

53

2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN**

**ALTERNATIVAS DE ALERTAMIENTO EN CASO DE DASASTRES, PARA PERSONAS CON PROBLEMAS AUDITIVOS**

**T E S I S**

**QUE PRESENTA:**

**IVÁN MUÑOZ SOLÍS**

**PARA OBTENER EL TITULO DE**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**ASESOR: ING. GONZALO CARRASCO ORTIZ**



**SAN JUAN DE ARAGÓN EDO DE MÉX.**

**1998**

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

261701



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*Tengo fe en mis ideales  
Esperanza en realizarlos  
Por amor a la humanidad.*

## Índice

<b>Introducción.</b> . . . . .	<b>01</b>
<b>Capítulo I. Los sismos.</b> . . . . .	<b>05</b>
1.1 Descripción general. . . . .	06
1.1.1 Representación gráfica de diferentes tipos de onda. . . . .	10
1.2 Clasificación de los sismos por su intensidad. . . . .	21
1.2.1 Clasificación de los sismos por su origen. . . . .	26
1.3 Instrumentos de medición. . . . .	30
1.4 Características geológicas, zonas de alto y bajo riesgo en el Valle de México. . . . .	33
 <b>Capítulo II. Los incendios.</b> . . . . .	 <b>39</b>
2.1 Descripción general. . . . .	40
2.2 Clasificación de los incendios por su origen. . . . .	50
2.3 Causas del fuego. . . . .	52
2.4 Zonas de alto y bajo riesgo en el Valle de México. . . . .	54
2.5 Tipos de señales. . . . .	58
 <b>Capítulo III. Fundamentos legales.</b> . . . . .	 <b>61</b>
3.1 Secretaría del Trabajo y Previsión Social, como factor fundamental en la prevención de desastres en la industria. . . . .	64
3.2 Secretaría de Gobernación, como factor fundamental en la prevención de desastres en el país. . . . .	81
3.3 La Secretaría de Seguridad Pública y sus funciones. . . . .	87

<b>Capítulo IV. Tipos más comunes de alarmas sísmicas y contra incendios, instaladas en diferentes centros de trabajo. . . . .</b>	<b>92</b>
4.1 Clasificación de las alarmas sísmicas. . . . .	93
4.2 Clasificación de las alarmas contra incendio. . . . .	102
4.3 Datos estadísticos. . . . .	105
<b>Capítulo V. Circuito base para la conexión de la lámpara color café en las alarmas sísmicas. . . . .</b>	<b>116</b>
5.1 Elección del tipo de lámpara. . . . .	121
5.2 Cálculos. . . . .	125
<b>Capítulo VI. Circuito base para la conexión de la lámpara color rojo a las alarmas contra incendios. . . . .</b>	<b>136</b>
<b>Conclusiones. . . . .</b>	<b>146</b>
<b>Apéndice (hoja de datos). . . . .</b>	<b>151</b>
<b>Bibliografía. . . . .</b>	<b>170</b>

## **Introducción**

En las últimas décadas la población del país ha tenido que pagar las graves consecuencias que ocasionan los desastres o siniestros, debido a que estos suelen ser en muchas ocasiones devastadores. La clasificación de los desastres, según su naturaleza, está dentro del marco del Sistema de Nacional de Protección Civil; expresado en un esquema útil para orientar el estudio de los fenómenos destructivos, dicho esquema postula cinco tipos de fenómenos de acuerdo a su propio origen:

**Geológicos.** Se producen por la actividad de las placas tectónicas, fallas continentales y regionales que cruzan y circundan a la República Mexicana. Los principales fenómenos de este tipo son: los sismos, el vulcanismo, los deslizamientos y colapsos de suelo, hundimiento regional, el agrietamiento, los maremotos (tsunamis) y flujos de lodo.

**Hidrometeorológicos.** Esta clase de fenómenos derivan de la acción violenta de los agentes atmosféricos por ejemplo los huracanes, las inundaciones fluviales y pluviales, costeras y lacustres, las tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad, y las temperaturas extremas.

**Químicos.** Se encuentran ligados a la compleja vida de la población, al desarrollo industrial y tecnológico de las actividades humanas, así como al uso de las diversas energías. Afectan generalmente a las grandes concentraciones humanas e industriales. En esta clase están incluidos los incendios, tanto urbanos, domésticos e industriales, como los forestales; radiaciones, fugas tóxicas y envenenamientos masivos.

**Sanitarios.** Se relacionan con el crecimiento de la población y la industria. Sus fuentes se ubican en las grandes concentraciones humanas y vehiculares. Destacan de este grupo entre otros fenómenos, la contaminación del aire, suelo y agua.

**Socio - Organizativos.** Tienen su origen en las actividades de las concentraciones humanas y en el mal funcionamiento de algún sistema de subsistencia que proporciona servicios básicos. Entre las calamidades que presenta este grupo destacan, los desplazamientos mutuarios, las concentraciones masivas de las personas en locales o áreas poco idóneas.

Ante lo anterior el Gobierno Mexicano a través de grandes instituciones públicas y privadas entre ellas la U.N.A.M. han invertido vastos recursos humanos, económicos y tecnológicos para la prevención y mitigación de desastres.

La creación y la innovación de alarmas y sistemas de alertamiento, tanto de fenómenos naturales como de los provocados por el ser humano, han permitido prevenir y mitigar la generación de desastres.

Tomando en cuenta lo anterior, en materia de prevención en el país se ha avanzado mucho en poco tiempo, sólo que los avances se han logrado dejando de lado a las personas físicamente impedidas del sistema auditivo, ya sea temporal o permanentemente, pues las alarmas existentes solamente dan aviso, activando una sirena que emite sonido y éste sólo es captado por personas sin problemas auditivos.

A través del tiempo, los problemas y necesidades de quien vive con una limitación física, mental o sensorial, han registrado importantes luchas sociales que han alcanzado relativo éxito por lograr que la sociedad y sus gobiernos se compenetren y respondan a

los justos reclamos de aquellas personas que sin proponérselo enfrentan una discapacidad.

En base al Programa Nacional para el bienestar e incorporación al desarrollo de las personas con discapacidad, México se enfrenta irreversiblemente a la postura política, social y económica por definir políticas públicas, establecer disposiciones jurídicas determinantes y disponer de recursos económicos y tecnológicos que con realismo y efectividad, procuren en las próximas generaciones revertir este fenómeno que se ha convertido en problema social, para incorporarlos a la sociedad plenamente.

Debido a la gran extensión del tema, en este trabajo de investigación sólo consideramos a los siniestros provocados por los fenómenos geológicos y químicos, de los cuales hacemos un estudio de los sismos y los incendios. Estos últimos considerados como los causantes de las pérdidas más cuantiosas en vidas y recursos materiales que repercuten en el erario del país.

Esta investigación toma en cuenta tanto los aspectos técnicos como el marco jurídico necesario para mejorar los aspectos de prevención y seguridad en la población y en el sector empresarial.

En lo referente al aspecto técnico veremos los orígenes y aspectos generales de los sismos e incendios para entender al máximo el fenómeno y poder dar alternativas de prevención reales y confiables.

En este mismo rubro veremos el funcionamiento del sistema de alarma sísmica y alarmas contra incendio. La adaptación de circuitos electrónicos que permitan su buen funcionamiento.

Por lo que respecta al marco jurídico hacemos referencia a las principales leyes, normas y reglamentos existentes en el país en materia de seguridad e higiene en el trabajo y prevención de siniestros y desastres en el país.

En esta parte algunas de las Normas Oficiales Mexicanas son legisladas para su mejor aplicación y efectividad en el campo laboral.

Finalmente y tomando en consideración los cambios vertiginosos que las sociedades modernas presentan, espero que esta investigación sirva como instrumento de apoyo para quienes pretendan incursionar en esta materia, tan poco apoyada en nuestro país.

# Capitulo I

## **Los sismos**

## I. Los sismos

Sismos o seismo. Palabra de origen griego (seismós derivado de seio = sacudir); que en geología es empleada para referirse a cualquier movimiento repentino o pasajero, o bien, a una serie de movimientos en el subsuelo en una región limitada, a partir de la cual se prolonga en todas direcciones. Éste es el término científico o técnico más adecuado y que usaremos en adelante.

Por otro lado; cabe señalar que se le llama temblor a un sismo de magnitud pequeña que no cause daño alguno, pero un sismo que ocasione daños es denominado comúnmente como terremoto, llamado en ocasiones macro-sismo. Un maremoto, también conocido como tsunami, es un terremoto o deslizamiento de la tierra bajo los océanos. Debido al movimiento del piso oceánico, el agua se mueve generando grandes olas a partir de los alrededores de la fuente del terremoto, las olas provocadas se propagan a través del océano hasta que llegan a las costas. Allí, su altura puede llegar a ser muy alta.

## 1.1 Descripción general

La sismología es la ciencia que se encarga del estudio de los sismos, la fuente que los genera, su origen, su localización, las ondas elásticas que los generan y el medio en que se propagan.

De esta forma antes de entrar en materia es necesario hacer una descripción general de los elementos que integran al propio planeta. Éste se encuentra dividido en varias capas (ver fig. 1.1) de las que destacan para nuestro caso: la atmósfera, hidrosfera, litosfera, biosfera, manto o barisfera y endosfera. Como cada una cuenta con características geológicas muy diferentes entre sí, a continuación son detalladas.

1. **Atmósfera.** Es una capa gaseosa que cubre tanto a la litosfera como la hidrosfera y tiene unos mil kilómetros de espesor.
2. **Hidrosfera.** Constituye el agua que cubre sólo una porción de la litosfera y está confinada a los lagos, corrientes, mares y océanos. Ésta Constituye las  $\frac{3}{4}$  partes de la superficie del planeta, o sea, 361.1 millones de kilómetros cuadrados de la superficie terrestre y tiene un espesor promedio de 3 kilómetros y una densidad de 1.02.
3. **Litosfera.** Es la parte sólida observable de la corteza terrestre y también se encuentra bajo las masas oceánicas y lagos. Tiene una densidad promedio menor de 3, aunque la densidad promedio de la Tierra es de 5.52; por lo tanto, el interior de ésta debe ser más denso que la porción externa (ver fig. 1.1 y 1.2). Las rocas que la constituyen se clasifican en tres tipos: ígneas, sedimentarias y metamórficas (ver fig. 1.3).
  - a) **Ígneas.** Se forman por la cristalización del material fundido de silicatos en la corteza o en la superficie terrestre, arrojado ahí por una erupción volcánica. El

nombre se deriva de la palabra ígneas = ignis, “fuego” de origen latín. Esta roca fundida se le conoce como magma y puede penetrar a regiones donde se están formando montañas y al enfriarse y cristalizarse se forma un basamento de roca ígnea sólida.

b) Sedimentarias. Se forman bajo el agua, en mares, lagos y en depósitos de arena y polvo transformados por el viento. Las rocas sedimentarias comunes incluyen capas de arcilla, lodo, arena y grava que cuando se convierten en rocas duras, después de rellenar los espacios con material cementante, forman lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados respectivamente. El nombre se deriva de la palabra sedimentum = “materia que se asienta” de origen latín.

c) Metafóricas o Metamórficas. Estas han sido afectadas por el calor y la presión, después de haber sido originalmente rocas ígneas o sedimentarias. El nombre de estas rocas se deriva del griego metafórico, “cambio de forma”

4. **Biosfera.** Se considera aquellos lugares de la Tierra donde se desarrolla la vida y corresponde tanto a la hidrosfera como a la parte de la litosfera.
5. **Manto o barisfera.** También llamada capa periodítica o zona intermedia. Su espesor es de 2,900 km aproximadamente. Su densidad es mayor que la de la litosfera y es atribuida, en parte, al aumento proporcional de silicatos de hierro, magnesio y calcio. Según la teoría de la deriva continental el papel de esta capa es el de una cinta transportadora para el movimiento de éstos.
6. **Endosfera.** En ella están comprendidas las partes interiores de la Tierra, formadas por el manto y el núcleo. Su espesor es de 6000 km aproximadamente y se cree que está formado por hierro y níquel, de aquí que la endosfera sea conocida como nife.

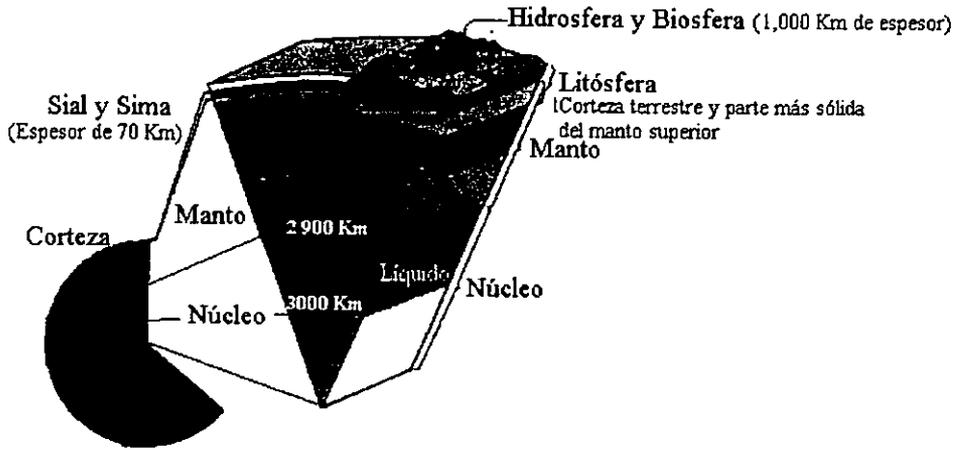


Figura. 1.1. Capas de la Tierra

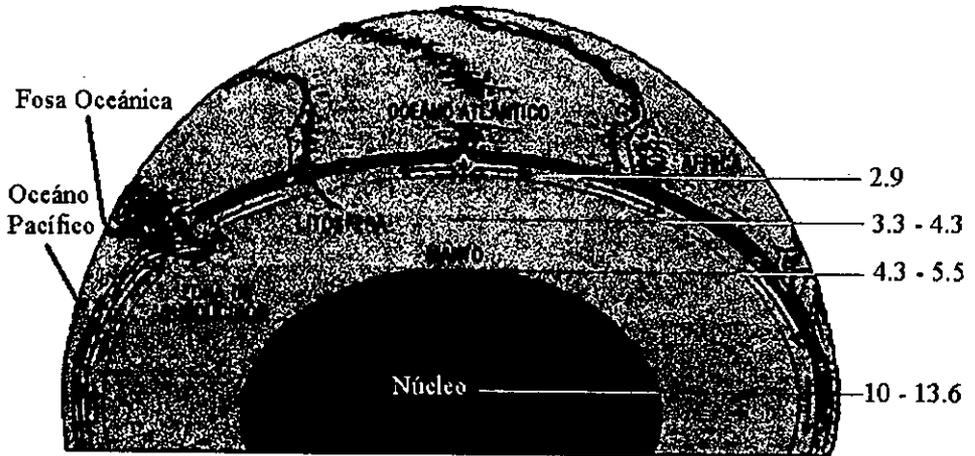


Figura. 1.2. Densidad de las capas de la Tierra

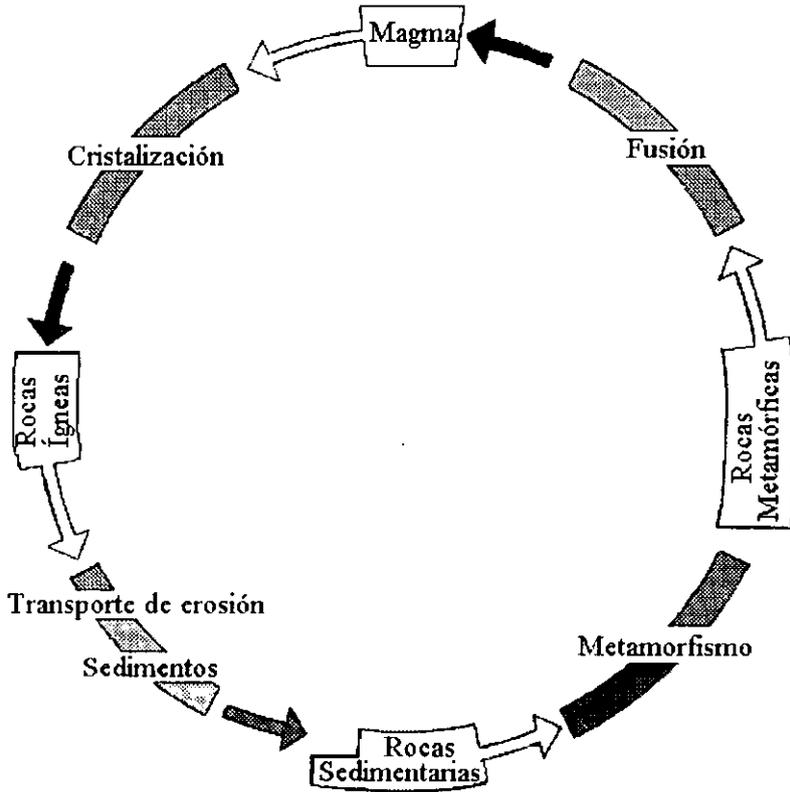


Figura. 1.3. Ciclos de las rocas

### 1.1.1 Representación gráfica de diferentes tipos de onda

Un estudio especial de las diferentes tipos de ondas sísmicas es indispensable porque además de que de ellas depende el tipo de daños y consecuencias que causa un sismo, también pueden dar información acerca de lo que está pasando en la fuente generadora del sismo y el medio en el que se propagan. Con esto es posible tener un mayor criterio en la selección del tipo de instrumento a emplear tanto para medir los sismos como para detectarlos desde su origen.

