, D diámetro del tubo.

La característica de la superficie interna de la tubería comercial es prácticamente independiente, la rugosidad de las paredes tiene mayor efecto en el factor de fricción en los tamaños de tuberías de menor diámetro.

* + 1. **Ecuación de Poiseuille**

Después de un análisis y aplicación de las ecuaciones de movimiento y de la energía, se deduce una expresión de las pérdidas para flujo laminar unidimensional. En un flujo permanente en tubo no hay incremento de energía cinética, por lo que en flujo horizontal la caída de presión representa el trabajo realizado por el fluido por unidad de volumen, y que se convierte en energía térmica por acción de la tensión viscosa.

**** (2.1.6.a)



**FIGURA 2.3 DISTRIBUCIÓN DE LA VELOCIDAD, CORTADURA Y PÉRDIDAS EN UN TUBO REDONDO**

De la Fig. (2.3) en que se observa la distribución de la velocidad, la cortadura y las pérdidas en un tubo redondo.

La velocidad máxima (µ máx.) viene dada para r = 0, por:

 (2.1.6.b)

Como la distribución de la velocidad es un paraboloide de revolución Fig. (2.3), su volumen es la mitad del cilindro circunscrito, por tanto la velocidad media es la mitad de la 

 (2.1.6.c)

Si el caudal 

 (2.1.6.d)

Si para un tubo horizontal h=constante; escribiendo la caída de presión  en la longitud L



Si se utiliza el diámetro D del tubo en lugar del radio se tiene que:

Caudal  (2.1.6.e)

Velocidad media  (2.1.6.f)

Caída de presión o pérdida de energía por unidad de volumen

 (2.1.6.g)

De lo anterior se deduce que la rugosidad del tubo no entra en las ecuaciones.

Siendo la ecuación de Poiseulle la siguiente:

 (2.1. 6.e)

* + 1. **Longitud Equivalente L/D**

Los datos de pruebas de pérdidas de presión para una variedad amplia de válvulas y accesorios son valiosos por el trabajo de numerosos investigadores. Estudios extensos en este campo han sido llevados por Laboratorios, pero por el tiempo consumido y la naturaleza costosa de cada prueba, es imposible tener datos de cada tamaño y tipo de válvulas y accesorios.

En la ecuación de DARCY´S para pérdidas en tuberías rectas:



La razón L/d es lo que se llama longitud equivalente en diámetro de tuberías rectas, que puede ocasionar la misma caída de presión como la obstrucción en la misma condiciones.

El valor de L/D para algunas válvulas y accesorios puede necesariamente variar inversamente con el cambio del factor de fricción (f) para diferentes condiciones de flujo.

* + 1. **Coeficiente de Resistencia (K)**

SI  (2.1.8.a)

Donde K es el coeficiente de resistencia y es definido como el número del cabezal de velocidad debido a pérdidas en válvulas o accesorios. En la mayoría de válvulas y accesorios la pérdida debido a la fricción, resulta de la longitud actual de la ruta de flujo y en menor grado debido a obstrucciones en las rutas, cambio de dirección de flujo en las rutas, etc.

El coeficiente de resistencia K podría teóricamente ser una constante para todos los tamaños de un diseño dado de válvulas en líneas y accesorios, si todos los tamaños fueran geométricamente similar.

Cuando un sistema contiene más de un tamaño de tubería, válvulas o accesorios, se aplica una ecuación que expresa todas las resistencias K en términos de un tamaño cuya resistencia es conocida o está establecida de acuerdo a una lista comercial para tuberías de acuerdo a su número de célula.

 (2.1.8.b)

El índice (b) se refiere a una resistencia para un tamaño ya establecido, mientras que el índice (a) define K y d, para la tubería de otro tamaño que se desea encontrar.

* + 1. **Coeficiente de Flujo (Cv)**

El coeficiente de flujo Cv de una válvula es definido como el flujo de agua a 60°F, en galones por minuto a una caída de presión de 1 libra por pulgada cuadrada a través de una válvula.

Por sustitución apropiada de las unidades equivalente en la ecuación de DARCY’S, se demuestra que:

 (2.1.9.a)

Además la cantidad de galones por minuto para productos de baja viscosidad que atraviesan la válvula se determina por:

 (2.1.9.b)

A su vez la caída de presión será:

 (2.1.9.c)

* 1. **Flujos de Líquido**

Cualquiera que sea la naturaleza del flujo, todas las situaciones de flujos están sometidas a los principios fundamentales siguientes:

* Los principios de Newton del movimiento se deben cumplir para toda partícula y en cualquier instante.
* La ecuación de la continuidad, es decir la ley de la conservación de la masa.
* El primer y segundo principio de la termodinámica.
* Las condiciones de contorno, como el que dice que “los fluidos no pueden penetrar un contorno”.
* Puede intervenir la ecuación de Newton de la viscosidad.

Además se va a enumerar términos técnicos importantes que nos ayudarán a comprender el flujo de fluidos.

* Se dice que un fluido es permanente cuando las propiedades del fluido y las condiciones del movimiento en cualquier punto, no cambian con el tiempo, se cumple .

Es decir que la densidad ρ, la presión p y la temperatura T, no cambian con el tiempo t en cualquier punto, así



* Un flujo no permanente es cuando las condiciones en cualquier punto cambian con el tiempo 
* El flujo es uniforme cuando en cualquier punto del fluido el vector velocidad es idéntico, es decir con igual modulo, dirección y sentido en un instante dado, y se expresa por para t=cte.
* El flujo es no uniforme cuando el vector velocidad varía en un instante dado de un punto a otro .
* El flujo es unidimensional si desprecia las variaciones o cambio de velocidad, presión etc., transversales a la dirección de flujo Ej. Flujo en una tubería
  + 1. **Flujo en Tuberías**

En el movimiento permanente e incompresible se expresan las irreversibilidades en función de la pérdida de energía, o caída de la línea de altura piezométrica.

La línea de altura piezométrica está dada por encima del centro de la tubería, y si Z es la altura del cambio de la tubería, entonces Z +  es la altura de un punto de línea de altura piezométrica. Las pérdidas o irreversibilidades, ocasionan que esta línea caiga en la dirección del movimiento.