También es preciso saber previamente qué se entiende por oscilación y cuáles son los parámetros que la definen. Para ello nos auxiliaremos de un péndulo. Éste es empleado en la geología y sismología, ya sea para calcular la gravedad ( $g$ ) en algunos puntos de la Tierra o para utilizarlo en el funcionamiento de algunos sismógrafos.

En la siguiente figura 1.4 se presentan cuatro instantes de movimiento del péndulo. En el instante  $a$  suponemos que el péndulo está sujeto y con cierto ángulo de inclinación sobre la vertical que pasa por el punto de sujeción de la varilla que lo sostiene. Al soltar el péndulo éste inicia su recorrido mismo que culminara hasta el extremo de la derecha (fig. 1.4b) con un ángulo de inclinación menor al inicial. Al alcanzar la posición mostrada en la figura 1.4b el péndulo inicia su recorrido en sentido contrario (fig. 1.4c) hasta alcanzar un punto en el espacio, a la izquierda del punto de reposo, cuyo ángulo siempre será menor a los dos que le anteceden. Nuevamente el péndulo reinicia otro nuevo recorrido en sentido contrario el cual se puede ver en la figura 1.4d.

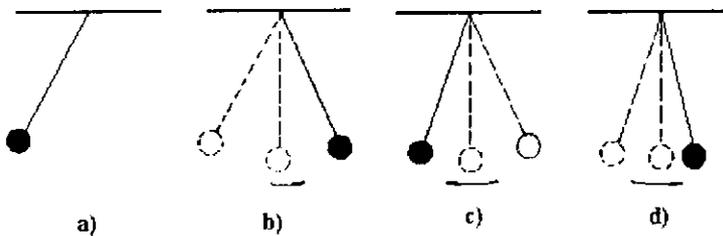


Figura. 1.4. Oscilación mecánica.

Tomando en cuenta lo anterior el péndulo realiza movimientos oscilantes de uno a otro lado de su punto de reposo, cuya amplitud va disminuyendo a medida que pasa el tiempo hasta que deja de oscilar. Es así cuando permanece inmóvil en su punto de reposo.

El movimiento del péndulo expuesto como ejemplo, tiene las siguientes particularidades parecidas a las ondas sísmicas. Más adelante veremos que la velocidad de éstas depende del medio en que se propagan.

1. El movimiento se produce en una misma dirección pero en dos sentidos.
2. Para iniciar la oscilación es preciso aplicar una fuerza.  
 En el péndulo: Actúa la fuerza de gravedad.  
 En el sismo: Actúa un rompimiento, corrimiento etc. de la corteza terrestre.
3. Las oscilaciones no son de amplitud constante, es decir, quedan amortiguadas en transcurso del tiempo .  
 En el péndulo: Debido al rozamiento con el aire.  
 En el sismo: El medio en el que se propagan las ondas.

Para representar gráficamente una oscilación nos auxiliamos de dos ejes coordenados, el eje "X" (abscisa) y el eje "Y" (la ordenada), que dividen a las unidades de magnitud y del tiempo respectivamente.

En la figura 1.5a podemos ver claramente el movimiento del péndulo desde la posición A a la posición B, observándose lo siguiente:

- El péndulo se va acelerando mientras más se acerca al punto B (punto de reposo).
- La magnitud de la oscilación es la distancia que hay entre el origen y el punto A de la ordenada.
- El tiempo transcurrido desde que el péndulo inicia su movimiento (punto A) hasta que alcanza el punto B se inicia en el eje de las abscisas por la distancia que hay entre O y B.

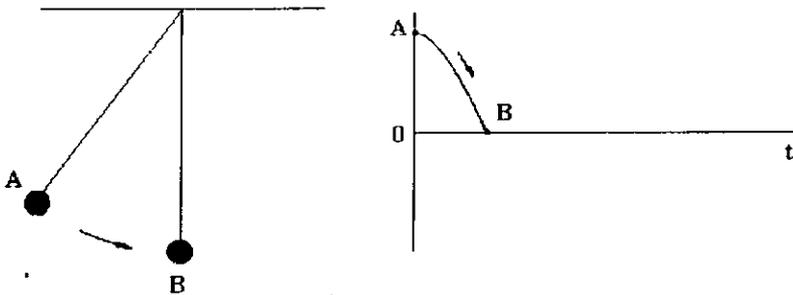


Figura. 1.5a

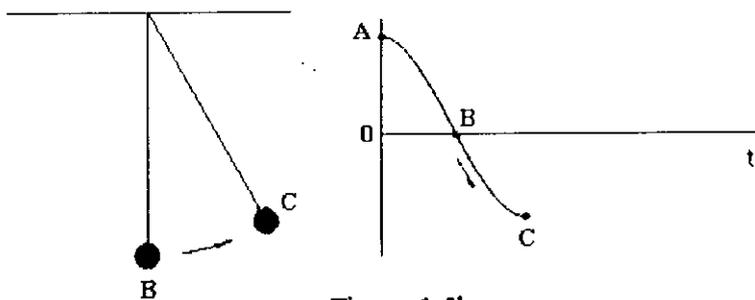


Figura. 1.5b

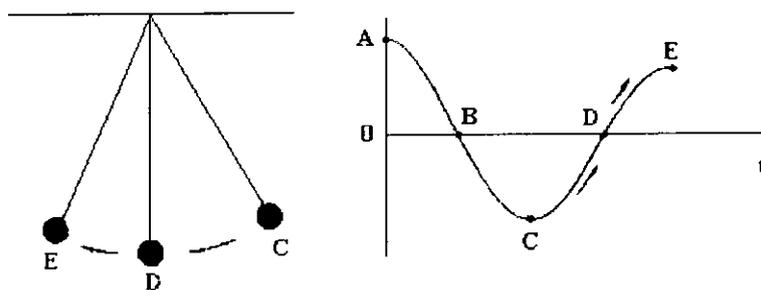


Figura. 1.5c

Cuando el péndulo viaja hacia el punto C (figura 1.5b izquierda), el ángulo de desviación es menor, debido a los motivos antes mencionados; por lo que la amplitud es menor que el caso precedente. Sin embargo el tiempo es el mismo; finalmente en la figura 1.5c se ha dibujado todo el recorrido en el retroceso del péndulo, así como su representación gráfica. Los puntos C, D y E de la curva corresponden exactamente con los puntos C, D y E de posición del péndulo. Es necesario hacer notar las siguientes observaciones:

a) La amplitud disminuye constantemente. La distancia AO es mayor a CO y esta última es mayor a EO.

b) El proceso de aceleración y deceleración sigue las mismas leyes que en los casos

precedentes. Mayor velocidad cuando más cerca del punto de reposo se encuentra y más lento cuando más se aleja de éste.

Una oscilación con estas características recibe el nombre de oscilación amortiguada, ya que las amplitudes disminuyen con el paso de el tiempo. Para que la amplitud del movimiento permanezca constante o aumente es preciso aplicar al péndulo una fuerza capaz de impulsarlo a la derecha e izquierda de su punto de reposo, esto recibirá otro nombre. En los sismos no se presentan ondas de este tipo debido a la gran energía que desatan las fuentes que los generan, pero la forma de onda que generan es similar a la que exponemos para razonamientos prácticos.

Con base a lo anterior será más fácil explicar los parámetros de una onda, figura 1.6.

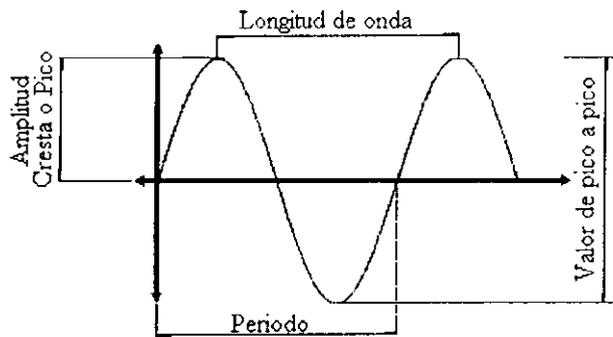


Figura. 1.6. Parámetros de una onda.

El concepto de periodo (figura 1.6) se define como la duración de una oscilación, es decir el tiempo transcurrido desde el inicio de una oscilación hasta su final.

El semiperiodo, o sea la mitad del periodo, se le llama también alternancia correspondiente a la mitad de un periodo. Considerando un periodo como un giro de  $360^\circ$ , podemos establecer las siguientes igualdades:

$$1 \text{ periodo} = 360^\circ = 2\pi$$

$$1 \text{ semiperiodo} = 180^\circ = \pi$$

La longitud de la onda se define como la longitud (en unidades de longitud) que existe entre dos crestas o picos consecutivos.

Frecuencia. Es el número de oscilaciones producidas en la unidad de tiempo (fig. 1.7) y su unidad de medida es el hertz (Hz). Un hertz corresponde a una oscilación en un segundo.

Los periodos se miden también en segundos, existiendo las siguientes relaciones matemáticas entre periodo y frecuencia:  $T = 1/f$ ,  $f = 1/T$ .

Donde:  $T$  = periodo en segundos.

$f$  = frecuencia en hertz.

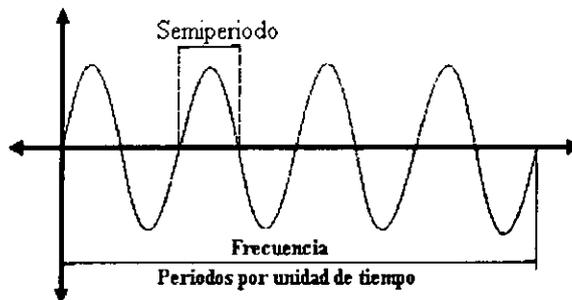


Figura. 1.7

Existen varios tipos de ondas periódicas y aperiódicas cuyo estudio no es de mucho interés en esta investigación, pues sólo queremos llegar a comprender el tipo de onda que genera un sismo y ver sus características. El análisis del comportamiento del péndulo nos permitió observar y entender los parámetros importantes que están presentes en todo tipo de onda.

En el análisis de los sismogramas, los sismógrafos identifican a tres tipos de ondas, para determinar el epicentro y la intensidad del sismo:

- a) Ondas Primarias, Precursoras u Ondas P.
- b) Ondas Secundarias u Ondas S.
- c) Ondas Largas, de superficie u Ondas L.

Ondas primarias. Viajan a través de las capas de la Tierra con velocidades de 8 a 13 km/s, por esta razón son las primeras en llegar a la estación sismográfica (fig. 1.8).

Sus características son las siguientes:

1. Son de pequeña amplitud y de periodo corto (0.5 a 5 segundos entre ondas).
2. La velocidad depende de la densidad, rigidez y compresibilidad del medio en el que se propaga.
3. Se refracta en el medio de baja velocidad, como en los fluidos.

4. Se pueden refractar y regresar a la superficie sin pasar por el centro de la Tierra.

Ondas secundarias u Ondas tangenciales. Viajan atravesando las capa del interior de la Tierra desde luego con una velocidad menor a las ondas P. La velocidad de las ondas secundarias es de 5 a 7 km/h (fig. 1.8). Sus características son las siguientes:

1. Son de mayor amplitud y de períodos más largos.
2. Oscilan como movimientos transversales a la dirección de propagación.
3. El medio en que viajan sufre deformaciones tangenciales de ahí su nombre.

Ondas largas, de superficie u Ondas L. También se les conocen como Ondas Rayleigh de movimiento vertical y Ondas Love de movimiento horizontal. Estos dos nombres corresponden a dos grandes científicos ingleses, Lord Rayleigh (John W. Strutt, 1842 - 1919) y a A. E. H. Love (1863 - 1940), quienes descubrieron la existencia de estas dos ondas. Las ondas P y S se reflejan en la superficie de la Tierra y en otras superficies de su interior.

Las reflexiones en la superficie externa de la Tierra dan origen a las ondas superficiales que viajan por dicha superficie a una velocidad menor que la velocidad de las ondas S. Este tipo de ondas son las antes citadas las ondas Love y Rayleigh. La velocidad de las ondas Love es superior a la de la onda Rayleigh y ambas menores que la de las ondas S (fig. 1.8).

Tanto las ondas Love como las ondas Rayleigh no están formadas por un impulso aislado, como en el caso de las ondas P y S, sino por trenes de o grupos de ondas.

La velocidad de propagación de las ondas sísmicas, que recorren la Tierra en parte como ondas transversales (parecidas a las de la luz) y por otra parte como ondas longitudinales (parecidas a las del sonido), pero que también se mueven a lo largo de la superficie terrestre, depende de las ondas, de la elasticidad y densidad de las rocas atravesadas. Se sabe, por la teoría de la elasticidad, que las ondas longitudinales, en un sólido elástico ideal, se propagan a velocidades que varían proporcionalmente a la resistencia que el sólido opone a la compresión y deformación tangencial y que dichas velocidades son inversamente proporcionales a la densidad del medio.

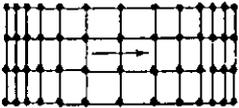
<b>Símbolo</b>	<b>Nombre original</b>	<b>Nombre moderno</b>	<b>Patrón de movimiento</b>	<b>Velocidad en la Tierra, Km/seg.</b>	<b>Se desplazan en:</b>
P	Primaria	Precursoras		8 a 13	<b>Sólidos, líquidos, gases</b>
S	Secundaria	Tangencial		5 a 7	<b>Sólidos</b>
L	Largas	Superficiales		4 a 5	<b>Sólidos, líquidos</b>

Figura. 1.8. Propiedades y características de las ondas sísmicas.

Para entender claramente esta teoría sólo basta tomar una barra de algún material elástico (metal, madera, piedra, etc.) por un extremo y la golpeamos en alguno de sus

extremos, sentiremos que la energía del golpe se transmite a través de la barra y llega a nuestras manos. Esto sucede porque cada parte de la barra se deforma y luego vuelve a su forma original; al deformarse jala o empuja a las partes vecinas, las cuales, a su vez, mueven sus propias partes colindantes, esto ocurre sucesivamente hasta que ocasiona que la deformación viaje a través de toda la barra. Hay que hacer notar que la deformación es la que viaja a través de la barra y no las partículas o partes de la barra, las cuales sólo se desplazan un poco de su posición original y luego vuelven a ella.

Una deformación que viaja a través de un medio elástico se le llama *onda elástica*; y cuando el medio a través del cual se desplaza es la Tierra, se le llama *onda sísmica*.

Como ya explicamos anteriormente las ondas sísmicas se dividen principalmente en dos: ondas P y ondas S (fig. 1.9), siendo las ondas P ondas de compresión, es decir, el material a su paso se comprime y se dilata, lo mismo que sucede con el aire al paso de una onda sonora, a lo que los sismólogos calculan de la siguiente forma su velocidad:

$$V_p = \left( k + \frac{4}{3} \mu \right) / \delta$$

Donde  $k$  es el coeficiente de compresibilidad, es decir, la resistencia que ofrece un cuerpo a que se le comprima. La goma tiene un valor  $k$  pequeño, pues una pequeña presión produce un cambio grande de volumen y un cuerpo totalmente rígido tendría  $k$  igual a infinito.

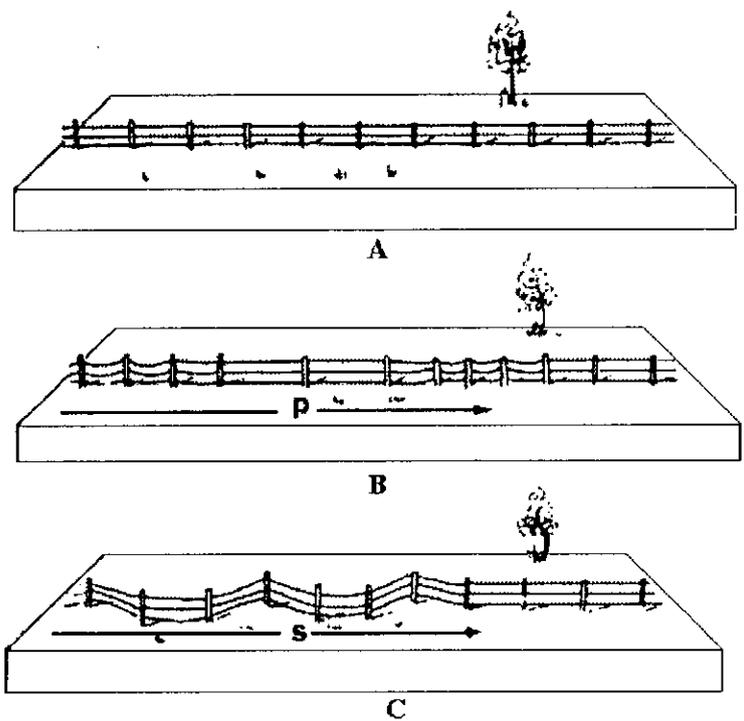


Figura. 19. Efectos de las ondas en el terreno A) Normal, B) Onda P, C) Onda S

## 1.2 Clasificación de los sismos por su intensidad

Las características fundamentales de un terreno vienen dadas por su situación, la hora en que sucede y su intensidad. El foco sísmico, núcleo o hipocentro es el punto donde se produce el movimiento, se encuentra generalmente entre 5 y 30 km de profundidad (sólo en casos excepcionales llega a estar a 700 kms de profundidad). El punto vertical al hipocentro situado sobre la superficie terrestre y donde la sacudida es máxima se denomina epicentro (fig. 1.10).

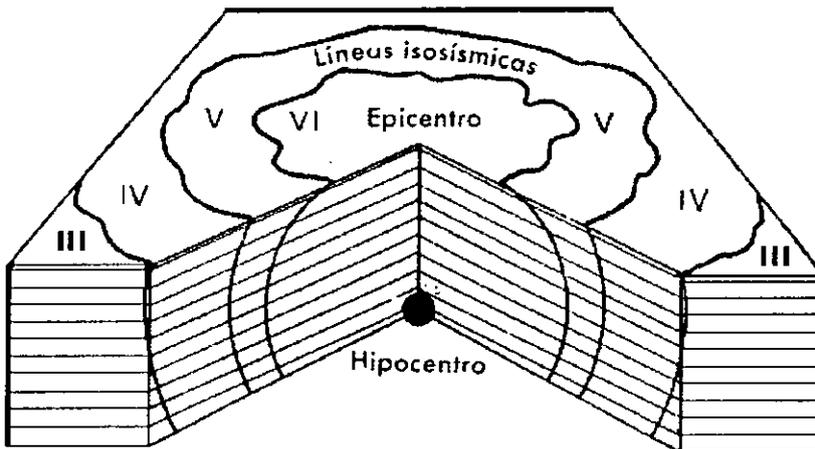


Figura. 1.10. Líneas Isosísmicas y relación Hipocentro Epicentro.

El tamaño de los sismos se mide de dos formas:

1. La intensidad.
2. La magnitud.

La intensidad se mide por los efectos que produce el terremoto en cada punto, es decir, si produce muchos daños o pocos, o si se siente muy fuerte o débil, sin llegar a causar daños. Desde el siglo pasado, se intentó clasificar los temblores de la Tierra,

surgiendo con esto diferentes escalas de medición, entre las que destacan la de Forel-Rossi de 10 grados (1883), le sucedió la escala de 12 grados, propuesta por Cancaris, mejor conocida como de Mercalli, quien la mejoró. La escala actualmente en uso en Europa y oficial en España es llamada MKS, por las iniciales de tres sismólogos que la propusieron en 1964, Medved, Sponheuer y Karnik. Esta escala es una revisión de la anterior y es también de doce grados.

Para hacernos una idea de lo que representan los distintos grados de intensidad, se aprecia que a partir del grado III, un sismo es sentido por las personas sin causar daño alguno. Desde el grado VII, los daños a las construcciones son apreciables, los grados IX y siguientes indican grandes destrozos. En el grado XII la destrucción es total y generada.

La magnitud es otra medida del tamaño de un sismo y representa la energía liberada en su foco (fig. 1.11). La escala para medir fue establecida en 1935 por Charles F. Richter, generalizándose más tarde por su definición por el mismo Richter y Beno Gutenberg (1869 - 1960). En esta escala, un sismo con foco a profundidad normal (entre 10 y 30 km), de magnitud menor de 3 apenas se siente en la zona del epicentro. Entre 4 y 5 se siente y produce caídas de objetos y daños menores. A partir de magnitudes entre 5 y 6 los daños son apreciables, aumentan rápidamente para los grandes sismos destructores de magnitud 7 y 8.

La magnitud de un terremoto se determina midiendo la amplitud de las ondas sísmicas registradas por un sismógrafo. Una de las fórmulas para determinar la magnitud es:

$$m = \log (A/T) + D.$$

Donde  $A$  es la amplitud de la onda  $P$  medida en una estación sismológica,  $T$  su periodo y  $D$  una constante que depende de la distancia entre la estación y el epicentro del terremoto. Esta constante compensa la pérdida de energía en las ondas sísmicas que experimentan al propagarse por el interior de la Tierra. Por tal razón el valor de  $D$  depende de la distancia. El valor obtenido para la magnitud  $m$  representa, la energía liberada en el hipocentro y permite su clasificación por el tamaño, independientemente de los daños que haya producido.

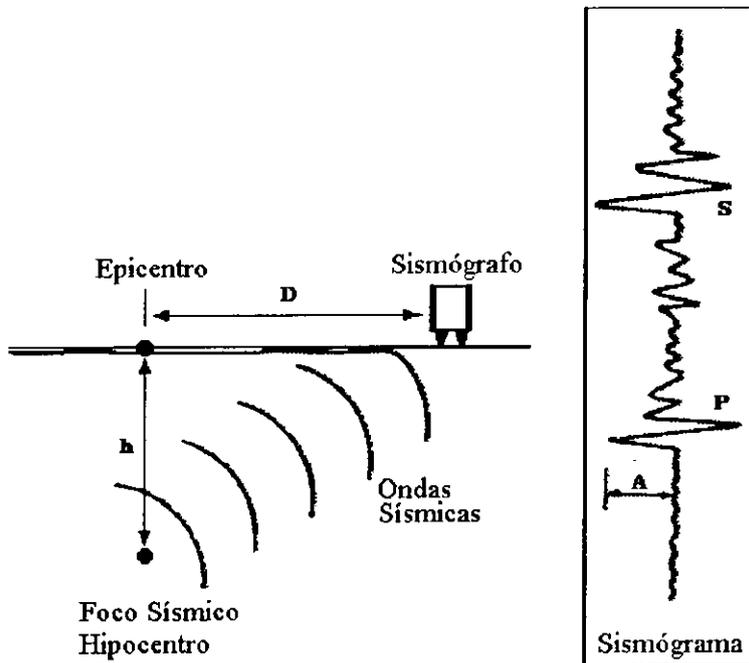


Figura. 1.11. Relación Foco sísmico y Sismógrafo. Registro de las Ondas P y S.

De las escalas antes mencionadas, la escala de Richter calculada por los simólogos californianos y la única que está basada en sismogramas por lo que la hace ser la más científica de todas las de su género.

La fórmula con que se calcula la magnitud y las partes que la integran fueron expuestas con anterioridad, cabe hacer mención que esta escala no se basa en la destrucción o daños causados por los terremotos sino por la energía liberada en el hipocentro.

La escala modificada de intensidad sísmica de Mercalli, publicada en el boletín de la Sociedad Americana de Sismología (Seismological Society of America), vol. 12, No. 4 diciembre de 1931. Cuenta con las siguientes divisiones y características de sus grados:

- I. No sentido, excepto por muy pocas personas y sólo bajo circunstancias muy especiales (I escala de Rossi - Forel).
- II. Sentido por muy pocas personas en reposo, situadas principalmente en los pisos superiores de los edificios.
- III. Sentido perceptible dentro de las casas, sobre todo en los pisos superiores. Vibraciones semejantes a las producidas por el paso de un camión. Puede estimarse el tiempo de duración (III de la escala de Rossi - Forel).
- IV. Durante el día muchos lo sienten en el interior de sus casas pero pocos fuera de ellas (IV a V escala de Rossi - Forel).
- V. Sentido por casi todos. Perturbaciones algunas veces notadas en los árboles, postes, etc. los péndulos de algunos relojes pueden pararse (V a VI escala de Rossi - Forel).
- VI. Todos salen corriendo de sus casas. Daños ligeros (VI a VII escala de Rossi - Forel).
- VII. Muchos se atemorizan y salen corriendo de sus casas. Algunos muebles pesados son movidos. Daños ligeros en los edificios de buena construcción y bien proyectados; de ligero a moderado en construcciones ordinarias bien edificadas:

daños considerables en edificios mal edificados (VII de la escala de Rossi - Forel).

VIII. Daños ligeros en estructuras de proyecto especial. Considerables en construcciones fuertes ordinarias con derrumbe parcial; y en grandes edificios pobremente construidos. Lodos arenas son expulsados en pequeñas cantidades. El agua en los pozos cambia (VII+ a IX- de la escala de Rossi - Forel).

IX. Daños considerables en las estructuras especialmente proyectadas; estructuras con excelente proyección quedan fuera de la vertical; daños grandes en edificios de fuerte construcción, con derrumbe parcial. Los edificios son desplazados de sus cimientos. La Tierra se agrieta notablemente. Las cañerías subterráneas se rompen (IX + escala de Rossi - Forel).

X. Algunas estructuras de madera bien construidas son arruinadas; las de albañilería y armadura son destruidas junto con sus cimientos; la superficie de la tierra fuertemente agrietada. Los rieles son curvados. Los márgenes de los ríos y las pendientes pronunciadas sufren deslizamientos considerables (X de la escala de Rossi - Forel).

XI. Muy pocas obras de albañilería permanecen en pie. Las fisuras de la tierra se amplían.

XII. Daño total. Ondulamiento de la superficie terrestre. Los objetos son expulsados materialmente hacia arriba.

### 1.2.1 Clasificación de los sismos por su origen

Hace algunos años se creía que los movimientos en la corteza terrestre eran provocados por deidades. En el Japón por ejemplo se creía que eran provocados por una gigantesca araña y después por un enorme pez; en algunas partes de América del Sur se hablaba de una enorme ballena y algunas tribus de los indios del Norte de América creían que la Tierra descansaba sobre la concha de una tortuga gigante.

La causa de los terremotos, de acuerdo con la idea de los lamas de Mongolia, se creía que cuando Dios hizo la Tierra, la había colocado sobre la espalda de una inmensa rana, y se creía que cuando levantaba una pata, inmediatamente se producía un terremoto encima de la parte que había movido.

No fue hasta que el filósofo Aristóteles (384 - 322 a.C.) explicó que los terremotos eran producto de la concentración de gases que estaban aprisionados en el interior de la Tierra. Esta fue una de las primeras explicaciones que atribuían a fuerzas naturales el origen de los sismos y no a deidades.

En el siglo pasado A. Von Humbolt (1769 - 1859), C. Lyell (1797 - 1875) y R. Mallet (1810 - 1881) Presentan por primera vez las relaciones con las fracturas en la corteza terrestre producidas por las tensiones y presiones en ella. Asimismo el primer modelo mecánico de fractura fue el propuesto por H. F. Reid, en 1911, para explicar el movimiento en el sismo de San Francisco de 1906.

Para casos prácticos sólo existen dos tipos de sismos por su origen. Por causas artificiales y los debidos a causas naturales. Estos últimos liberan mayor cantidad de energía; por lo tanto, sus efectos de superficie son mayores.

Por causas artificiales.

Por percusiones o por sacudidas repentinas por una explosión. Barrenos, bomba atómica por el tráfico de camiones, tanques, trenes o por caídas de rocas desde cerros, cascadas, cavernas o minas. Estos efectos son comúnmente llamados microsismos.

Cabe hacer mención de una de las sacudidas consecutivas a la destrucción en 1947 de las fortificaciones de la isla Alemana de Heligoland, frente a Dinamarca, que fueron registradas por los sismógrafos franceses, permitió calcular el espesor de la corteza terrestre en la llanura de Alemania y la cual midió unos 30 Km de espesor.

En 1958 a 60 km de Niza, en el Lago Negro, una explosión de más de 10 toneladas de explosivos provocó que numerosos aparatos registradores repartidos por los Alpes aportarán datos importantes sobre la estructura profunda de la cordillera.

Por causas naturales.

1. Por rozamiento. El rozamiento de dos superficies irregulares en fallas, desprendimientos, avalanchas y deslizamientos de sedimentos submarinos (90 de cada 100).
2. Por percusiones o por sacudidas por una explosión. Sólo son tomados en cuenta las que produce una erupción volcánica (7 de cada 100).
3. Por hundimiento. Por consecuencia del hundimiento súbito de amplias oquedades subterráneas (3 de cada 100).

Hoy en día se ha aceptado que los terremotos son producto de la fractura o fallas en la corteza terrestre, en las que produce un movimiento relativo de sus dos partes a lo largo del plano de fractura. Por tal motivo se le da mayor importancia a este tipo de sismos ya que los volcánicos solamente producen temblores locales y pequeños. La mayor parte de las explosiones volcánicas, aún las gigantescas del Krakatoa en 1873 y

de Katmai en 1912, tuvieron solamente efectos pequeños, locales, superficiales y débiles.

Por esta razón los sismos que más nos preocupan son los llamados tectónicos o de dislocación debidos a fallas o fracturas y se producen en zonas de debilidad tectónica en especial en los cinturones de plegamientos jóvenes terciarios (zonas fracturadas mediterránea y circumpacífica). Diferentes procesos tectónicos (elevaciones, hundimientos, fallas) generan tensiones, que se equilibran mediante dichas sacudidas; el sismo de relevo es provocado por las ondas de otro.

En nuestro país desafortunadamente contamos con la manifestación de estos fenómenos naturales, de los cuales son más sentidos los provenientes de las costas del pacífico, en particular los originados en Guerrero (fig. 1.12).

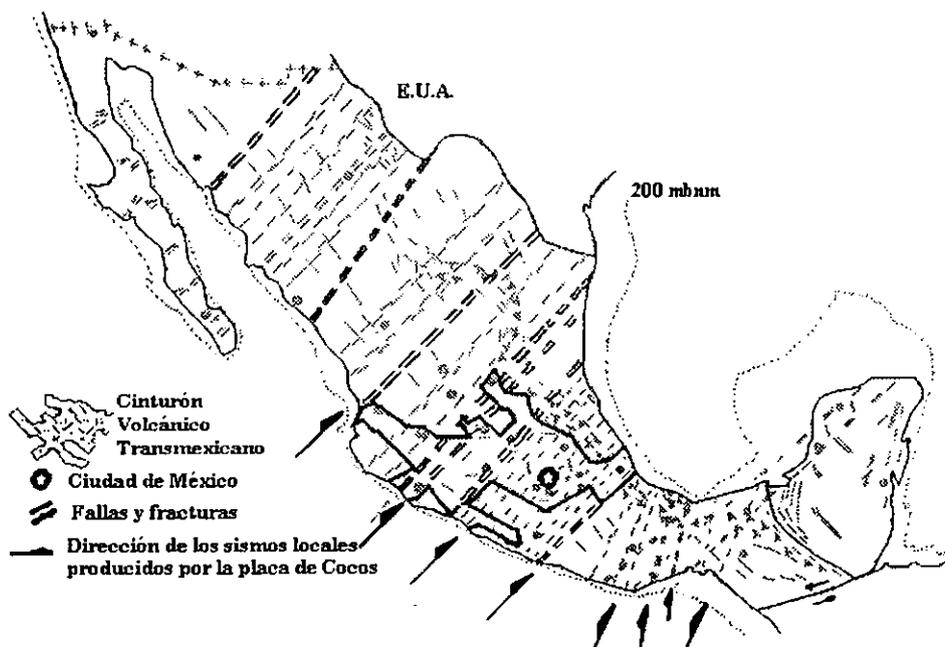


Figura. 1.12. Sistemas mayores de fallas y fracturas, Cinturón Volcánico Transmexicano

De acuerdo al conocimiento actual que se tiene sobre el origen del Cinturón Volcánico Transmexicano (CVT), este manifiesta diferentes condiciones tectónicas y estructurales a lo largo y a lo ancho de todo su sector de emplazamiento; así que las interpretaciones simplistas y generalistas son inadecuadas cuando se requiere resolver problemas puntuales práctico - económicos, referentes a la localización de recursos naturales (energéticos, minerales, geohidrológicos, etc.), o bien de asentamientos humanos, tratando de buscar los lugares de menor riesgo sísmico.