Conocida la formula de DARCY'S para pérdida de energía mecánica en flujo permanente de un fluido en tubería, para los cálculos respectivos es:



Las experiencias demuestran que en flujos permanente la pérdida de energía por unidad de peso:

1. Es, directamente proporcional a la longitud de la tubería.
2. Es, aproximadamente proporcional al cuadrado de la velocidad.
3. Es, aproximadamente inversamente proporcional al diámetro.
4. Depende de las rugosidades de las paredes internas del tubo.
5. Depende de la viscosidad y densidad del fluido.
6. Es independiente de la presión.

Para tuberías lisa  

Para tubería rugosa 

Para un tipo de rugosidad 

Debido a la complejidad de las superficies naturales, MOODY construyó el gráfico más práctico para la determinación del coeficiente f de tuberías comerciales.

Este gráfico es un diagrama de STANTOR que expresa R en función de la rugosidad relativa y del número de Reynolds.

Si la ecuación de Poiseulle para flujo laminar (2.1.6.e) y la velocidad media V es Q/𝜋 r², se tendrá que:



A la vez que , de allí que:







Comparando ecuaciones se deduce que:

 (2.2.1.a)

Esta ecuación se aplica para resolución de sistemas de flujo laminar en tuberías y se usa para todas las rugosidades, pues en flujo laminar la pérdida de energía es independiente de la rugosidad.

* + 1. **Flujo en Válvulas y Accesorios**

Las pérdidas que se presentan en las instalaciones hidráulicas debidos a codos, bifurcaciones, juntas de unión, válvulas etc., se llaman pérdidas menores, aunque en el fondo su valor es muy importante como en el caso de pérdidas debido a la expansión brusca de una tubería.



**FIGURA. 2.4 CONTRACCIÓN BRUSCA EN UNA TUBERÍA**

Si la ecuación para una expansión como la de la Fig. (2.4), se escribe:

 (2.2.2.a)

En que 

Si la expansión brusca de un tubo a un depósito, y la pérdida es , esto es, la energía cinética del tubo se convierte en energía térmica.

La pérdida desde la sesión 1 a la vena contraída es pequeña, comparada con la perdidas entre la sección 0 y la 2, donde la energía cinética se vuelve a convertir en energía de presión, aplicando la Ec. (2.2.2.a) Para la expansión de la Fig. (2.4).



Aplicando ecuación de la continuidad en que  es el coeficiente de contracción, y se calcula que la pérdida vale

 (2.2.2.b)

La pérdida a la entrada de un tubo desde un deposito es 0.5 V²/2g, si la entrada no es abocinada.

Para entrada abocinada, la pérdida varía entre (0.01V²/2g) y (0.05V²/2g.)

Para aperturas reentrante como cuando el tubo penetra dentro del depósito, la pérdida se toma como (1.0V²/2g) para paredes de tubo delgado.

Ver coeficientes de pérdidas K según el caso en:

**TABLA 3**

**COEFICIENTE DE PÈRDIDAS K PARA DIVERSAS TRANSICIONES DE TUBERÍAS.**

|  |  |
| --- | --- |
|  | K |
| Válvula esférica (totalmente abierta) | 10.0 |
| Válvula de ángulo (totalmente abierta) | 5.0 |
| Válvula de seguridad (totalmente abierta) | 25 |
| Válvula de compuerta (totalmente abierta) | 0.91 |
| Codo de retroceso | 2.2 |
| Empalme en T normal | 1.8 |
| Codo 90° normal | 0.90 |
| Codo 90° de radio medio | 0.75 |
| Codo 90° de radio grande | 0.60 |

Las pérdidas menores también se pueden expresar en función de la longitud de tubo equivalente (Le)

Si 

 (2.2.2.c)

Si las válvulas estuvieran clasificadas de acuerdo a la resistencia que ellas ofrecen al flujo, muchas de ellas como las válvulas de bola, purga, mariposa, cuchilla, compuerta; estarían en la clase de baja resistencia. Otras como las de globo y angulares clasifican para clase de alta resistencia.

La pérdida de presión producida por una válvula o accesorio consisten en:

1. Caída de presión dentro de la válvula misma.
2. Caída de presión en el flujo arriba de la tubería en exceso, lo cual podría ocurrir si no hubiera una válvula en la línea. El efecto es pequeño.
3. Caída de presión en el flujo debajo de la tubería en exceso, lo cual podría ocurrir si no hubiera una válvula en la línea. El efecto es mayor.

Para todos los propósitos prácticos, se asume que la caída de presión o cabezal de pérdida debido al flujo de fluidos en el rango turbulento a través de válvulas y accesorios varían como el cuadrado de la velocidad.

* 1. **Selección de Materiales y Accesorios**

La selección de materiales y accesorios: como son tuberías, codos, te, reducciones, válvulas, bridas, etc.; que se emplearán en la construcción del Sistema Contra Incendio, se lo hace en base a normas establecidas para garantizar su calidad, durabilidad y condiciones de trabajos.

Se emplea tuberías de acero al carbono soldadas y sin costuras, que cumplen con la norma ASTM A53.

Respecto a las uniones soldadas que se usan son las que se ajustan a la norma AWS D109.

Las uniones roscadas utilizadas para diámetros menores de 3”, cumplen con las normas ANSI/ASME B1. 201

También se utiliza en la construcción del sistema, uniones VICTAULIC normalizadas por la ULFM.

Las válvulas de compuertas, mariposas, cheques, angulares; también se utilizaron las normalizadas por la ULFM.

A continuación se representará el cuadro de materiales y sus características que se utiliza para la construcción del Sistema Contra Incendio.

**TABLA 4**

**LISTADO DE MATERIALES Y ACCESORIOS SISTEMA CONTRA INCENDIOS**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ITEM** | **MATERIALES** | **Cantidad** | **unid** |
| 1 | Tubo Ø 4" ASTM 53, sch 40 | 45 | unid |
| 2 | Tubo Ø 3" ASTM 53, sch 40 | 51 | unid |
| 3 | Tubo Ø 1 1/2" ASTM 53, sch 40 | 20 | unid |
| 4 | Tubo Ø 1 1/4" ASTM 53, sch 40 | 20 | unid |
| 5 | Tubo Ø 1" ASTM 53, sch 40 | 20 | unid |
| 6 | Tubo ranurado Ø 2 1/2" ASTM 53, sch 40 | 7 | unid |
| 7 | Tubo ranurado Ø 1 1/2" ASTM 53, sch 40 | 2 | unid |
| 8 | Reducción concéntrica Ø4" x Ø3" , sch 40 P/S | 8 | unid |
| 9 | Reducción concéntrica Ø3" x Ø2 1/2" , sch 40 P/S | 9 | unid |
| 10 | Reducción concéntrica Ø2 1/2" x Ø1 1/2", sch 40 P/S | 11 | unid |
| 11 | Brida Ø4" x 150 lbs, sch 40 P/S | 19 | unid |
| 12 | Codo 90° x Ø4", sch 40 P/S | 16 | unid |
| 13 | Codo ranurado 90° x Ø3" UL/FM | 17 | unid |
| 14 | Tee Ø4", sch 40 P/S | 11 | unid |
| 15 | Platina 50 x 6 mm | 3 | unid |
| 16 | Ángulo 50 x 6 mm | 12 | unid |
| 17 | Tubo cuadrado 75 x 75 x 3 mm | 8 | unid |
| 18 | Acople Mecánico Ø3" UL/FM | 84 | unid |
| 19 | Acople Mecánico Ø2 1/2" UL/FM | 76 | unid |
| 20 | Codo ranurado 90° x Ø2 1/2" UL/FM | 16 | unid |
| 21 | Tee ranurada Ø2 1/2" UL/FM | 11 | unid |
| 22 | Cajetín Metálico 700 x 700 x 200 mm | 11 | unid |
| 23 | Válvula Bronce Tipo Angular Ø2 1/2" (hembra-hembra), UL | 11 | unid |
| 24 | Válvula Bronce Tipo Angular Ø1 1/2" (hembra-hembra), UL | 11 | unid |
| 25 | Extintor PQS Tipo ABC 10 lbs | 11 | unid |
| 26 | Manguera Ø1 1/2" x 15 mt con acoples | 11 | unid |
| 27 | Niple Bronce contra incendio Ø1 1/2" | 11 | unid |
| 28 | Pitón Ø 1 1/2" D propósito 305 | 11 | unid |
| 29 | Válvula Siamesa Ø4" x Ø2 1/2" x Ø2 1/2" | 1 | unid |
| 30 | Válvula Cheque Ø4" | 1 | unid |
| 31 | Válvula de Compuerta bridada Ø4" UL/FM | 3 | unid |
| 32 | Pernos Ø5/8" x 4" con tuerca | 152 | unid |
| 33 | Pernos de expansión Ø3/8" x 4" | 60 | unid |
| 34 | Pernos de expansión Ø1/2" x 4" | 44 | unid |
| 35 | Abrazaderas tipo U para tubo Ø4" | 40 | unid |
| 36 | Abrazaderas tipo U para tubo Ø3" | 40 | unid |
| 37 | Tee ranurada Ø3" UL/FM | 11 | unid |
| 38 | Rociador Abierto Tipo colgante Ø 1/2" | 180 | unid |
| 39 | Pintura esmalte rojo brillante | 16 | galón |
| 40 | Pintura anticorrosiva gris | 16 | galón |
| 41 | Diluyente laca | 16 | galón |
| 42 | Desoxidante | 8 | galón |
| 43 | Barra roscada 3/8" x 2 metros | 120 | unid |
| 44 | Colgante para tubo 3" | 25 | unid |
| 45 | Colgante para tubo 4" | 15 | unid |
| 46 | Prensa para soporte colgante | 160 | unid |
| 47 | Accesorio T mecanica ranurada 3" x 1 1/2" | 60 | unid |
| 48 | Colgante para tubo 1 1/2" | 60 | unid |
| 49 | Colgante para tubo 1/2" - 1" | 60 | unid |
| 50 | Union extendida 3/8" | 160 | unid |
| 51 | Threat Oulet 1/2" | 180 | unid |
| 52 | Reducción campana concentrica 1 1/4" x 1" p/s | 60 | unid |
| 53 | Reducción campana concentrica 1 1/2" x 1 1/4" p/s | 60 | unid |
| 54 | Codo 90° x Ø1", sch 40 P/S | 60 | unid |

* 1. **El Agua y El Fuego**
     1. **El Fuego**

El fuego es una reacción exotérmica auto alimentada con presencia de un combustible en una fase sólida, líquida y/o gaseosa. El proceso está generalmente (aunque no necesariamente) asociado con la oxidación de un combustible por el oxígeno atmosférico con emisión de luz. Una combustión confinada con una súbita elevación de presión constituye una explosión.

La ignición constituye el fenómeno que inicia la combustión autoalimentada. Los incendios se diferencian de las explosiones en que surgen en casos donde el combustible y el oxidante no están previamente mezclados.

Para resumir, se cita a continuación los principales fundamentos de la ciencia del fuego:

1. Para que surja la combustión, se necesita un agente oxidante, un material combustible y un foco de ignición.
2. Para inflamar o permitir la propagación de la llama, hay que calentar el material combustible hasta su temperatura de ignición provocada.
3. La combustión continuará hasta que se consuma el material combustible o la concentración del producto oxidante descienda por debajo de la necesaria para permitir la combustión.

A continuación se definen algunos conceptos básicos relacionados con la combustión:

* **Combustión:** Es una reacción química de óxido-reducción de un material combustible con el oxígeno, en presencia de calor donde la llama, incandescencia o el humo pueden o no estar presentes.
* **Fuego:** Es el proceso de combustión que se caracteriza por la presencia de llama y/o humo.
* **Incendio:** es el proceso de fuego cuando éste se propaga de una forma incontrolada en el tiempo y espacio.
* **Punto de inflamación:** Es la mínima temperatura a la cual un líquido inflamable/combustible emite vapores en cantidad suficiente como para formar mezclas inflamables con el aire, cerca de la superficie del líquido.

La combustión da como producto:

1. Gases del fuego,
2. Llamas,
3. Calor y
4. Humo.

Todos estos productos se producen en diversos grados en todos los fuegos.

**Gases del Fuego:** La principal causa de pérdidas de vidas en los incendios es la inhalación de gases y humo caliente, tóxico y deficiente en oxígeno. La cantidad y el tipo de gases del fuego que se encuentren presentes durante y después de un incendio, varían en gran medida de acuerdo con la composición química del material quemado, la cantidad de oxígeno disponible y la temperatura. El efecto de los gases tóxicos y el humo en las personas dependerán del tiempo que éstas permanezcan expuestas a ellos, de la concentración de los gases en el aire y de la condición física de la persona. En un incendio suele haber varios gases. Los que comúnmente se considera tales son: monóxido de carbono, bióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, bióxido de azufre, amoniaco, cianuro de hidrógeno, cloruro de hidrógeno, bióxido de nitrógeno, acroleína y fosgeno.