La Placa de Cocos, se entiende como el fenómeno visible de la teoría de la deriva continental (movimiento de los continentes), debido a esto el rozamiento de continuo de las placas terrestres generan gran concentración de energía la cual está en espera de ser liberada y cuando este sucede se generan los sismos tectónicos por rozamiento. Los efectos pueden ser tan grandes como pequeños, pero casi siempre suelen ser aterradores sobre todo en las grandes urbes como la Ciudad de México, que no obstante de contar con uno de los sistemas de protección civil más avanzados del mundo no ha podido crear una real y verdadera cultura para prevenir o minimizar los resultados de un temblor.

### 1.3 Instrumentos de medición

El instrumento usado para detectar las ondas sísmicas es llamado sismómetro y para detectarlos y registrarlos es conocido como sismógrafo (de las palabras griegas, sismo = terremoto, metro = medida, grafo = escritura). Este instrumento consta de sólo dos elementos : 1), un sistema vibratorio y 2), un mecanismo registrador.

El elemento vibratorio debe estar bien anclado, generalmente en roca sólida, de tal manera que se mueva con el suelo. Hay de varias clases. Uno es un simple péndulo horizontal libre de moverse en una dirección fija norte - sur o este - oeste (fig. 1.13).

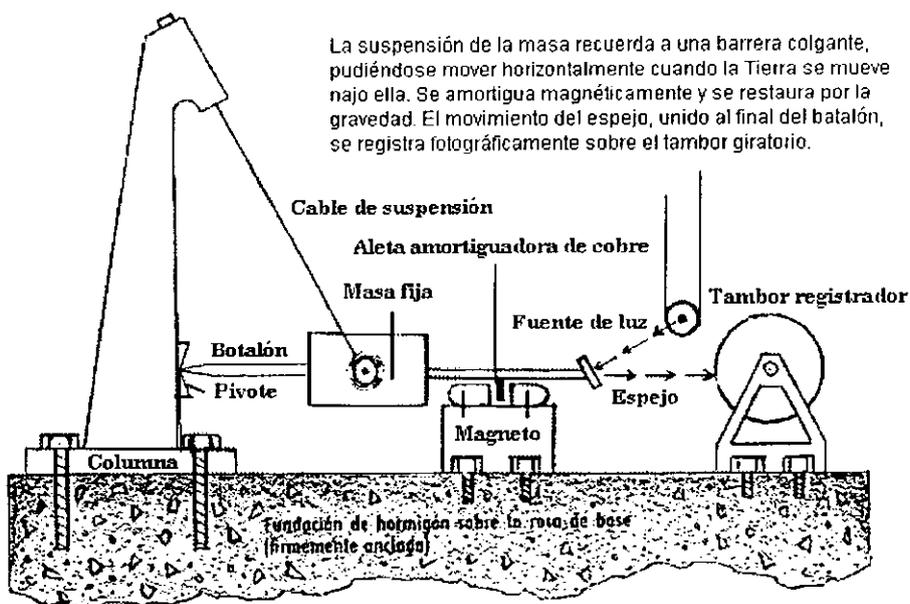


Figura. 1.13. Elementos principales de un sismógrafo de péndulo horizontal

Otro tipo (Galitzin) emplea también un péndulo, pero lleva bobinas de cable fino alrededor y fuertes magnetos permanentes unidos a la armadura. Cuando el péndulo oscila a través del campo magnético, el movimiento de la bobina genera corriente eléctrica en la misma, en relación con la amplitud del movimiento. Unos cables unen la

bobina a un registrador. En un tercer tipo (Anderson-Wood) el péndulo es un pequeño cilindro de cobre suspendido excéntrico por un fino cable vertical. Cuando se mueve el suelo debajo, el cilindro es impulsado detrás y delante (fig. 1.14).

Este péndulo de torsión tiene un periodo natural de un segundo, es muy sensible y puede ser usado para dar una gran amplificación del movimiento real.

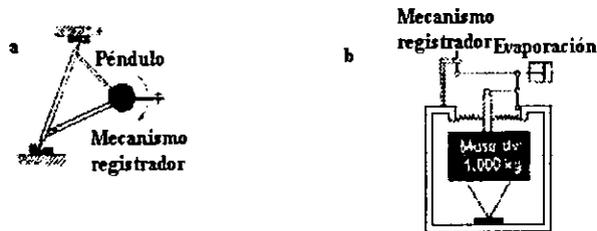
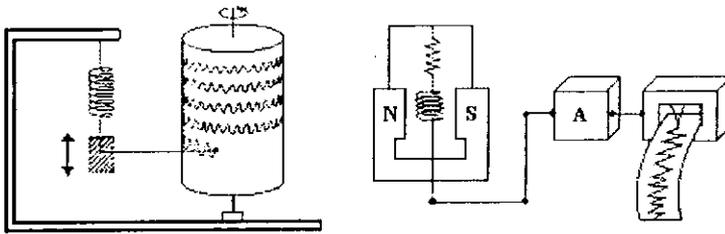


Figura. 1.14. Sismógrafos: a) Péndulo horizontal y b) Péndulo de Wiechert

Se puede entender claramente que los sismógrafos funcionan básicamente con un péndulo, bien vertical u horizontal. Dependiendo del período del péndulo, los sismómetros se llaman de período corto (menos de dos segundos) y de período largo (más de diez segundos). Los sismómetros antiguos eran instrumentos totalmente mecánicos y por esa razón se lograban amplificaciones del movimiento del suelo de cien a doscientas veces.

Los sismógrafos modernos convierten el movimiento del suelo en una señal eléctrica que pasa a un amplificador y de éste, a un registrador (fig. 1.15). Esto permite amplificaciones de cientos de miles de veces y, en ocasiones, hasta millones de veces, dependiendo de las condiciones del lugar donde se instalan.



**Figura. 1.15. Esquema de un sismógrafo mecánico y otro electromagnético con amplificador y registro visible.**

Las gráficas que registran los sismógrafos se llaman sismogramas y representan el movimiento del suelo al paso de las ondas sísmicas.

## 1.4 Características geológicas, zonas de alto y bajo riesgo en el Valle de México

Cuenca del Valle de México, Cuenca de México o simplemente Valle de México son las formas con que comúnmente las personas y los investigadores nos referimos a esa porción de terreno ( fig. 1.16) que de sus 9600 km<sup>2</sup> de superficie, comprende aproximadamente: 4800 km<sup>2</sup> de la porción oriental al Estado de México; 2540 km<sup>2</sup> del sur del de Hidalgo, 840 y 100 km<sup>2</sup> de los sectores de los Estados de Tlaxcala y Puebla, respectivamente y por el Distrito Federal con 1320 km<sup>2</sup>. Es decir, que el 50% de la superficie total corresponde al Estado de México consecutivamente le siguen el de Hidalgo con 26.46%, el Distrito Federal con 13.75%, Tlaxcala 8.75% y Puebla con tan sólo 1.04%.

Zona de alto riesgo: Es aquella porción de superficie que debido a sus características geológicas puede amplificar los efectos de un sismo, como pueden ser zonas lacustres, terrenos ricos en arcillas, lugares cercanos a fallas tectónicas, etc.,

Zona de bajo riesgo: Es la zona que cuenta con las características ideales como para minimizar a un sismo o simplemente no sentir ningún efecto de éste.

A raíz del sismo de 1985, numerosos investigadores se han dedicado hacer investigaciones muy serias para poder dar nuevas alternativas en la prevención de desastres naturales, dentro de las muchas investigaciones cabe hacer mención la de Marin y Aguayo, 1987<sup>1</sup>; Aguayo y Marin 1987<sup>2</sup> las cuales arrojaron por vez primera datos confiables y reales que han permitido a los gobiernos actuales tomar medidas preventivas en las zonas de alto riesgo sísmico.

<sup>1</sup> Marin, C.S. y J.E. Aguayo, 1987. Evolución geológica de la Cuenca de México e importancia de sus rasgos estructurales. En: R. Gio-Argaez (De). Memoria. Congreso sobre Ecología Urbana, México, D.F. p. 4-6.

<sup>2</sup> Aguayo, C.J.E. y S. Marin, C. 1987. Origen y evolución de los rasgos morfotectónicos postcretácicos de México. Tomo XI.VIII. No. 2, p. 15-39

En los trabajos de investigación que se realizaron se basaron en datos obtenidos de perforaciones en diferentes partes del terreno de la cuenca del Valle de México, para encontrar las fallas tectónicas y con esto hacer un modelo tectónico de la cuenca del Valle de México (fig. 1.16), pudiéndose así saber con exactitud las zonas que más peligro presentan al momento de un sismo.

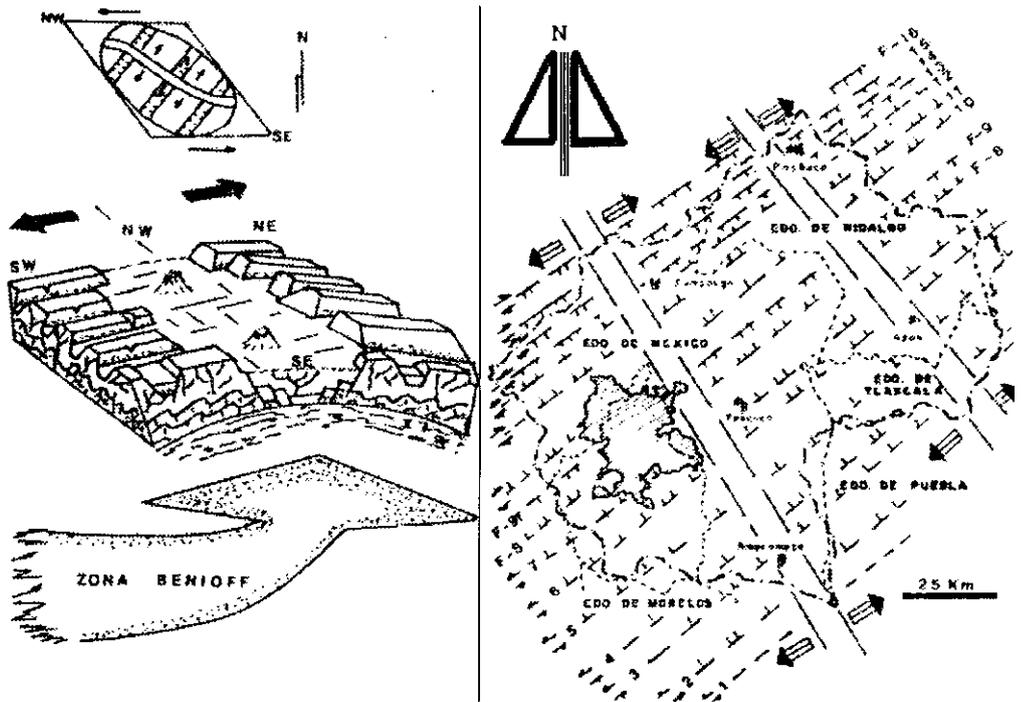


Figura. 1.16. Modelo tectónico-estructural de la Cuenca del Valle de México.

Debido a la importancia de las diferentes fallas, a continuación son detalladas sus características más importantes:

La separación promedio entre fallas es de unos 6 km. y se manifiestan afectando a los sistemas Norte-Sur y Oriente-Poniente, así como a las estructuras NW-SE del Mioceno y a los estratos del plio-cuaternario.

Las fallas afectan a los sitios que se señalan a continuación, de sur a norte.

F-1. En el extremo sur de la Cuenca del Valle de México, incide en el Volcán Popocatepetl.

F-2. Cruza entre los volcanes de la Sierra Nevada.

F-3. Atraviesa el Cerro del Sacramento y el poblado Santiago Cuautengo, hasta el cerro del Tezoyo al noreste.

F-4. Cruza a unos 300 metros al norte de los poblados Tenango del Aire y Tlalmanalco, hasta el cerro del Papayo y en la ladera izquierda del Cerro Tepozan.

F-5. Al suroeste incide en Milpa Alta y hacia el noreste incide en Chalco, Laguna de las Animas y el poblado de Huehuetoca.

F-6. Al suroeste cruza el poblado de Tlahuac, atraviesa hacia el noreste al cerro El Pino, al poblado Emiliano Zapata, Laguna de Apan y continúa en los límites geográficos de los estados de Hidalgo y Puebla.

F-7. Al suroeste incide en el pueblo del Ajusco, hasta la Laguna de Tecocomulco al noreste.

F-8. En el suroeste incide con el pueblo de Contreras, afecta a la zona centro, en las colonias:

Nápoles, Del Valle, Narvarte, Roma, Doctores, Juárez, Cuauhtémoc y otras adyacentes. Hacia el EN continúa hacia el Caracol en el Lago de Texcoco y continúa hasta Otumba, Tlanalapan y Cuauhtepc de Hinojosa.

F-9. En el suroeste incide en el poblado El Zarco, hacia el noreste es paralela a la Avenida Constituyentes-Reforma, cruza la porción norte del Caracol en el Lago Texcoco, San Martín de las Pirámides hasta el poblado de Singuilucan al noreste.

F-10. Al suroeste cruza el poblado de Huixquilucan de Degollado y hacia el noreste incide en los cerros el Chiquihuite y el Madroño, hasta Ecatepec y el Cerro de Tecajete.

F-11. Afecta al centro industrial de Tlanepantla, hacia el noreste incide en Coacalco, Tezontepec y Epazoyucan.

F-12. En el suroeste incide en el vaso de la Presa Guadalupe, hacia el noreste continúa hasta Tizayuca y Pachuquilla, Hgo.

F-13. De suroeste al noroeste, incide en los poblados de Tepozotlán y San Andrés Jaltengo, Zumpango, Zapotlán de Juárez y Mineral de Reforma.

F-14. Atraviesa a los poblados: Coyotepec y la porción suroriental de la ciudad de Pachuca Hgo.

F-15 y F-16. No inciden en poblaciones importantes dentro de la Cuenca del Valle de México.

Los sistemas de fallas descritos de la F-1 a la F-16 delimitan a quince bloques distensivos escalonados, con dos depresiones mayores (grabens) paralelas entre sí, una de estas depresiones corresponde a los límites de las fallas 8 y 9; la otra depresión corresponde al valle de Tizayuca, Pachuca y está limitado por las fallas 12 y 13 (fig. 1.16).

De acuerdo a un estudio estratigráfico estructural de la Cuenca del Valle de México, existen tres sectores de mayor riesgo sísmico, que de norte a sur son los siguientes:

1. Sector comprendido entre las fallas distensivas, aquí denominadas 12 y 13, las cuales conforman un graben, que incide en la Sierra de las Cruces hacia el suroeste y continúa hacia el noreste hacia el Valle de Tizayuca y al poblado de Pachuquilla, Hgo. Este graben al cruzar la zona distensiva orientada NW-SE forma la Laguna de Zumpango.

2. Sector entre las fallas 8 y 9 que también conforman un graben en la Cuenca de México, en el que se sitúan los poblados de San Mateo Tlaltenango y San Bartolo Ameyalco y Contreras; hacia el noreste incide en las colonias: Nápoles, Del Valle, Narvarte, Roma, Doctores, Juárez, Cuauhtémoc y otras adyacente afectadas severamente por los sismos de 1957 y 1985; el graben continúa hacia el noreste hasta el poblado de Siguilucan, Hgo. Esta estructura geológica cruza la zona distensiva NW-SE, formando la depresión en el que se encuentra el Lago de Texcoco.

3. Sector entre las fallas 5 y 7, conocido como depresión Chalco, en donde existen un espesor considerable de sedimentos lacustres de aproximadamente 500 metros.

La identificación de estos tres sectores de alto riesgo sísmico, sugiere la planificación de estas áreas como corredores o reservas ecológicas, centros recreativos y culturales; para mitigar los efectos causados por los sismos.

El Cinturón Volcánico Transmexicano es una expresión fisiográfica que bisecta a la porción meridional de la República Mexicana, desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México, y La Placa de Cocos (fig. 1.17) que debido a la subducción de ésta y la efusión del magma hacia la superficie (Teoría de la Deriva Continental), son factores importantes en la generación de sismos en el país.

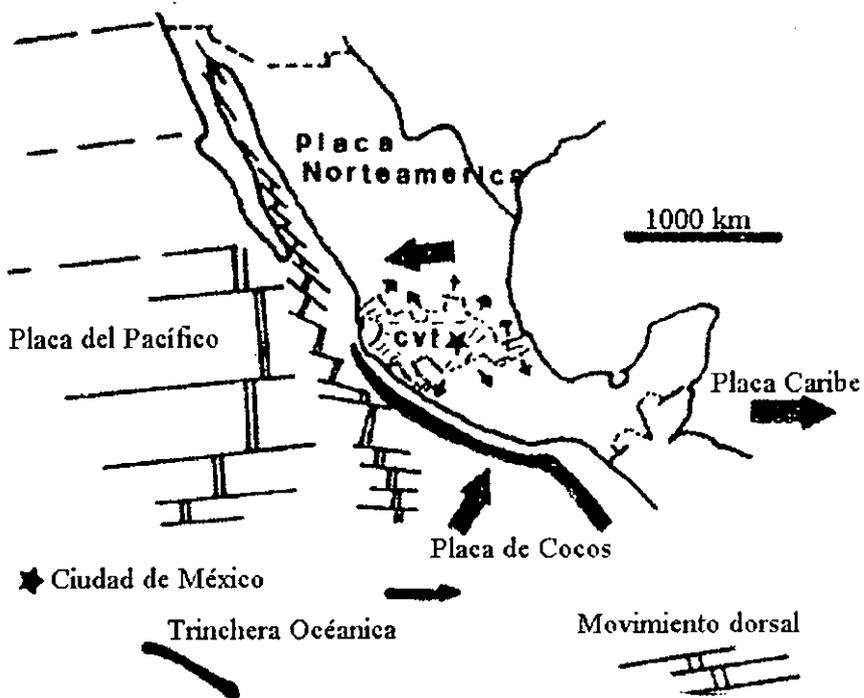


Figura 1.17. Cinturón Volcánico Transmexicano.

Ambas manifestaciones naturales (el CVT y la Placa de Cocos) son factores importantes en la generación de muchos desastres naturales; además de que son las características geológicas del Valle de México las que hacen que los efectos de estos dos fenómenos naturales se amplifiquen y lleguen a ocasionar grandes desastres naturales como es el caso de los sismos.

## Capitulo II

# **Los incendios**

## II. Los incendios

Incendio. Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres<sup>1</sup> lo define de la siguiente manera: Fuego no controlado de grandes proporciones, que puede presentarse en forma súbita, gradual o instantánea, al que le siguen daños materiales que pueden interrumpir el proceso de producción, ocasionar lesiones o pérdida de vidas humanas y deterioro ambiental. En la mayoría de los casos el factor humano participa como elemento causal de los incendios.

El fuego como parte importante en la vida del hombre ha sido para él una arma de dos filos, por una parte ha servido para evolucionar y crecer como seres humanos, por otra ha sido una calamidad en muchos episodios a través de la historia. Podemos entender claramente según los antropólogos y muchos sociólogos, que en el ir y venir de la historia del hombre, éste ha tenido que luchar contra el fuego hasta “dominarlo”; usándolo al principio para dar calor a sus hogares, cocinar sus alimentos y muchos años después para la aplicación en la industria.

Hoy en día el hombre sigue luchando contra el fuego, para dominarlo y en muchas ocasiones para controlarlo para esto ha tenido la necesidad de clasificarlos de diferentes formas y maneras.

En el presente capítulo podremos entender claramente la peligrosidad de algunos tipos de fuegos que pueden llegar a ser devastadores y altamente contaminantes para la Naturaleza.

---

<sup>1</sup> Incendios, fascículo 7, Secretaría de Gobernación Sistema Nacional de Protección Civil, Octubre de 1995, pag.2

## 2.1 Descripción general

El fuego se define químicamente como la oxidación lenta o rápida de los materiales combustibles con un fuerte desprendimiento de energía en forma de luz y calor. Como oxidación lenta podemos poner de ejemplo un papel abandonado al sol el cual va sufriendo un cambio en su textura y en su color, lo amarillento en su color nos demuestra el hecho de que está experimentando una oxidación lenta. En igual forma la herrumbre de los metales es una oxidación lenta sin presencia de luz y calor como sucede en una oxidación rápida.

**Teoría del fuego.** El fuego es usado en la mayoría de las industrias y en todos los hogares, tanto para sus necesidades más sencillas como pueden ser en la preparación de los alimentos, la calefacción como también puede ser usado en los procesos más complejos como en los hornos para fundir los metales, o realizar procesos químicos muy complicados. Pero no sólo es benéfico sino también puede convertirse en un gran peligro, dependiendo del cuidado que en su uso y manejo se dé.

Por mucho tiempo el fuego se representó como un triángulo (fig.2.1).

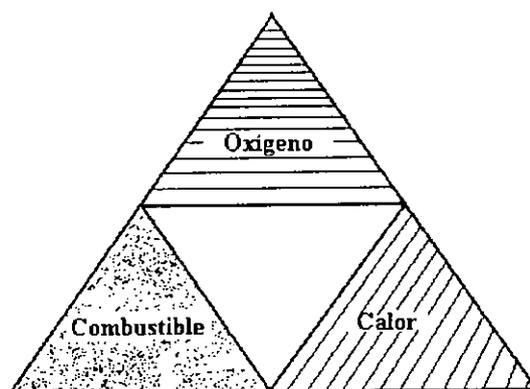


Figura. 2.1. Triángulo del fuego.

Ahora la teoría moderna de la combustión lo representa como un tetraedro (para reacciones en cadena, fig. 2.2), sin embargo, la teoría del “ triángulo de fuego ” aún describe adecuadamente el proceso de ignición.

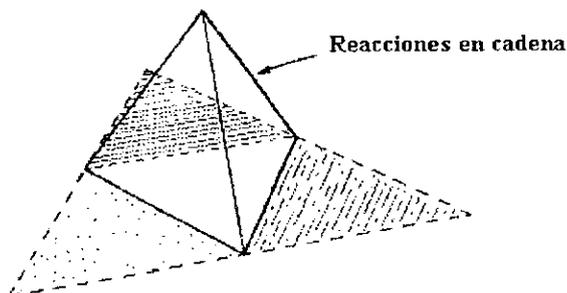


Figura. 2.2. Tetraedro del fuego.

Un triángulo, debe tener tres elementos mutuamente dependientes, cada uno debe cumplir ciertos criterios de longitud y posición para que el triángulo esté completo. Igual que el triángulo, el fuego requiere de tres elementos para existir. Cada elemento individual es dependiente de los otros dos para que se produzca la combustión. Estos elementos son: oxígeno (o un agente oxidante), combustible (o un elemento o agente reductor) y calor. Si falta alguno de estos tres elementos, o si no están en la proporción y combinación adecuadas, el fuego no podría existir. Por lo tanto el mantener separados los tres elementos del triángulo del fuego es la clave para prevenir incendios y la remoción de uno o más elementos es la clave para extinguirlos.

Es necesario un cuarto elemento para que un incendio se sostenga y aumente su intensidad. Este elemento es la reacción en cadena que se produce entre el combustible y el agente oxidante. El triángulo del fuego se ve alterado al incluir en él la reacción en cadena, formando un tetraedro (de ahí su nombre, fig. 2.2). Cuando el fuego arde, las moléculas de los combustibles se reducen a moléculas más simples dentro de la llama.

Mientras el proceso de combustión continúa, el aumento de temperatura hace que el oxígeno adicional sea atraído al área de candela, más moléculas se parten, entran en reacción, alcanzan su punto de ignición, empieza a arder y aumenta la temperatura, lo que demanda mayor cantidad de oxígeno y sigue la reacción en cadena. Mientras exista suficiente combustible y oxígeno y la temperatura se mantenga, la reacción en cadena propagará el proceso de combustión.

Para casos prácticos es más usual el manejo del triángulo del fuego, pues para que se genere sólo son suficientes tres elementos, Oxígeno, Combustible y Calor (causante de la ignición), los cuales juntos son de mucho peligro. Las características de estos tres elementos debido a su importancia son detallados a continuación:

Oxígeno o agente oxidante. Elemento químico incoloro, gaseoso, que se encuentra en el aire, el cual está formado aproximadamente por 78% de Nitrógeno, 20.9% de Oxígeno, 1.0% de Argón, Bióxido de Carbono, vapor de agua y partículas orgánicas. En combinación forma óxidos y la mayor parte de los ácidos. Es un elemento esencial en la respiración y en la combustión.

Hay varios grupos químicos conocidos como agentes oxidantes, los cuales proporcionan oxígeno para la combustión. En la mayoría de los casos estas sustancias químicas por sí solas no son combustibles. Pero pueden aumentar la intensidad del fuego. Algunos agentes oxidantes tales como los peróxidos orgánicos son combustibles, así como susceptibles a la descomposición (inestables) y éstos poseen todos los ingredientes para provocar un fuego o explosión.

**Combustible.** Es el agente reductor que puede ser sólido, líquido, o gaseoso (vapor); con excepción del estado gaseoso el combustible debe sufrir cambios para convertirse en vapor antes de que la combustión se inicie. Proceso químico llamado pirilisis.

**Calor.** Es aquella energía que se transfiere entre un sistema y su medio ambiente como resultado de una diferencia de temperaturas, manifestándose en la dilatación de los cuerpos, fundición de los sólidos y evaporación de los líquidos.

Si vaciamos el agua de un recipiente en otro de agua fría, la temperatura de la mezcla será más fría que la del agua caliente, pero más tibia que la de la fría. La cantidad de calor será la misma en la mezcla, que cuando estaba en los recipientes individuales, pero la temperatura habrá cambiado. Es evidente entonces que hay una diferencia enorme entre temperatura y calor. A la temperatura se le ha definido como la condición térmica o calorífica de un cuerpo, que determina la transferencia del calor entre éste y cualquier otro cuerpo que haga contacto con él. La transferencia siempre ocurre desde el cuerpo de más alta temperatura al de más baja.

Se encuentran muchas manifestaciones del calor y es el culpable de un sin número de incendios, también se puede entender al calor como el efecto del movimiento rápido de las partículas conocidas como moléculas, que tratan de formar la materia. Para nuestro caso el calor será simplemente como la energía que se necesita para aumentar la temperatura del combustible al punto que desprenda suficientes vapores para que ocurra la ignición.

Hablar de fuego es también hablar de los siguientes elementos: Combustión, Flama o Llama, Punto de ebullición, Explosión, Límites de flamabilidad, Punto de destello (flash point) y Punto de Ignición. Los cuales son detallados a continuación.

**Combustión.** Sinónimo de oxidación que consiste en la unión del oxígeno con combustibles ya sean sólidos (Magnesio, Titanio, Sodio, Potasio, NaK Aleación de Sodio y Potasio, Litio, Hafnio, Circonio, y Zinc), líquidos o gaseosos con una consiguiente reacción exotérmica (que desprende calor). Los gases son producto resultante de la combustión por ejemplo el monóxido de carbono, bióxido de carbono, bióxido sulfúrico, sulfuro de hidrógeno, bióxido de nitrógeno etc. así por ejemplo en un incendio pueden concentrarse cantidades enormes de gases venenosos producidos por simples materias primas a simple vista inofensivas. En el caso del Cianuro de Hidrógeno (HCN) la fuente generadora puede ser la combustión de la lana, seda, polinyon, poliuretano y papel. los efectos toxicológicos son veneno fatal que asfixia rápidamente.

La peligrosidad de los vapores de los materiales inflamables estriba en el hecho de que éstos son 1.5 veces más pesados que el aire, esta característica da a los vapores la facultad de viajar por drenajes, ductos, pasillos sin corrientes de aire etc., y si en su camino llegasen a encontrar una fuente de energía cualquiera, se suscitará una combustión.

**Flama o Llama.** Es la luminosidad y calor que acompaña a la combustión de materiales en la presencia de una atmósfera normal, rica en Oxígeno (78% N<sub>2</sub>, 20.9% O<sub>2</sub>, 1.0% Ar, CO<sub>2</sub>, vapor de agua y partículas orgánicas), por esta razón la llama es el producto destructivo de la combustión. Raramente la llama se separa de una combustión.

**Punto de ebullición.** Temperatura en el líquido en la cual la presión de vapor igual a la presión atmosférica. La ebullición (lat. Ebullitionem) es hervir, acción o efecto de hervir, o sea, el cambio de estado de un líquido a vapor que tiene lugar en todos los puntos de la masa líquida.

El fenómeno de ebullición obedece a dos leyes. La primera postula que bajo una presión dada, un líquido puro entra en ebullición a una temperatura determinada (punto de ebullición) que permanece constante mientras dura la misma. La segunda ley dice que la temperatura de ebullición es tal que la presión del vapor saturante a dicha temperatura es igual a la presión, impuesta al líquido. La temperatura de ebullición entonces varía según la presión. Crece en ella hasta una temperatura crítica, por encima de la cual no se da la ebullición. Inversamente, si la presión disminuye la temperatura de ebullición puede alcanzar al punto triple, donde convive con la fase sólida.

**Explosión.** Efecto producto de la expansión de gases en forma espontánea y violenta que a su vez es acompañada de ondas de choque a velocidades supersónicas (velocidades mayores a las del sonido la cual es de aproximadamente 330 m/s a temperatura ambiente) ver la tabla 2.1.

Mezcla de combustible	Presión (atmósferas)	Velocidad (m/s)
aire - gas natural	0.4	2 520
oxígeno - metano	1.0	2 800
oxígeno - propano	1.0	3 600
oxígeno - hidrogeno	1.0	3 640

Tabla 2.1. Velocidades de onda de expansión.

**Limites de flamabilidad.** También conocido como Rango Explosivo. La iniciación de la combustión de una mezcla gaseosa requiere de tres condiciones básicas; combustible, calor además de las propiedades combustible - oxígeno, los cuales deben de estar entre ciertos límites de concentración conocidos como límites de flamabilidad o rango explosivo, en el cual una chispa puede causar una explosión. Estas proporciones se

expresan generalmente como el porcentaje en el volumen del combustible de la Mezcla - Aire combustible.

Al más bajo porcentaje de concentración de combustible de la mezcla se le conoce como “ Límite bajo de explosión ” (Lower Explosive Limit, L.E.L.) y al más alto porcentaje se le llama “ Límite alto de explosión ” (Upper Explosive Limit, U.E.P.) es decir; el rango explosivo se encuentra entre el límite bajo y el límite alto. En otras palabras, si el porcentaje se encuentra sobre el U.E.L., la mezcla es muy rica en combustible y por tanto no hay combustión por falta de oxígeno por otro lado si el porcentaje se encuentra por debajo del L.E.L., hay demasiado oxígeno y poco combustible por lo que tampoco habrá combustión; ver tabla 2.2.

Mientras más angosto es el rango de flamabilidad, más grande será la violencia de explosión. Esto es debido a que los materiales de alto punto de ebullición con rangos explosivos angostos, tienen altos pesos moleculares de tal forma que cada molécula, tiene más material combustible.

Ejemplo: El metanol (alcohol metílico) tiene un rango de 6.0% a 36.5% mientras que el etanol (alcohol etílico), tiene un rango de 3.5% a 19%, por lo que la explosión de este último deberá ser más violenta que la del vapor de metanol. El grado de pobreza o riqueza de una mezcla de gas flamable en sus límites de flamabilidad, ejerce gran influencia en la violencia de la explosión que pudiera efectuarse. En general, la violencia es mayor en combustibles que se encuentran de la mitad de los límites de flamabilidad y disminuye hacia ambos extremos.

Sustancia combustible	Límites de flamabilidad % por volumen en aire	
	Inferior	Superior
acetona	2.6	12.8
alcohol metílico	6.7	36.8
benceno	1.3	7.1
heptano	1.0	6.7
butano	1.9	8.5
propano	2.1	9.6
hidrogeno	4.0	75.0
disulfito de carbono	1.3	50.0

Tabla 2.2. Límites de flamabilidad de líquidos, gases y sólidos volátiles.

Punto de destello o encendido (flash point). Es en realidad la temperatura peligrosa en la que los materiales inician su desprendimiento de vapores. En un líquido, corresponde a la más baja temperatura en la cuál la presión de vapor del líquido es suficiente para producir una mezcla inflamable en el límite bajo de flamabilidad. Muchos líquidos tienen punto de destello por debajo de la temperatura ambiente ordinaria en un cuarto, estando normalmente cubiertos por una capa de vapores inflamables, los cuales harán ignición en forma espontánea si alguna fuente de ignición está cerca. Se ha establecido un rango de peligrosidad en inflamables, ver tabla 2.3. Hablando de gasolina, ésta se sitúa entre 1.4% y 7.6% de vapores, considerados en un 100% de atmósfera.

En los hidrocarburos, líquidos o gases se observa que a menor peso molecular es más elevado su punto de destello.

Materiales	Flash point °C	Temperatura de ignición °C	Límites de flamabilidad	
			Bajo	Alto
acetona	0	540	2.6	12.8
acetilino	gas	300	2.5	81
benceno (bencina)	10	540	1.4	7.3
disulfuro de carbono (bisulfuro)	30	100	1.3	44
monóxido de carbono	gas	610	12.5	74
alcohol desnaturalizado	15.5	400	19	
alcohol etílico (alcohol)	12.5	425	4.3	50
nitrato de etilo	35	90	4.1	
aceite combustible No.1 (kerosina)	38	228	0.7	5
gas natural	gas	483	3.8	13
gasolina	-45	280	3.8	7.6
hidrazina	52		1.4	7.6
hidrógeno	gas	585	4.7	75
ácido sulfúrico (gas de cañería)	gas	260	4.3	4.5
combustible de JET JP-4	-10	225	0.3	5.6
lacas y adelgazadores	-12	235	1.2	6.0
metano (gas de pentano)	gas	538	5.3	14
alcohol metílico (alcohol de madera)	11	520	7.3	36
propano	gas	522	2.2	9.5
terpentina (aguarraz)	35	255	0.8	

Tabla 2.3. Materiales peligrosos inflamables.