**Llama:** La combustión o quemado de los materiales en una atmósfera rica en oxígeno suele ir acompañada de llamas. Es por esto que las llamas se consideran un producto propio, característico de la combustión. Las quemaduras pueden ser consecuencia del contacto directo con la llamas o del calor irradiado de las mismas. Son raras las ocasiones en que las llamas se separan una distancia apreciable de los materiales de combustión.

**Calor:** El calor es el producto de la combustión más responsable de la propagación del fuego. La exposición al calor de un incendio afecta a las personas en proporción directa a la distancia de la exposición y a la temperatura del calor. Los peligros de exponerse al calor de un incendio varían desde las lesiones menores hasta la muerte. La exposición al aire caliente aumenta el pulso cardíaco y provoca deshidratación, cansancio, obstrucción del tracto respiratorio y quemaduras.

**Humo:** El humo es una materia que consiste en partículas sólidas muy finas y vapor condensado. Los gases del fuego provenientes de combustibles comunes, como la madera, contienen vapor de agua, bióxido de carbono y monóxido de carbono. Estos gases suelen salir del combustible con la velocidad suficiente para acarrear gotitas de alquitrán inflamables que parecen humo. Las partículas de carbón se forman a partir de la descomposición de estos alquitranes, éstos también se encuentran presentes en los gases del fuego provenientes de quemar productos del petróleo, en particular de aceites y destilados pesados.

* + 1. **El Agua**

El agua es y ha sido durante mucho tiempo, el agente más corriente en la extinción de incendios. El efecto de extinción del agua se basa en el enfriamiento del material combustible, por debajo de su temperatura de ignición. El calor que se quita de la fuente del fuego es absorbido por el agua y se disipa parcialmente con el calor. Sin embargo, el problema para su empleo radica en que esta se escurre en gran proporción.

Las propiedades físicas que hacen del agua un excelente agente extintor son:

1. A temperatura estable es un líquido pesado y relativamente estable.
2. Una libra de hielo, al derretirse en agua, a 0°C absorbe 143.4 BTU (151.3KJ), que es calor de fusión del hielo.
3. Se requiere 1 Btu para elevar la temperatura de 1 libra de agua 1°F, que es el calor específico del agua. Por lo tanto, elevar la temperatura de 1 Libra de agua desde 32 a 212°F, requiere 180 Btu.
4. El calor latente de vaporización del agua, es decir, convertir 1 Libra de agua en vapor, a una temperatura constante es 970.3 Btu por Libra a presión constante.
5. Cuando el agua pasa de líquido a vapor, su volumen, a presión atmosférica, aumenta 1600 veces aproximadamente. Este gran volumen de agua (vapor saturado) desplaza un volumen igual del aire (oxígeno) disponible para mantener la combustión.

A parte del agua, no hay otro agente extintor tan corriente que posea todas estas características.

Al combatir un incendio se persigue, como objetivo, obtener su extinción en la forma más rápida posible y con la menor cantidad de agua. Esto apunta a utilizar, de modo efectivo, la menor cantidad de agua de la reserva, y limitar los daños que ésta produce. Durante siglos, el método empleado ha sido dirigir un chorro compacto de agua desde una distancia segura hacia la base del fuego; sin embargo, un método más eficaz consiste en aplicar agua en forma pulverizada, lo que aumenta el efecto refrigerante del agua y la conversión de agua en vapor.

* 1. **Resistencia al fuego de diversos materiales**

La resistencia al fuego se define como la capacidad que posee un elemento expuesto al mismo, para que durante el tiempo establecido, mantenga su estabilidad, no emita gases inflamables por la cara no expuesta al fuego, que sea estanco a las llamas o gases calientes y que evite que se produzcan, en la cara no expuesta, temperaturas más altas a las establecidas en las Normas correspondientes.

Esta parte está dedicada a los riesgos de incendio que presentan los distintos tipos de materiales, ya que mostrará que la solución a los problemas de incendio se centra en evitar que se produzca la ignición y si ésta tiene lugar, minimizar las proporciones del fuego.

Las medidas de acciones pasivas, que siempre se deben de considerar en la construcción de cualquier edificación, son acciones orientadas a que un edificio, dentro de una arquitectura y uso determinado, presente mayor resistencia a que se generen incendios y, en todo caso, a reducir la velocidad de propagación de los mismos.

Bajo este concepto, los materiales incombustibles y los no inflamables (placas de yeso laminado, perfiles metálicos, lanas de vidrio y de roca) juegan un papel importante según dos aspectos diferentes de comportamiento ante el fuego de los materiales y de los elementos constructivos del edificio.

La conocida clasificación “M” indica la capacidad relativa de los materiales para favorecer el inicio o desarrollo de un incendio, según las normas UNE.

La clase MO significa que el material no es combustible, la clase MI indica un material combustible pero no inflamable, las clases M2, M3 y M4 significan productos con un grado de inflamabilidad creciente; como por ejemplo:

* Hay placas de yeso laminado M-0 incombustible, y otras M-1 no inflamables.
* Las lanas minerales son de naturaleza M-0, como material inorgánico.

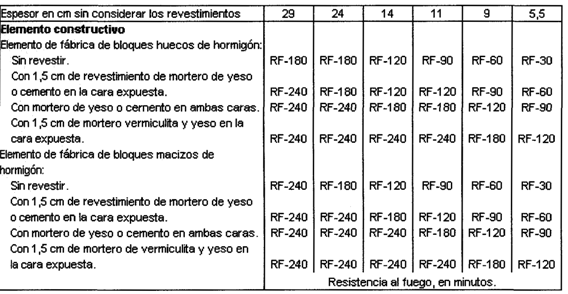
Hay dos aspectos a tener en cuenta a la hora de evaluar el comportamiento ante el fuego de los materiales: el poder calorífico de los mismos (es decir, la capacidad de emitir gases tóxicos).

En este punto es importante destacar el rol importante que juegan las placas de yeso laminado ya que tienen un poder calorífico bajo, es decir, se calientan muy poco en la cara opuesta a la expuesta; y debido a su capacidad de retención de humedad, comienza por desprenderla, con lo cual tarda un tiempo prolongado en causar el calor. Las placas de yeso laminado, al contener solamente yeso en su alma, son totalmente ecológicas y solamente desprenden vapor de agua retenido en su interior. El yeso no se quema y por lo tanto no desprende humo.