Punto de ignición (ignition point). Es la temperatura a la cual los materiales arderán y seguirán ardiendo ver tabla 2.4.

Materiales	°F	°C
pedazos de pino corto	442	230
pedazos de pino largo	446	235
abeto (Douglas)	500	260
pinabete	502	261
pino blanco	507	265
papel periódico	446	235
papel filtro	450	237
algodón absorbente	511	267
algodón de rama	446	235
algodón de hojas	464	240
cobijas de lana	401	205
viscosa de rayón	536	280
fibra de madera	521	218
fibra de caña	464	240

Tabla 2.4. Temperatura de ignición de combustibles sólidos

Se pueden hacer descripciones de muchos parámetros que intervienen en la generación, propagación y formación del fuego. Pero son suficientes estos parámetros para darnos cuenta de lo peligroso que puede ser si no se toman las medidas pertinentes para prevenir o minimizar los desenlaces fatales.

Conocer los factores y características del fuego nos permite planear como prevenir que se inicie, o si ya se ha iniciado, como proteger a las personas, propiedades de controlarlo y extinguirlo. Además de darnos cuenta de que tipo de alarmas son las más adecuadas y más usadas para el manejo de sustancias.

## 2.2 Clasificación de los incendios por su origen

Los servicios de seguridad han clasificado a los incendios en función de la naturaleza del combustible que los origina, por lo que podemos encontrar cuatro tipos diferentes:

Fuegos de clase A o fuegos secos.

El fuego de clase A es una combustión viva con llamas o una combustión lenta con brasas; es tipo más común y afecta a materiales sólidos, orgánicos o minerales.

Un ejemplo de este tipo de incendios son los producidos por madera, papel, derivados de celulosa, telas, fibras, hule y muchos plásticos, en general sustancias materiales que al quemarse generen brasas y cenizas.

Fuegos de clase B o fuegos grasos.

Son fuegos de cuerpos grasos e hidrocarburos, líquidos o sólidos licuables como: aceites, grasas, ceras, pinturas: base aceite (base disolvente), lacas, alquitrán, butano, propano, hidrógeno, etc. Se dividen en dos clases:

- Clase B1= Fuegos medianos: gasolina, petróleo.
- Clase B2= Fuegos pesados: *gas-oil*, *fuel* pesado.

Afecta especialmente a la industria y a los transportes, aunque hoy en día es casi nulo el uso de estos combustibles en la industria, pues el Gas LP es el de más uso.

Fuegos de clase C.

Son fuegos de origen eléctrico, o sea, son los fuegos donde se incluyen aquellas situaciones con las cuales se involucran equipos energizados eléctricamente. Se dividen en tres tipos:

- Clase C1= Fuegos producidos por alta tensión.
- Clase C2= Fuegos producidos por baja tensión.

- Clase C3= Fuegos producidos por gas (gas doméstico, propano, butano, etc.).

#### Fuegos de clase D.

Son fuegos muy especiales que no pueden estar incluidos en ninguna de las anteriores, como los fuegos de metales (magnesio, sodio etc.) o de ciertas materias primas que no estén dentro del marco de los otros casos, en este tipo de clases están los producidos por el hombre artificialmente para fundir los metales y quemar las rocas.

### 2.3 Causas del fuego

En la industria, en los centros de reuniones, centros de espectáculos u otros lugares en los que se pudiera presentar un siniestro. La causa en estos lugares de un incendio es diversa; así por ejemplo Pemex pierde el pasado mes de octubre de 1997, 32 millones de dólares a causa de un incendio ocurrido en la plataforma marina Alfa del campo petrolero Pol-Chuc. Este hecho fue difundido por el vocero de la par estatal José Luis Alvarado, la causa: “No funcionó la alarma”; asimismo el pasado 10 de noviembre de 1997 por si fuera poco, el fuego arrasó con el teatro Reforma, la causa: “un corto circuito en la instalación eléctrica”.

Podemos enumerar una serie de eventos producidos tanto por el error humano como por causas naturales.

Las causas más comunes son:

- causas naturales: efecto de lupa, por ejemplo vidrios rotos;
- causas humanas: imprudencia, ignorancia de los peligros, mala vigilancia, fogatas mal apagadas, trabajos mediante calor (empleo de soplete, soldadura al arco, etc.);
- corriente eléctrica: instalaciones sobrecargadas, provisionales y viejas;
- la electricidad estática debida al frotamiento de dos cuerpos y que puede producir chispas (fricción de correas de transmisión, utilización de fibras y tejidos artificiales, aparatos de muy alta tensión, etc.). Únicamente una puesta a tierra bien proyectada puede eliminar este peligro;
- aparatos de calefacción con llamas vivas y las chimeneas;
- líquidos inflamables, como la gasolina y otros, esencialmente en la industria. Los vapores que éstos emiten son inflamables y forman, con el aire, una mezcla explosiva;

- diferentes causas como: inflamaciones espontáneas (descargas, polvo de carbón), reacciones químicas mal controladas, sobrecalentamientos mecánicos, etc.

Las causas más comunes en la industria podemos citar:

- aparatos de calefacción mal instalados,
- sobrecalentamiento mecánico (rodamiento de máquina),
- electricidad estática,
- instalaciones eléctricas viejas y en mal estado,
- manipulación de líquidos inflamables, volátiles o de gases,
- el sol (efecto de lupa), el rayo,
- trabajos con llama (soplete),
- almacenamiento de material inflamable sin precaución,
- mala vigilancia o sabotaje.

Las causas indirectas que pueden generar un incendio en la industria son:

- acumulación de maquinaria eléctrica en desuso,
- técnicas nuevas que presentan riesgos de explosión,
- falta de vigilancia, por lo regular en las noches,
- desorden y descuido de los centros de trabajo,
- falta de capacitación de los trabajadores en el manejo de las materias primas.

## 2.4 Zonas de alto y bajo riesgo en el valle de México

Zona de alto riesgo. Es aquella área que por sus características no ofrece ninguna posibilidad de sobrevivir ante un siniestro.

Zona de bajo riesgo o riesgo mínimo. Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), la define como aquella que ofrece mayores posibilidades de sobrevivir en un desastre.

Para poder precisar el grado de riesgo en los centros de trabajo, y la Secretaría de Seguridad Pública a través de la Dirección General de Control Operativo/Dirección de Siniestros y Rescates y con ayuda del Departamento de Dictaminación, realizan un peritaje que determina el grado de peligrosidad de la zona y las medidas necesarias para minimizarlo. El trámite conocido por todos es llamado como “ Visto Bueno de Bomberos ” aunque su verdadero nombramiento es Visto Bueno de Prevención de Incendios.

En todos los casos donde no se tiene relación con la industria, quienes determinan el grado de riesgo es Protección Civil, ésta también recomienda las acciones y medidas necesarias que se deban llevar a cabo.

El Valle de México, al igual que todo el país tiene zonas consideradas de riesgo latente, pues en cualquier momento se puede suscitar un siniestro, pero sin lugar a dudas las de mayor peligro serán aquellas donde se concentren grandes cantidades de sustancias peligrosas, como el número de gasolineras, refinerías e industrias que estén establecidas cerca de la población civil.

En base a lo anterior, por citar un ejemplo, el Distrito Federal cuenta con diez estaciones de bomberos, localizadas estratégicamente bien (fig. 2.3), pero que no se dan abasto con la demanda. Las delegaciones que cuentan con tan apreciable servicio son:

1. Iztacalco (Estación central de bomberos, en la viga)
2. Alvaro Obregón
3. Azcapotzalco
4. Cuajimalpa
5. Gustavo A. Madero
6. Iztapalapa
7. Miguel Hidalgo (cuenta con dos: Tacuba y Tacubaya)
8. Tláhuac
9. Tlalpan

De esta forma también podemos encontrar la necesidad de aumentar el número de estaciones de bomberos (fig.2.3), cuando menos una por cada delegación restante:

Benito Juárez

Coyoacán (Instalaciones nuevas próximas a prestar sus servicios)

Cuauhtémoc

Magdalena Contreras

Milpa Alta

Venustiano Carranza

Xochimilco

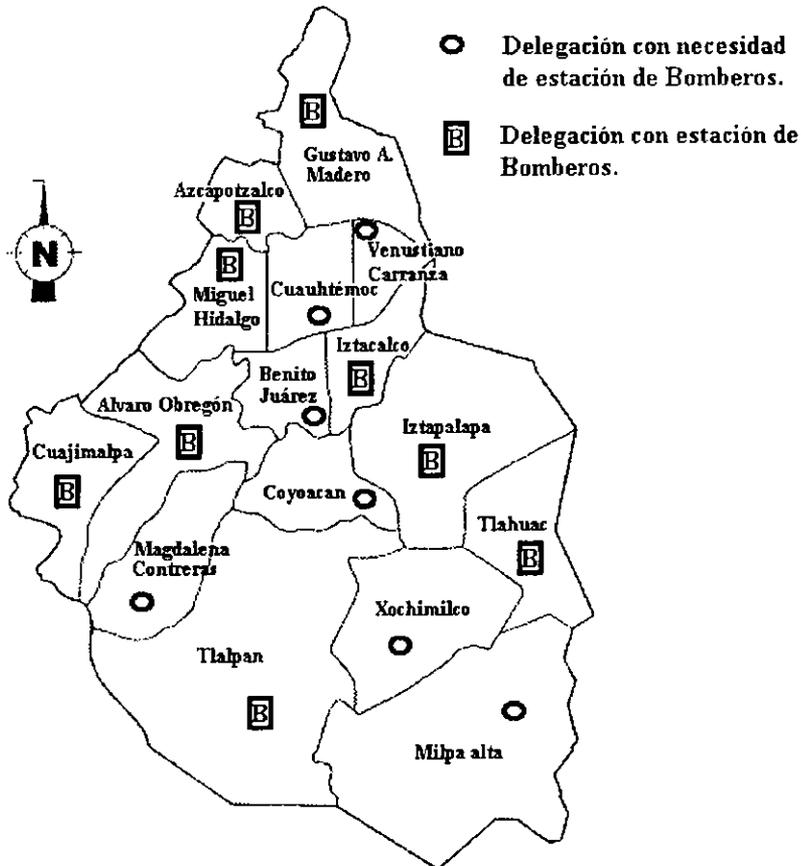


Figura. 2.3. Delegaciones que cuentan con estaciones de Bomberos

Con ayuda del mapa de localización de las estaciones de bomberos, se pueden apreciar las zonas de más alto riesgo, las cuales se encuentran cerca de la zona conurbada, que es el área con más concentración de seres humanos en el país, ésta comprende algunos municipios del Estado de México (fig. 2.4) como Atizapan de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlan, Ecatepec, Naucalpan, Netzahualcóyotl, Tultitlan, etc., y algunas delegaciones del Distrito Federal: las cuales cuentan con muy pocas y carentes

estaciones de bomberos<sup>1</sup> que no pueden contrarrestar un siniestro como el de San Juanico, que solo basto unos cuantos minutos para declararse fuera de control, pues la solución como en todos los casos no es más que en primer lugar económico y en segundo político.

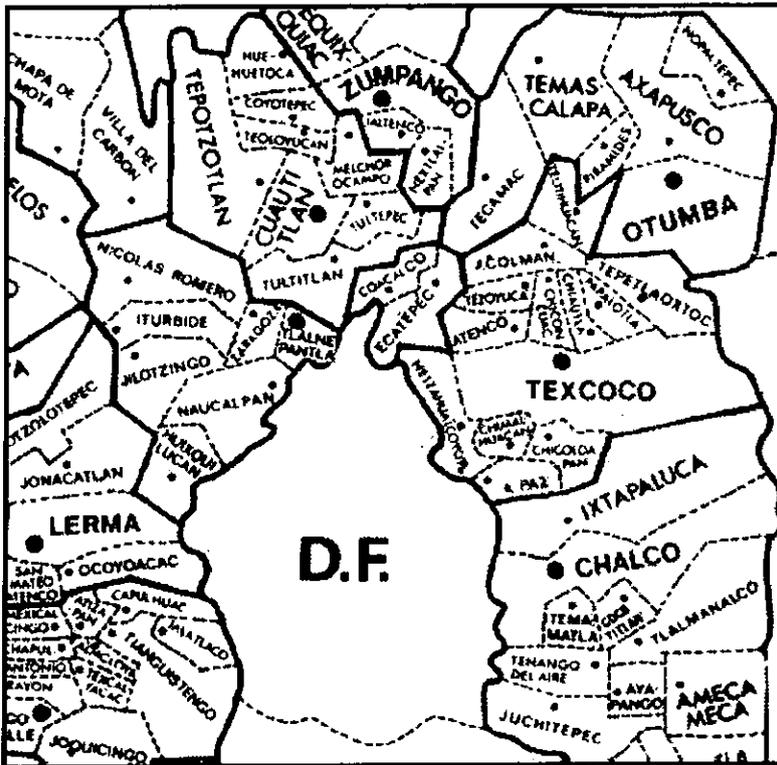


Figura. 2.4. La Zona Metropolitana

<sup>1</sup> Mejía Lara, Fernando, H. Cuerpos de Bomberos del Municipio de Tlalnepanitla. *entrevista personas*. Octubre 1997

## 2.5 Tipos de señales

Los cuerpos de bomberos<sup>1</sup> reconocen la necesidad de combatir a tiempo los siniestros pues minutos más minutos menos siempre van a influir en el resultado, por tal razón una alarma siempre será la mejor herramienta que se pueda tener a la mano, ya que a través de ella se puede dar aviso del peligro que se presenta. Una alarma o un sistema de alertamiento puede tener varias funciones, su fin principal es notificar a los ocupantes de un edificio, centro de trabajo, de reuniones, etc., que evacuen y dar aviso al cuerpo de bomberos sobre el incendio. El sistema puede activarse de varias maneras: por medio de estaciones manuales de alarma (como en el metro de la ciudad de México), detectores de humo, de calor, de gases, activación de sistemas de rociadores u otros sistemas de supresión de incendio.

Existen diferentes tipos de señal de alarma de los que resultan más importantes los siguientes: señal de avería, alarma contra incendio, señal de supervisión, voz de comunicación y señal de notificación a la brigada contra incendio.

**Señal de avería:** Se requiere en todos los sistemas excepto en el sistema de alarma local.

**Señal de supervisión:** Se utiliza donde haya protección de rociadores automáticos. Esta señal únicamente se activa por el nivel y presión baja del agua, por un componente del sistema de rociadores que no esté trabajando, o alguien que manipule la válvula de suministro de agua de rociadores.

---

<sup>1</sup> JKL, Suboficial, H. Cuerpo de Bomberos de la Delegación Atzacapotzalco, entrevista personal . 20, Noviembre 1997.

Señal de alarma contra incendio: Esta señal notifica al personal que hay un incendio y se activa por estaciones manuales, detectores y válvulas de flujo de rociadores; la alarma debe emitir tonos audibles y luces intermitentes cuando halla ruido de alta intensidad, aunque es bien sabido que algunas personas que sufren de epilepsia, les repiten los ataques cuando están en presencia de luces intermitentes y giratorias de alarma de incendio. Para personas con problemas visuales y auditivos de este tipo la (OSHA<sup>2</sup>), Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos, recomienda señales táctiles.

La señal de alarma de incendio debe ser codificada, para que personas con problemas auditivos puedan saber el tipo de siniestro al cual se están enfrentando.

Señal de evacuación: Esta señal se utiliza para notificar al personal que debe evacuar inmediatamente el área. Esta señal debe ser forzosamente codificado, la (NFPA<sup>3</sup>) National Fire Protection Association, recomienda una alarma universal de evacuación sonora conocida como " código 3 ". Usando cualquier sonido la alarma debe sonar de ½ a 1 seg., detener por ½ seg., sonar de ½ a 1 seg., para por ½ seg., sonar de ½ a 1 seg., parar por 2 ½ seg., repetir la operación en un lapso no inferior de tres minutos.

Para personas con problemas auditivos no hay otro remedio, que una señal visible color rojo que sea intermitente, fija o giratoria dependiendo del lugar donde se esté operando. Para el uso de colores ya existe una normatibidad misma que se debe cumplir en México, es la NOM-026-STPS-1993, Seguridad, colores y su aplicación; misma que detallaremos en el siguiente capítulo.

---

<sup>2</sup> OSHA, Occupational Safety and Health Association. OSHA 29 CFR Parte 1910, 156 subparte I

Señal de notificación al H. Cuerpo de bomberos: Esta se usa en los centros de trabajo. La señal debe ser un sonido único o una señal codificada, para que pueda ser inmediatamente identificada.