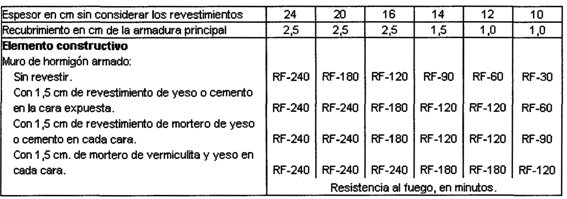
A continuación se detallan algunos de los elementos estructurales y no estructurales, usados en la construcción, con su valor de Resistencia al Fuego (RF)

**TABLA 5**

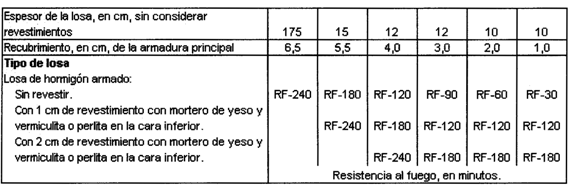
**RESISTENCIA AL FUEGO DE MURO DE FÁBRICA DE BLOQUE DE HORMIGÓN**



**TABLA 6**

**RESISTENCIA AL FUEGO DE MUROS DE HORMIGÓN ARMADO**

**TABLA 7**

**RESISTENCIA AL FUEGO DE LOSAS MACIZAS DE HORMIGÓN ARMADO**

* 1. **Transmisión de calor**

El calor puede transferirse de tres formas: por conducción, por convección y por radiación.

**CONDUCCIÓN**

En los sólidos, la única forma de transferencia de calor es la conducción. Si se calienta un extremo de una varilla metálica, de forma que aumente su temperatura, el calor se transmite hasta el extremo más frío por conducción. No se comprende en su totalidad el mecanismo exacto de la conducción de calor en los sólidos, pero se cree que se debe, en parte, al [movimiento](http://www.monografias.com/trabajos15/kinesiologia-biomecanica/kinesiologia-biomecanica.shtml) de los electrones libres que transportan energía cuando existe una diferencia de temperatura. Esta [teoría](http://www.monografias.com/trabajos4/epistemologia/epistemologia.shtml) explica por qué los buenos conductores eléctricos también tienden a ser buenos conductores del calor. En 1822, el matemático francés Joseph [Fourier](http://www.monografias.com/trabajos-pdf/analisis-fourier/analisis-fourier.shtml) dio una expresión [matemática](http://www.monografias.com/Matematicas/index.shtml) precisa que hoy se conoce como [ley](http://www.monografias.com/trabajos4/leyes/leyes.shtml) de Fourier de la conducción del calor. Esta ley afirma que la [velocidad](http://www.monografias.com/trabajos13/cinemat/cinemat2.shtml#TEORICO) de conducción de calor a través de un cuerpo por unidad de sección transversal es proporcional al gradiente de temperatura que existe en el cuerpo (con el signo cambiado).

El factor de proporcionalidad se denomina conductividad térmica del material. Los [materiales](http://www.monografias.com/trabajos14/propiedadmateriales/propiedadmateriales.shtml) como el [oro](http://www.monografias.com/trabajos35/oferta-demanda-oro/oferta-demanda-oro.shtml), la plata o el [cobre](http://www.monografias.com/trabajos13/tramat/tramat.shtml#COBRE) tienen conductividades térmicas elevadas y conducen bien el calor, mientras que materiales como el [vidrio](http://www.monografias.com/trabajos11/vidrio/vidrio.shtml), el amianto tienen conductividades cientos e incluso miles de veces menores; conducen muy mal el calor, y se conocen como aislantes. En [ingeniería](http://www.monografias.com/trabajos14/historiaingenieria/historiaingenieria.shtml) resulta necesario conocer la velocidad de conducción del calor a través de un sólido en el que existe una diferencia de temperatura conocida. Para averiguarlo se requieren [técnicas](http://www.monografias.com/trabajos6/juti/juti.shtml) [matemáticas](http://www.monografias.com/Matematicas/index.shtml) muy complejas, sobre todo si el proceso varía con el [tiempo](http://www.monografias.com/trabajos901/evolucion-historica-concepciones-tiempo/evolucion-historica-concepciones-tiempo.shtml); en este caso, se habla de conducción térmica transitoria. Con la ayuda de ordenadores ([computadoras](http://www.monografias.com/trabajos15/computadoras/computadoras.shtml)) analógicos y digitales, estos [problemas](http://www.monografias.com/trabajos15/calidad-serv/calidad-serv.shtml#PLANT) pueden resolverse en la actualidad incluso para cuerpos de [geometría](http://www.monografias.com/trabajos28/geometria/geometria.shtml) complicada.

**CONVECCIÓN**

Si existe una diferencia de temperatura en el interior de un líquido o un gas, es casi [seguro](http://www.monografias.com/trabajos5/segu/segu.shtml) que se producirá un movimiento del fluido. Este movimiento transfiere calor de una parte del fluido a otra por un proceso llamado convección. El movimiento del fluido puede ser [natural](http://ads.us.e-planning.net/ei/3/29e9/cfa010f10016a577?rnd=0.9989576140551009&pb=a6a7bf3aa0d4a236&fi=70d6e2db23553c2b) o forzado. Si se calienta un líquido o un gas, su [densidad](http://www.monografias.com/trabajos5/estat/estat.shtml) (masa por unidad de [volumen](http://www.monografias.com/trabajos5/volfi/volfi.shtml)) suele disminuir. Si el líquido o gas se encuentra en el campo gravitatorio, el fluido más caliente y menos denso asciende, mientras que el fluido más frío y más denso desciende. Este tipo de movimiento, debido exclusivamente a la no uniformidad de la temperatura del fluido, se denomina convección natural. La convección forzada se logra sometiendo el fluido a un gradiente de presiones, con lo que se [fuerza](http://www.monografias.com/trabajos12/eleynewt/eleynewt.shtml) su movimiento de acuerdo a las [leyes](http://www.monografias.com/trabajos4/leyes/leyes.shtml) de la [mecánica](http://www.monografias.com/trabajos12/moviunid/moviunid.shtml) de fluidos.