Es así como un dispositivo de protección y prevención de incendios, aumenta considerablemente las posibilidades de una temprana detección, evacuación y extinción del fuego. El uso de detectores de humo, calor, gases, etc., aumenta considerablemente la localización y contrarreste del fuego, asimismo el equipo de extinción automática ayuda al cuerpo de bomberos a controlarlo de una mejor manera. Por lo que hace de vital importancia contar con un reglamento, normas y códigos que promuevan su uso, funcionamiento y aplicación real en los lugares pertinentes.

---

<sup>3</sup> NFPA, National Fire Protection Association, NFPA 72D, Proprietary Protective Signaling Systems.

## Capitulo III

# **Fundamentos Legales**

### III. Fundamentos legales

En el último censo de población y vivienda de 1995, se registró entre los noventa y un millones cuatrocientos cincuenta y ocho mil doscientos noventa (91, 458,290) personas que pueblan el país, a dos millones cien mil (2,100.000) personas con alguna discapacidad, de las cuales el 30% reportaron deficiencia auditiva, lo que representa a seiscientos treinta mil individuos (630,000); cabe hacer mención de que el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática<sup>1</sup> (INEGI) recabó tal información sin que hubiera de por medio alguna prescripción médica, por esta circunstancia se cree que los datos puedan variar.

Para poder llevar a cabo un avance real en materia de seguridad en la industria y en la población civil, es necesario contar con normas y reglamentos que especifiquen en forma sencilla y detallada los parámetros necesarios bajo los cuales hay que regirse. Cumplir con ellos cabalmente dará confianza y plena libertad a todos aquellos que se vean beneficiados.

Las normas y reglamentos con que cuenta el país en materia de seguridad e higiene en el trabajo además de las emitidas por Protección Civil, no han tomado en cuenta a las personas que tienen alguna discapacidad; el motivo es debido a los siguientes casos:

1. Los grupos vulnerables no han hecho ninguna observación a las publicaciones en el Diario Oficial de la Federación de los anteproyectos de normas.
2. Las empresas o negocios no contratan personal con discapacidades.
3. El número de discapacitados que laboran en centros de trabajo es muy reducido.
4. No cuentan con un apoyo real por parte de las autoridades.

---

<sup>1</sup> Ing. Fausto Buenfil Piña, Subdirector de Estadística Sobre Población con Discapacidad, entrevista personal, 20 de Febrero de 1998.

Aunque en los centros de trabajo, reuniones o lugares de afluencia masiva, no existieran personas con alguna discapacidad permanente, como ceguera, sordera, poliomielitis, invalidez u otro caso de discapacidad, si existen problemas auditivos en algunas personas que están expuestas a ruidos continuos, este tipo de casos son los que también nos interesan para nuestra investigación.

Las personas con problemas auditivos temporales, son las que, por motivos ajenos a ellas mismas, son incapaces de tener su sentido auditivo lo más óptimo posible, es el caso de personas que se encuentran en una sala de cine, en un teatro, en un estadio, o simplemente trabajando en un cuarto de máquinas con la presencia de calderas, compresores o máquinas que generan ruidos constantes. Asimismo las personas con problemas auditivos permanentes son conocidos como, sordos o sordomudos, éstos últimos forman parte de los grupos vulnerables que existen en el país.

Ambos tipos de personas resultan ser los más desprotegidos cuando se presenta un siniestro, como es el caso de los sismos y los incendios; cuando existan niveles altos de ruido los cuales deben ser calificados de acuerdo a los procedimientos y rangos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas 11-STPS-1993 y 80-STPS-1993, propongo en esta investigación que para alertarlos se debe codificar y hacer obligatorio el uso de alarmas y dos colores de luz en las mismas: café que indique peligro de sismo y rojo para los incendios.

Esta codificación debe ser aplicada en las Normas de Seguridad e Higiene en el Trabajo y en los Reglamentos de Protección Civil, así como verificada por “Visto bueno bomberos”.

Son varias las dependencias que pueden intervenir en el mejoramiento, actualización y aplicación, además de su estricta vigilancia en el cumplimiento, de normas y reglamentos que pongan en una mejor ventaja a las personas con este tipo de carencias.

La Ley Orgánica de la Administración Pública Federal en su artículo 26 establece cuales son las dependencias del gobierno que coadyuvan al Poder Ejecutivo de la Unión en los asuntos del orden administrativo.

Las dependencias que destacan por su importancia en esta investigación son: la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, la Secretaría de Gobernación y la Secretaría de Seguridad Pública en el Distrito Federal. Además de estas dependencias gubernamentales está el Honorable Congreso de la Unión, el cual está facultado para legislar y promulgar leyes para un mejor funcionamiento y seguridad de la vida nacional. Las normas y reglamentos ya existentes serán detallados junto con cada una de las funciones que desempeñan las dependencias gubernamentales.

### **3.1 Secretaría del Trabajo y Previsión Social, como factor fundamental en la prevención de desastres en la industria.**

El artículo 123 fracción XV de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece que los empresarios están obligados a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento y adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores.

La ley Orgánica de Administración Pública Federal, establece en su artículo 40 fracciones I y XI que a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social le corresponde vigilar la observancia y aplicación de las disposiciones relativas contenidas en el artículo 123 y demás de la Constitución Federal, en la Ley Federal del Trabajo y sus reglamentos, así también, estudiar y ordenar las medidas de seguridad e higiene industriales, para la protección de los trabajadores y vigilar su cumplimiento.

Los artículos de mayor importancia de la Ley Federal del Trabajo en materia de seguridad e higiene son:

Artículo 512. En los reglamentos de esta ley, en los instructivos que las autoridades laborales expidan con base en ellos, se fijarán las medidas necesarias para prevenir los riesgos de trabajo y lograr que éste se presente en condiciones que aseguren la vida y la salud de los trabajadores.

Artículo 523 Fracción I. La aplicación de las Normas de trabajo compete, en sus respectivas jurisdicciones, a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

Artículo 524. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social y los departamentos y direcciones del trabajo tendrán las atribuciones que les asignen sus leyes orgánicas y las Normas de Trabajo.

Artículo 527 último párrafo. Que a la letra dice, también corresponderá a las autoridades la aplicación de las Normas de Trabajo en los asuntos relativos a conflictos que afecten a dos o más entidades federativas; contratos colectivos que hayan sido declarados obligatorios en más de una entidad federativa; y, obligaciones patronales en materias de capacitación y adiestramiento de sus trabajadores y de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

Para que cualquier dependencia del gobierno pueda expedir una norma, ésta debe estar en función de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social debe hacer énfasis en los siguientes artículos:

Artículo 3o Fracción XI. Para los efectos de esta Ley se entiende por, Norma Oficial Mexicana, la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

Artículo 38 Fracción II. Corresponde a las dependencias del gobierno según su ámbito de competencia, expedir Normas Oficiales Mexicanas en las materias relacionadas con sus atribuciones y determinar su fecha de entrada en vigor.

Artículo 40 Fracciones I y VII. Las Normas Oficiales Mexicanas tendrán como finalidad establecer, las características y/o especificaciones que deban reunir los productos y procesos cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal, el medio ambiente general y laboral, o para la preservación de los recursos naturales, así también la nomenclatura, expresiones, abreviaturas, símbolos, diagramas o dibujos que deberán emplearse en el lenguaje técnico industrial, de servicios o de comunicación.

Artículo 41. Establece que una Norma Oficial Mexicana debe tener entre otras menciones que considere convenientes para la debida comprensión y alcance de la norma, el grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base en su elaboración, la mención de la o las dependencias que vigilarán el cumplimiento de las normas cuando exista concurrencia de competencia.

Artículo 43. En la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas participarán, ejerciendo sus respectivas atribuciones, las dependencias a quienes corresponda la regulación o control del producto, servicio, método, proceso o instalación, actividad o materia a normalizarse.

Artículo 44. Este artículo menciona en su penúltimo y último párrafo que para la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas se deberá revisar si existen otras normas relacionadas, en cuyo caso se coordinarán las dependencias correspondientes para que se elabore de manera conjunta una sola Norma Oficial Mexicana por sector o materia, además, las personas interesadas podrán presentar propuestas a las dependencias, las cuales harán la evaluación correspondiente y en su caso, presentarán al comité respectivo el proyecto de que se trate.

Artículo 45. Establece los lineamientos que se tienen que considerar en un anteproyecto para su discusión en los comités, en este caso corresponde el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral.

Artículo 46. En sus dos fracciones menciona las reglas para la elaboración y modificación de Normas Oficiales Mexicanas hechas por alguna dependencia u organismo, asimismo establece los plazos de tiempo máximos que tienen que cumplir tanto los comités como por quien realiza los trámites.

Artículo 47. Establece los procedimientos a los que se ajustarán los proyectos de Normas Oficiales Mexicanas.

Por otro lado, el Reglamento Federal de Seguridad e Higiene en el Trabajo, establece en su artículo 6o. que la Secretaría del Trabajo, en los análisis que para la elaboración de Normas se requieren formular de conformidad con lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (expuesta anteriormente), deberá justificar que las obligaciones o restricciones que se impongan a los patrones y trabajadores eviten:

- I. La creación de riesgo o peligro a la vida, integridad física o salud de los trabajadores en los centros de trabajo, y
- II. Un cambio adverso y sustancial sobre el medio ambiente del centro de trabajo, que afecte o pueda afectar la seguridad o higiene del mismo, o de las personas que ahí laboran.

Por lo anterior, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social ha realizado un papel muy importante en materia de seguridad e higiene en los centros industriales, lo que le ha permitido realizar más de ciento dieciséis normas, mismas que vigila la propia dependencia para su cabal cumplimiento.

De las normas que la Secretaría ha emitido resaltan por su importancia para este trabajo de investigación las siguientes:

NOM-002-STPS-1994. Relativa a las condiciones de seguridad para la prevención y protección contra incendio en los centros de trabajo.

Objetivo: establecer las condiciones de seguridad para la prevención contra incendio en los centros de trabajo y protección de los trabajadores.

NOM-011-STPS-1993. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

Objetivo y campo de aplicación: establecer las medidas para mejorar las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que por sus características, niveles y tiempo de acción sean capaces de alterar la salud de los trabajadores, así como la correlación entre los niveles máximos permisibles de ruido y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo.

NOM-026-STPS-1994. Relativa a seguridad, colores y su aplicación.

Objetivo: establecer los colores que se deben utilizar en materia de medicina, seguridad e higiene, en todos los centros de trabajo.

NOM-027-STPS-1994. Relativa a las señales y avisos de seguridad e higiene.

Objetivo: establecer el código para elaborar señales y avisos de seguridad e higiene, así como las características y especificaciones que éstas deben cumplir.

Campo de aplicación: se aplica a las señales y avisos de seguridad e higiene que deben emplearse en los centros de trabajo, y no es aplicable a señales o avisos con iluminación propia.

NOM-028-STPS-1994. Relativa a seguridad y código de colores para la identificación de fluidos en tuberías.

Objetivo: establece el código de colores que se debe utilizar para la identificación de fluidos conducidos en tuberías, para propósitos de seguridad en el trabajo. El código emplea un número limitado de colores.

NOM-080-STPS-1993. Relativa a higiene industrial, medio ambiente laboral, determinación del Nivel Sonoro Continuo Equivalente, al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo.

Objetivo: establece los métodos para determinar el Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE) al que se exponen los trabajadores en el centro de trabajo.

NOM-105-STPS-1994. Relativa a seguridad, tecnología del fuego, terminología.

Objetivo: establece los términos y definiciones generales utilizados en la terminología del fuego para establecer las normas y reglamentos correspondientes.

De las citadas normas la NOM-027- menciona en el punto 3.1. inciso H que el patrón debe establecer por escrito un plan de emergencia para evacuación en caso de incendio que incluya su difusión, entrenamiento y la verificación de su aplicación, así como disponer de un sistema de alarma audible y/o visible para advertir al personal en caso de emergencia.

Como el presente trabajo de investigación tiene el propósito de encontrar alternativas de alertamiento para personas con problemas auditivos, ya sean permanentes o temporales, es recomendable, considerando mi propuesta, que esta norma debiera decir en el mismo inciso de la siguiente manera “disponer de un sistema de alarma audible y otro con emisión de luz roja intermitente para advertir al personal en caso de emergencia

y sea más efectiva su alertación". De esta manera no se deja a libre interpretación y hace obligatorio el uso e instalación de un sistema de seguridad por medio de luz.

El ruido es definido en la NOM-011- STPS- como todo sonido desagradable, molesto, generalmente aleatorio que no tiene componentes bien definidos, que interfiere con el sueño, trabajo o que lesiona o daña física o psicológicamente al individuo.

Por lo tanto el ruido es capaz de mermar los sentidos del ser humano ocasionándole un sin número de accidentes, por lo que esta norma conjuntamente con la NOM-080- STPS- establecen los niveles máximos permisibles con o sin equipo de protección, a los que puede estar expuesto un trabajador en un determinado periodo de tiempo, para prevenir daños principalmente al sistema audible.

Considerando lo anterior las empresas que tienen niveles altos de ruido hacen más evidente la necesidad de contar con alarmas a base de luz intermitente, fija o giratoria de color rojo para incendios y café para sismos, que les permita alertar a quienes ahí habitan ante cualquier eventualidad que ponga en riesgo su salud.

Un caso práctico como ejemplo para determinar el Nivel Sonoro Continuo Equivalente, es el que se presenta en las figuras del 3.1. al 3.6. Este tipo de estudios que toda empresa debe realizar sirve como parámetro para determinar en un momento dado a los negocios que necesitan sistemas de alertación a base de luz.

A S I S T E N C I A M E D I C A I N T E G R A L

CONSULTORES EN MEDICINA FAMILIAR EMPRESARIAL Y DEL DEPORTE

MEDICION DEL RUIDO PRACTICADA A:

" HILATURAS AMEX S.A. DE C.V. "

FEB 24 9 31 AM '89  
 DIRECCION GENERAL  
 DE INSPECCION  
 FEDERAL DEL TRABAJO

RECIBIMOS

GENERALIDADES:

Se consideran los sonidos más lesivos aquellos superiores a 85 db A ( decibeles nivel sonoro A ) y con una frecuencia desde 1000 a 6000 Hertz ( siendo más peligrosos los sonidos agudos que los graves ); el tiempo de exposición tiene relación directa con la severidad del daño y se considera en general que para que no exista daño auditivo el tiempo de exposición de los trabajadores en una jornada de trabajo, no excederá al consignado en la siguiente tabla:

EN FUNCION DEL NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE PARA RUIDO ESTABLE, CONFORME AL REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE DE LA SECRETARIA DEL TRABAJO

HORAS DE JORNADA	NIVEL SONORO db A
8	90
4	93
2	96
1	99
0.5	102
0.25	105

*[Handwritten signature and initials]*

Referente al tipo o clase de exposición se sabe que provocan mayor daño las exposiciones a sonidos constantes y los sonidos transitorios o por transición repetidas, que las exposiciones fraccionadas a sonidos estables o inestables.

Figura 3.1.

Los períodos de evolución en el trauma acústico crónico son ;

#### INSTALACION

Es asintomática reversible y habitualmente se observa en personas expuestas a niveles de presión acústica incrementados, durante menos de tres años.

#### LATENCIA TOTAL

Solo se manifiesta el daño en audiometrías y habitualmente se observa éste período entre los 3 y 5 años de exposición.

#### LATENCIA SUBTOTAL

Clínicamente aparece sordera moderada, acúfenos ( zumbidos ) y en ocasiones vértigo, este período ocurre entre los 5 y 10 años de exposición.

#### SORDERA MANIFIESTA

Existe sordera severa que interfiere con la comunicación y además hay acúfenos intensos con deterioro en la producción del lenguaje y habitualmente ocurre después de más de 10 años de exposición.

#### CONDICIONES DEL ESTUDIO

El estudio se realizó con un sonómetro marca " REALISTIC " modelo No. 42-3019 con batería nueva.

La medición del ruido se llevo a cabo en cada puesto de trabajo y por áreas a saber;

Figura 3.2.