Por ejemplo, se calienta desde abajo una cacerola llena de agua. El líquido más próximo al fondo se calienta por el calor que se ha transmitido por conducción a través de la cacerola. Al expandirse, su densidad disminuye y como [resultado](http://ads.us.e-planning.net/ei/3/29e9/cfa010f10016a577?rnd=0.9989576140551009&pb=243cb444b1020c19&fi=70d6e2db23553c2b) de ello el agua caliente asciende y parte del fluido más frío baja hacia el fondo, con lo que se inicia un movimiento de circulación. El líquido más frío vuelve a calentarse por conducción, mientras que el líquido más caliente situado arriba pierde parte de su calor por radiación y lo cede al [aire](http://www.monografias.com/trabajos/aire/aire.shtml) situado por encima. De forma similar, en una cámara vertical llena de gas, como la cámara de aire situada entre los dos paneles de una ventana con doble vidrio, el aire situado junto al panel exterior —que está más frío— desciende, mientras que al aire cercano al panel interior —más caliente— asciende, lo que produce un movimiento de circulación.

El calentamiento de una habitación mediante un radiador no depende tanto de la radiación como de las corrientes naturales de convección, que hacen que el aire caliente suba hacia el techo y el aire frío del resto de la habitación se dirija hacia el radiador. Debido a que el aire caliente tiende a subir y el aire frío a bajar, los radiadores deben colocarse cerca del [suelo](http://www.monografias.com/trabajos6/elsu/elsu.shtml) (y los aparatos de aire acondicionado cerca del techo) para que la [eficiencia](http://www.monografias.com/trabajos11/veref/veref.shtml) sea máxima. De la misma forma, la convección natural es responsable de la ascensión del agua caliente y el vapor en las [calderas](http://www.monografias.com/trabajos5/aguacald/aguacald.shtml) de convección natural, y del tiro de las chimeneas. La convección también determina el movimiento de las grandes masas de aire sobre la superficie terrestre, la [acción](http://www.monografias.com/trabajos35/categoria-accion/categoria-accion.shtml) de los vientos, la formación de nubes, las corrientes oceánicas y la transferencia de calor desde el interior del Sol hasta su superficie.

**RADIACIÓN**

La radiación presenta una diferencia fundamental respecto a la conducción y la convección: las sustancias que intercambian calor no tienen que estar en contacto, sino que pueden estar separadas por un vacío. La radiación es un término que se aplica genéricamente a toda [clase](http://www.monografias.com/trabajos901/debate-multicultural-etnia-clase-nacion/debate-multicultural-etnia-clase-nacion.shtml) de fenómenos relacionados con [ondas](http://www.monografias.com/trabajos5/elso/elso.shtml#ondas) electromagnéticas. Algunos fenómenos de la radiación pueden describirse mediante la teoría de ondas, pero la única explicación general satisfactoria de la radiación electromagnética es la teoría cuántica. En 1905, Albert Einstein sugirió que la radiación presenta a veces un [comportamiento](http://www.monografias.com/trabajos16/comportamiento-humano/comportamiento-humano.shtml) cuantizado: en el efecto fotoeléctrico, la radiación se comporta como minúsculos proyectiles llamados fotones y no como ondas. La [naturaleza](http://www.monografias.com/trabajos36/naturaleza/naturaleza.shtml) cuántica de la energía radiante se había postulado antes de la aparición del artículo de Einstein, y en 1900 el físico alemán Max Planck empleó la teoría cuántica y el formalismo matemático de la [mecánica](http://www.monografias.com/trabajos35/newton-fuerza-aceleracion/newton-fuerza-aceleracion.shtml) [estadística](http://www.monografias.com/trabajos15/estadistica/estadistica.shtml) para derivar una ley fundamental de la radiación. La expresión matemática de esta ley, llamada [distribución](http://www.monografias.com/trabajos11/travent/travent.shtml) de Planck, relaciona la intensidad de la energía radiante que emite un cuerpo en una longitud de onda determinada con la temperatura del cuerpo. Para cada temperatura y cada longitud de onda existe un máximo de energía radiante. Sólo un cuerpo ideal (cuerpo negro) emite radiación ajustándose exactamente a la ley de Planck. Los cuerpos reales emiten con una intensidad algo menor.

La contribución de todas las longitudes de onda a la energía radiante emitida se denomina [poder](http://www.monografias.com/trabajos35/el-poder/el-poder.shtml) emisor del cuerpo, y corresponde a la cantidad de energía emitida por unidad de superficie del cuerpo y por unidad de tiempo. Como puede demostrarse a partir de la ley de Planck, el poder emisor de una superficie es proporcional a la cuarta [potencia](http://www.monografias.com/trabajos14/trmnpot/trmnpot.shtml) de su temperatura absoluta. El factor de proporcionalidad se denomina constante de Stefan-Boltzmann en honor a dos físicos austriacos, Joseph Stefan y Ludwig Boltzmann que, en 1879 y 1884 respectivamente, descubrieron esta proporcionalidad entre el poder emisor y la temperatura. Según la ley de Planck, todas las sustancias emiten energía radiante sólo por tener una temperatura superior al cero absoluto. Cuanto mayor es la temperatura, mayor es la cantidad de energía emitida. Además de emitir radiación, todas las sustancias son capaces de absorberla. Por eso, aunque un cubito de hielo emite energía radiante de forma continua, se funde si se ilumina con una lámpara incandescente [porque](http://ads.us.e-planning.net/ei/3/29e9/cfa010f10016a577?rnd=0.9989576140551009&pb=8c103ab72c96de56&fi=70d6e2db23553c2b) absorbe una cantidad de calor mayor de la que emite.

Las superficies opacas pueden absorber o reflejar la radiación incidente. Generalmente, las superficies mates y rugosas absorben más calor que las superficies brillantes y pulidas, y las superficies brillantes reflejan más energía radiante que las superficies mates. Además, las sustancias que absorben mucha radiación también son buenos emisores; las que reflejan mucha radiación y absorben poco son malos emisores. Por eso, los utensilios de cocina suelen tener fondos mates para una buena absorción y paredes pulidas para una emisión mínima, con lo que maximizan la transferencia total de calor al contenido de la cazuela.

Algunas sustancias, entre ellas muchos [gases](http://www.monografias.com/trabajos13/termodi/termodi.shtml#teo) y el vidrio, son capaces de transmitir grandes cantidades de radiación. Se observa experimentalmente que las propiedades de absorción, reflexión y transmisión de una sustancia dependen de la longitud de onda de la radiación incidente. El vidrio, por ejemplo, transmite grandes cantidades de radiación ultravioleta, de baja longitud de onda, pero es un mal transmisor de los rayos infrarrojos, de alta longitud de onda. Una consecuencia de la distribución de Planck es que la longitud de onda a la que un cuerpo emite la cantidad máxima de energía radiante disminuye con la temperatura. La ley de desplazamiento de Wien, llamada así en honor al físico alemán Wilhelm Wien, es una expresión matemática de esta [observación](http://www.monografias.com/trabajos11/metcien/metcien.shtml#OBSERV), y afirma que la longitud de onda que corresponde a la máxima energía, multiplicada por la temperatura absoluta del cuerpo, es igual a una constante, 2.878 micrómetros-Kelvin. Este hecho, junto con las propiedades de transmisión del vidrio antes mencionadas, explica el calentamiento de los invernaderos. La energía radiante del Sol, máxima en las longitudes de onda visibles, se transmite a través del vidrio y entra en el invernadero. En [cambio](http://www.monografias.com/trabajos2/mercambiario/mercambiario.shtml), la energía emitida por los cuerpos del interior del invernadero, predominantemente de longitudes de onda mayor, correspondiente al infrarrojo, no se transmiten al exterior a través del vidrio. Así, aunque la temperatura del aire en el exterior del invernadero sea baja, la temperatura que hay dentro es mucho más alta porque se produce una considerable transferencia de calor neta hacia su interior.

Además de los procesos de transmisión de calor que aumentan o disminuyen las temperaturas de los cuerpos afectados, la transmisión de calor también puede producir cambios de fase, como la [fusión](http://www.monografias.com/trabajos54/modelo-acuerdo-fusion/modelo-acuerdo-fusion.shtml) del hielo o la ebullición del agua. En ingeniería, los procesos de transferencia de calor suelen diseñarse de forma que aprovechen estos fenómenos. Por ejemplo, las cápsulas espaciales que regresan a la [atm](http://www.monografias.com/trabajos/atm/atm.shtml)ósfera de la [Tierra](http://www.monografias.com/trabajos11/tierreco/tierreco.shtml) a velocidades muy altas están dotadas de un escudo térmico que se funde de forma controlada en un proceso llamado ablación para impedir un sobrecalentamiento del interior de la cápsula. La mayoría del calor producido por el rozamiento con la atmósfera se emplea en fundir el escudo térmico y no en aumentar la temperatura de la cápsula.

* 1. **Métodos para extinguir el fuego**

La falta o eliminación de uno de los elementos que intervienen en la combustión (combustible, comburente, energía de activación y reacción en cadena), daría lugar a la extinción del fuego. Según el elemento que se elimine, aparecerán distintos mecanismos de extinción:

**Método de supresión por enfriamiento**

En la mayoría de los casos, el fuego se extingue cuando la superficie del material en combustión se enfría por debajo de la temperatura a la que se produce suficiente vapor para mantener la combustión.

El enfriamiento superficial no es normalmente efectivo sobre productos gaseosos y líquidos inflamables con punto de inflamación por debajo de la temperatura del agua aplicada. Generalmente, no es recomendable emplear agua para líquidos con punto de inflamación por debajo de 100 ºF (37,8 ºC).

La cantidad de agua necesaria para extinguir un fuego depende del calor desprendido por el mismo. La velocidad de extinción depende de la rapidez en la aplicación del agua, caudal y del tipo que se aplique.

Lo más efectivo es descargar agua de manera que se absorba el máximo calor. El agua absorbe el máximo de calor cuando se transforma en vapor y esto se consigue con mayor facilidad si se aplica pulverizada en vez de un chorro compacto.

Se dispone de bastante información sobre los factores que afectan a la velocidad de absorción de calor y a la vaporización de las gotas de agua. Debido a que estos factores no pueden controlarse estrechamente en la mayoría de los casos, no pueden utilizarse para cálculos exactos en el momento de un incendio.

La aplicación de agua pulverizada se basa en los siguientes principios:

* + 1. La velocidad de transmisión de calor es proporcional a la superficie expuesta de un líquido. Para un volumen dado de agua la superficie aumenta drásticamente si el agua se convierte en gotas.
    2. La velocidad de transmisión de calor depende de la diferencia de temperatura entre el agua y el material en combustión o el aire que le rodea.
    3. La velocidad de transmisión de calor depende del contenido en vapor de aire, especialmente en cuanto a la propagación del fuego.
    4. La capacidad de absorción de calor de agua depende de la distancia recorrida y de su velocidad en la zona de combustión. (En este factor debe tenerse en cuenta la necesidad de descarga de un volumen adecuado de agua sobre el fuego).

Cuando la velocidad de absorción de calor por el agua se acerca al desprendimiento total de calor del fuego, el incendio empieza a estar controlado. Cuando la velocidad de absorción de calor del agua es superior al desprendimiento de calor, ya se tiene la extinción. Otros factores a tener en cuenta para el control y la extinción del fuego son la pérdida de calor por aberturas y a través de las paredes, suelos y techos.

**Tamaño de gota:** Los cálculos demuestran que el diámetro óptimo para la gota del agua es de 0,01 a 0,04 plg. (0,3 a 1,0 mm), y que los mejores resultados se obtienen cuando las gotas son de tamaño uniforme. Actualmente no hay ningún dispositivo de descarga capaz de producir gotas totalmente uniformes, aunque muchos dispositivos de descarga expulsan gotas que son bastantes iguales en una amplia gama de presiones. La gota deberá ser suficientemente grande para poder alcanzar el punto de combustión a pesar de la resistencia del aire, la fuerza opuesta de la gravedad, y cualquier corriente de aire y penacho de la llama. Cuando las gotas de agua son demasiadas pequeñas, pueden verse desviadas por el penacho o evaporarse antes de llegar a la base del fuego.

Mejorar los materiales combustibles es, a menudo, un método empleado para prevenir la ignición de materiales que aún no han quemado. SI los combustibles absorben agua, tardarán más tiempo en arder debido a que el agua deberá evaporarse antes de que se calienten lo suficiente para quemarse.

**Método de supresión por sofocación**

El aire puede desplazarse e incluso suprimirse si se genera suficiente vapor. La combustión de determinados materiales puede extinguirse mediante esta acción sofocante, que se produce con más rapidez si el vapor que se genera puede confinarse, de alguna forma, en la zona de combustión. El proceso de calor mediante vapor termina cuando éste empieza a condensarse, transformación que requiere que el vapor ceda calor. Cuando dicho cambio se produce, se forman nubes visibles de vapor de agua. Si la condensación se produce encima del fuego no tiene efecto enfriador sobre el material en combustión. Sin embargo, el vapor absorbe calor del fuego si se disipa en nubes de vapor de agua encima del mismo.

Los fuegos de materiales combustibles ordinarios se extinguen normalmente por el efecto enfriador de agua, no por sofocación creada por la generación de vapor. Aunque este último puede suprimir las llamas, normalmente no extingue dichos incendios.

El agua puede sofocar el fuego de un líquido inflamable cuando su punto de inflamación esté por encima de 37,8 ºC y su densidad relativa sea mayor que 1,1 y, además no sea soluble en agua. Para conseguir este efecto de la manera eficaz, se le añade normalmente al agua espumante. El agua debe entonces aplicarse a la superficie del líquido de una forma suave.

En aquellos casos en los que la combustión de un material libere de oxigeno, el efecto de sofocación aludido no es posible.

**Método de supresión por emulsificación**

Se logra una emulsión cuando se agitan juntos dos líquidos inmiscibles y uno de ellos se dispersa en el otro. La extinción por este procedimiento se logra aplicando agua a determinados líquidos viscosos inflamables, ya que en el enfriamiento de la superficie de dichos líquidos viscosos, como el fuel-oil número 6, la emulsión aparece en forma de espuma espesa, que retrasa la emisión de vapores inflamables. Debe tenerse cuidado si el procedimiento se aplica a líquidos con cierta profundidad, porque la espumación puede producir el derrame de líquido ardiendo por fuera del recipiente contenedor. Generalmente, para la extinción por emulsionamiento se emplea una pulverización del agua relativamente fuerte y gruesa. Debe evitarse el empleo de chorros compactos que producirían espumaciones violentas.

**Método de supresión por dilución**

Los fuegos de materiales inflamables hidrosolubles pueden extinguirse, en algunos casos, por dilución. El porcentaje de dilución necesario varía ampliamente, al igual que el volumen de agua y el tiempo necesario para la extinción.

Por ejemplo, la dilución puede aplicarse con éxito contra un fuego en un vertido de alcohol metílico o etílico, si se consigue una mezcla adecuada de agua y alcohol; sin embargo, no es práctica común si se trata de depósitos. El peligro de rebose, debido a la gran cantidad de agua que se requiere, y el de espumación, si la mezcla alcanza la temperatura de ebullición del agua, hace que esta forma de extinción sea escasamente efectiva.

* 1. **Clasificación del fuego**

Las diferentes clases de Fuego clasificadas según la Norma NFPA 10 (portable Fire Extinguishers) son:

* **Fuegos de la clase A:** Materiales combustibles ordinarios como madera, tela, papel, caucho y plásticos. Este tipo de fuego se representa con la letra **“A”** dentro de un triángulo color verde.



**FIGURA 2.5 REPRESENTACIÓN DE FUEGO CLASE A**

* **Fuegos de la clase B:** Incendio de líquidos combustibles o inflamables, gases inflamables, grasas y materiales similares. Este tipo de fuego se representa con la letra **“B”** dentro de un cuadrado color rojo.



**FIGURA 2.6 REPRESENTACIÓN DE FUEGO CLASE B**

* **Fuegos de la clase C:** Incendio de equipo eléctrico vivo donde la seguridad del operario exige el uso de agentes extinguidores que no sean conductores eléctricos. Este tipo de fuego se representa con la letra **“C”** dentro de un círculo color azul.



**FIGURA 2.7 REPRESENTACIÓN DE FUEGO CLASE C**

* **Fuegos de la clase D:** Incendio de ciertos metales combustibles como magnesio, titanio, circonio, sodio y potasio; que precisan un medio extinguidor que absorba el calor y que reaccione con los metales que se queman. Este tipo de fuego se representa con la letra **“D”** dentro de una estrella de 5puntas color amarillo.



**FIGURA 2.8 REPRESENTACIÓN DE FUEGO CLASE D**

* **Fuegos de la clase K:** Incendio que se produce y se desarrolla en los extractores y filtros de campanas de cocinas, donde se acumula la grasa y otros componentes combustibles que al alcanzar altas temperaturas produce combustión espontánea. Su símbolo es un cuadrado de color negro con una **“K”** de color blanco en su inferior.
  1. **Clasificación de las ocupaciones según Norma NFPA 13**

Según norma NFPA 13, por el tipo de ocupación se presentan los siguientes riesgos que se refieren únicamente a los requisitos de diseño, instalación y abastecimiento de agua de los rociadores.

La clasificación de las ocupaciones no deberá pretender ser una clasificación general de los riesgos de ocupación.

**Ocupaciones de riesgo ligero.** Las ocupaciones de riesgo ligero deberán definirse como las ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja, y se esperan incendios con bajos índices de liberación de calor.

**Ocupaciones de riesgo ordinario:**

* **Riesgo ordinario (Grupo 1):** Las ocupaciones de riesgo ordinario (grupo 1) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las pilas de almacenamiento de combustibles no superan los 8 pies (2,4 m), y se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado.
* **Riesgo ordinario (Grupo 2):** Las ocupaciones de riesgo ordinario (grupo 2) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es de moderada a alta, donde las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor moderado no superan los 12 pies (3,66 m), y las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor no superan los 8 pies (2,4 m).

**Ocupaciones de riesgo extra.**

* **Ocupaciones de riesgo extra (Grupo 1):** Las ocupaciones de riesgo extra (grupo 1) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son muy altas y hay presentes polvos, pelusas y otros materiales, que introducen la probabilidad de incendios que se desarrollan rápidamente con elevados índices de calor pero con poco o ningún líquido inflamable o combustible.
* **Ocupaciones de riesgo extra (Grupo 2):** La ocupaciones de riesgo extra (grupo 2) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones con cantidades desde moderada hasta considerables de líquidos inflamables o combustibles, u ocupaciones donde el escudados de los combustibles es extenso.

**TABLA 8**

**GUÍA BÁSICA PARA COMBATES DE INCENDIO**