## ÁREAS MONITOREADAS

### CONTINUAS

2 A .....	89 db A
ENTRE 2 B Y 3 A .....	89 db A
ENTRE 3 B Y 4 A .....	89 db A
5 A .....	90 db A
ENTRE 5 B Y 6 A .....	90 db A
6 B .....	89 db A
1 .....	88 db A

### WARNER (PREPARACIÓN)

PRIMER PASO: CABEZA .....	93 db A
ALIMENTADOR .....	90 db A
SEGUNDO PASO: CABEZA .....	96 db A
ALIMENTADOR .....	94 db A
TERCER PASO: CABEZA .....	97 db A
ALIMENTADOR .....	91 db A
PUNTO INTERMEDIO DE LOS TRES PASOS .....	95 db A

CONERAS ..... 88 db A

CENTRIFUGA (LAVADORA) ..... 82 db A

TINAS DE TEÑIR ..... 87 db A

CALDERA ..... 93 db A

TALLER MECÁNICO ..... 91 db A

Figura 3.3

<u>CONERAS DEVANADORAS</u>		
1	.....	87 db A
2	.....	87 db A
3 A	.....	81 db A
3 B	.....	82 db A
<u>HAMEL</u>		
A	.....	90 db A
B	.....	90 db A
<u>DOBLADORA</u>		
A	.....	90 db A
B	.....	91 db A
<u>RIETER</u>		
MOTOR	.....	95 db A
AL CENTRO	.....	92 db A
OTRO EXTREMO	.....	90 db A
<u>CARDA</u>	.....	78 db A
<u>BOLERAS</u>	.....	80 db A

Figura 3.4

## CONCLUSIONES

- 1) En todos los casos el ruido se consideró como ESTABLE, ya que NO existió una variación mayor a  $\pm 2$  db A.
- 2) Se detectaron las siguientes áreas problema:
  - \* WARNER ( PREPARACION ) CON UNA MAXIMA DE 97 db A.
  - \* CALDERA Y TALLER MECANICO: CON UNA MAXIMA DE 93 db A.
  - \* DOBLADORA: CON UNA MAXIMA DE 91 db A.
  - \* RIETER: con una maxima de 90 db A.
- 3) Se sugiere la utilización de protector auditivo tipo concha en todas las áreas problema ( NO TAPON AUDITIVO ).
- 4) Se sugiere establecer ROTACION en el área de WARNER ( turnos de 2 a 4 horas ).
- 5) Se sugiere realizar AUDIOMETRIA TONAL REDUCIDA CON GRAFICA a todos los trabajadores con más de 3 años de antigüedad y que estén o que estuvieran ubicados en las áreas problema.
- 6) Se sugiere eficientizar el mantenimiento del equipo de las áreas problema.
- 7) Se sugiere al departamento de Ingeniería tratar de abatir la emisión de ruido en el área de WARNER.
- 8) Se sugiere realizar una campaña permanente de seguridad e higiene, con la finalidad de promover y vigilar el buen uso del equipo protector.

SE ANEXAN CALCULOS

*Dn. Rosent. Moreno A.*

Figura 3.5.



SECRETARÍA DEL TRABAJO  
Y PREVISIÓN SOCIAL

DEPENDENCIA: Dirección General de Inspección  
Federal del Trabajo  
SECCION: Dirección de Normas de Trabajo  
NESA: Departamento de Asesoría y  
NOMERO DEL OFICIO: Orientación  
PAPELENTE:

ASUNTO: Se contesta escrito  
México, D.F., 30 de abril de 1997

3420

C. Sulem Schabas Roth  
Representante Legal de:  
FILATURAS AMEX, S.A. DE C.V.  
Alameda No. 118  
Col. Baza C.P. 06270  
Deleg. Cuauhtémoc  
México, D.F.

Me refiero a su escrito con fecha 3 de febrero de 1997, en el cual nos envían las evaluaciones de polvos totales en las áreas de devanado, caldera..... y ruido en las áreas de: continuas, warner, coneras, centrífugas, tina de teñir, caldera, taller mecánico, coneras devanadoras, hamel, dobladora, reiter, carda y boleras de ese centro de trabajo.

En lo referente a la evaluación de ruido,

Se concluye que: en las áreas de continua, warner, caldera, taller mecánico, hamel, dobladora y reiter, se rebasan los niveles máximos permitidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS, por lo que, deberán implementar un programa de medidas tendientes a disminuir los estándares detectados como fuera de norma, el cual debe incluir las fechas de inicio y terminación de cada una de ellas, las cuales no deberán de exceder un término de seis mese y que serán sustentadas con los elementos técnico y/o de ingeniería y atendiendo el orden prioritario señalado en el punto 4.4.3.1. relativo al

Asimismo, será necesario que remita a esta Unidad Administrativa dicho programa para su análisis, en un plazo no mayor de 30 días contados a partir de que reciban el presente.

Atentamente  
SUPRAGIO EJECUTIVO, NO RESPUESTA

Mr. José Víctor Hugo Rodríguez  
Director de Normas de Trabajo

C.C.P.  
Mr. Joaquín Hanes Casas.- Director General de Inspección Federal del Trabajo.  
Mr. José Alberto Casas Andrade.- Director de Inspección y Programas.  
Ing. Victor Pedro Pérez.- Jefe del Departamento de Asesoría y Orientación.

AL CONVENIR ESTE OFICIO DEBE  
CONSERVARSE EN EL ARCHIVO  
DEL DEPARTAMENTO DE ASesorIA

PPHEC/sfva  
#oc

0388

Figura 3.6.

Se puede apreciar en el inciso 3 de las conclusiones del estudio, que se sugiere como una alternativa el uso de un protector auditivo tipo concha el cual aísla casi por completo al trabajador del medio que lo rodea.

Por otro lado, la contestación por parte de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, en su último párrafo hace alusión al punto 4.4.3.1. de la NOM-STPS-011- que a la letra dice “cuando la magnitud de los niveles de ruido pueda alterar la salud de los trabajadores, según los niveles máximos permitidos de exposición referidos en la presente NOM-STPS-, se establecerá un programa de conservación de la audición, para la cual deberán observar, en su orden, las siguientes medidas”:

- A) Modificar o sustituir la maquinaria o equipo que esté alterando el medio ambiente de trabajo con ruido capaz de causar daño a la salud de los trabajadores por otro que no lo cause.
- B) Modificar el procedimiento de trabajo.
- C) Modificar los componentes de frecuencia con mayor posibilidad de daño para la salud de los trabajadores.
- D) Atenuar la magnitud del ruido utilizando técnicas y materiales específicos que no produzcan nuevos riesgos a los trabajadores, procurando:
  - D.1 Aislar las fuentes emisoras y/o;
  - D.2 Disminuir su propagación.
- E) Desarrollar un programa de utilización del equipo de protección personal auditivo.
- F) Manejar los tiempos de exposición de los diferentes trabajadores por jornada de trabajo mediante la rotación de los mismos, a efecto de no exceder los máximos permisibles.

De los incisos anteriores la solución que resulta ser más económica y práctica de todas y que la mayor parte de las empresas adopta, es la que se detalla en los incisos E y

F; en cualquiera de los casos en que se encuentre un trabajador será considerada como persona con problemas auditivos temporales.

La NOM-026-STPS- establece claramente el uso del color rojo y su contraste, al cual le corresponde el blanco; asimismo en el punto 7.1 dice que el rojo debe ser el color básico de seguridad para la identificación de:

- a) Equipo, aparatos y tuberías de incendio.
- b) Paro.
- c) Prohibición.
- d) Riesgos de inflamabilidad y explosividad.

Para que se pueda dar la real aplicación del color en las alarmas en la presente propuesta, esta norma en su punto 7.1.1.1 debe decir de la siguiente manera : Equipos, aparatos, tuberías y alarmas contra incendio tanto sonoras como la de luz visible.

Por otro lado, la tabla I de la misma norma debe tener además de los colores rojo, verde, azul, amarillo, magenta y negro, el color café así como un punto 8.5. que diga lo siguiente: café como color básico para la identificación de:

- a) alerta de sismo.

También debe tener un punto 8.5.1 “Aplicación del color café” y su respectivo punto 8.5.1.1 “Equipo, aparatos y alarmas de sismos”.

La NOM-027-STPS-1994 establece en su punto 4.1. que el color de seguridad es aquel de uso especial y restringido cuya finalidad es indicar la presencia de peligro o bien una obligación a cumplir. Asimismo en el punto 4.2 define al color contrastante

como el que sirve para resaltar el color de seguridad. Por otro lado en el punto 4.3. la señal de seguridad e higiene se describe como un sistema que proporciona información de seguridad e higiene, el cual debe constar de una forma geométrica, un color de seguridad y un símbolo gráfico que se puede completar con un texto, lo más corto posible.

En este trabajo de investigación se pretende codificar dos colores pero con emisión de luz propia, por lo que si se verifica en la NOM-027-STPS- se puede ver que en el punto dos dice textualmente en su último párrafo “no es aplicable a señales o avisos con iluminación propia” tal situación hace evidente que no se cuenta con una norma que dé a conocer una codificación de colores a base de emisión de luz propia como la propuesta en este trabajo.

Asimismo esta norma establece en su punto 7.1.1 los colores de seguridad y el significado asociado encontrándose el color rojo de la siguiente manera:

Color      significado

Rojo      paro, alto, prohibición. Este color se usa también para identificar el equipo contra incendio.

Así también en el punto 7.1.2. establece que el color contraste del rojo es el blanco.

Por otro lado la NOM-028-STPS- en el punto 6.1 establece que el color café en las tuberías debe ser usado para indicar la existencia de aceites minerales, vegetales y animales, combustibles líquidos. Sin hacer ninguna otra aplicación de importancia.

La no codificación y obligatoriedad de señales emisoras de luz propia o siquiera de sonido hace imposible una verdadera prevención de desastres. No obstante lo anterior las

normas mexicanas, sin que sea de manera explícita, recomiendan la instalación de sistemas de prevención de incendios, pero no hacen mención alguna en el caso de sismos, derrames de sustancias tóxicas, químicos de alta peligrosidad u otros siniestros que se pudieran presentar.

### **3.2 Secretaría de Gobernación, como factor fundamental en la prevención de desastres en el país.**

La ley Orgánica de la Administración Pública Federal en su artículo 26 define como dependencia del Poder Ejecutivo de la Unión a la Secretaría de Gobernación que, dentro de sus múltiples funciones tiene a su cargo ver por la seguridad nacional en el más amplio y estricto sentido de la palabra.

Es importante mencionar que por decreto<sup>1</sup> presidencial se crean las bases para el establecimiento del Sistema Nacional de Protección Civil, en cuyo artículo tercero se faculta a la Secretaría de Gobernación para coordinar todas las acciones que, en el ámbito de la Administración Pública Federal, deban realizarse a fin de lograr la adecuada y oportuna integración y operación de este sistema.

El Sistema Nacional de Protección Civil es un conjunto orgánico y articulado de estructuras y relaciones funcionales, métodos y procedimientos que establecen las dependencias y entidades del sector público entre sí, con las organizaciones de los diversos grupos privados y sociales y con las autoridades de los estados y municipios a fin de efectuar acciones de común acuerdo destinadas a la protección de los ciudadanos contra peligros y riesgos que se presentan en la eventualidad de un desastre.

De este modo, el Sistema involucra a todas las entidades del país y dependencias del Gobierno Federal especialmente las que tienen o realizan actividades afines de protección civil, tanto de carácter normativo como operativo; de igual manera a través de los mecanismos de coordinación, concertación e inducción, a las unidades de los gobiernos estatales y municipales, del Distrito Federal y sus Delegaciones, y de las organizaciones sociales y privadas en el ámbito de la prevención y atención de desastres.

Por esta razón cada entidad federativa cuenta con un sistema de protección civil, así por ejemplo en el D.F. está integrado por:

1. El Jefe de Gobierno, quien funge como coordinador general.
2. El Consejo de Protección Civil del D.F.
3. Los Consejeros Delegacionales de Protección Civil.
4. Las instituciones públicas y organizaciones privadas, civiles, órganos desconcentrados y entidades de la administración pública federal.

Sus objetivos son los siguientes:

- a) Dar permanencia y precisión a la coordinación entre los diversos participantes en las tareas de protección civil, tanto en el cumplimiento interno de sus funciones en la materia, como en sus interrelaciones en la misma y con los sectores público, privado, social y académico.
- b) Establecer los mecanismos de prevención más adecuados aplicando los avances tecnológicos que permitan reducir o mitigar los efectos de los fenómenos.
- c) Prevenir y mitigar los daños que pueda ocasionar cualquier fenómeno perturbador que impacte directa o agregadamente en la población, así como su entorno.
- d) Procurar el funcionamiento de los servicios vitales, los sistemas estratégicos y la planta productiva.

Por otra parte cabe hacer mención de que el Sistema Nacional de Protección Civil prevé la implantación de un Centro de Estudios de Desastres como un instrumento de carácter técnico, que amplíe el conocimiento sobre los agentes perturbadores, así como

para promover y alentar sobre bases científicas una preparación y atención más adecuada ante la ocurrencia de desastres.

De esta forma se crea por decreto presidencial<sup>2</sup> el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), éste es un órgano administrativo desconcentrado jerárquicamente subordinado a la Secretaría de Gobernación.

El objeto del Centro Nacional de Prevención de Desastres es el de estudiar, desarrollar, aplicar y coordinar tecnologías para la prevención y mitigación de los desastres, promover la capacitación profesional y técnica sobre la materia.

Tiene entre otras las siguientes funciones:

1. Investigar, estudiar y observar los peligros y daños provenientes de elementos, agentes o fenómenos naturales o tecnológicos, que puedan generar desastres, estando siempre en coordinación con las demás dependencias.
2. Promover, apoyar y llevar a cabo la capacitación, de profesionistas, especialistas y técnicos mexicanos.
3. Asesorar y apoyar a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal en la prevención de desastres, a través del Sistema Nacional de Protección Civil y en base a la suscripción de convenios, a los gobiernos de las entidades federativas y los municipios, así como a otras instituciones de carácter social y privado.

---

<sup>2</sup> Diario Oficial de la Federación, 20 de Septiembre de 1988. Pág. 3.

4. Desarrollar investigaciones sobre el origen, causa, consecuencias y comportamiento de los agentes perturbadores que inciden en el país.
5. Instrumentar y, en su caso operar, redes de detección, monitoreo, pronóstico y medición de riesgos, en cooperación con las dependencias responsables.

Del programa interno de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación emanan los diferentes documentos normativos que existen en las treinta y dos entidades de la Federación y establecen una señalización universal para casos de emergencia.

Por su importancia en esta investigación, la Norma Oficial Mexicana en materia de Protección Civil es la NOM-S-PC-I-1992; no es de carácter obligatorio y solamente es tomada como norma de referencia en la elaboración de señales y avisos, estableciendo los colores, formas y símbolos a utilizar.

El campo de aplicación es dirigido a los lugares públicos o privados en relación a la prevención de riesgos, de acuerdo a las características y condiciones del lugar y donde exista concentración de personas, en todo el territorio nacional. Para su elaboración se basaron en las normas NOM-S-14-1971 y NOM-S-15-1992, las cuales fueron posteriormente actualizadas y sustituidas por NOM-026-STPS-1994 y NOM-027-STPS-1994 respectivamente, pero el contenido de estas últimas no afecta en nada a la NOM-S-PC-1992, que por este motivo tampoco hace referencia a la codificación de colores en alarmas a base de emisión de luz propia.

Asimismo la Secretaría de Gobernación a través de la Dirección General de Protección Civil es quien regula y vigila que cada entidad federativa cuente con un programa de protección civil, por esta razón hoy en día existe una oficina de protección civil en cada uno de los municipios del país y en las delegaciones del Distrito Federal.

En los estados de la República, las Unidades Estatales de Protección Civil y los Gobiernos Municipales por medio de las dependencias correspondientes se encargan de vigilar el cumplimiento de las normas de seguridad establecidas en los diferentes reglamentos.

Para la presente investigación es de vital importancia hacer mención del reglamento de normas generales de señalización de protección civil para edificaciones con afluencia masiva de personas, cuyo objetivo es establecer las normas de señalización que deberán seguir los administradores, gerentes, poseedores, arrendatarios o propietarios de inmuebles que, por su propia naturaleza o por el uso al que sean destinados, reciban una profusión masiva y permanente de personas, lo anterior con el fin de identificar y establecer las rutas de evacuación, áreas de seguridad, equipos de emergencia y comportamiento de personas antes, durante y después de un siniestro o desastre, a fin de salvaguardar la integridad física de las personas usuarias y disminuir en lo posible la pérdida de bienes materiales.

El reglamento citado anteriormente define la señalización de protección civil como señales a base de placas fijas colocadas en lugares visibles con símbolos, leyendas o ambas, que tienen como objeto informar sobre determinadas acciones, instalación de equipos de emergencia y zonas de seguridad en los inmuebles para casos de siniestro.

De esta manera se puede apreciar la falta de un reglamento de protección civil que especifique la importancia de contar con sistemas de alarmas a base de sonido y otro a base de luz que permita a personas con problemas auditivos que se percaten del siniestro.

Así también en la ley de Protección Civil para el D.F. se establece que los administradores, gerentes, poseedores, arrendatarios o propietarios de inmuebles, están obligados a realizar simulacros por lo menos tres veces al año, en las escuelas, fábricas, industrias, comercios, oficinas, unidades habitacionales y otros establecimientos en donde haya continuamente muchedumbre, en coordinación con las autoridades competentes. De lo anterior es claro que en el país no existe una cultura de prevención, pues al ser una ley, ésta todavía no funciona como tal, no obstante que el no cumplimiento de la misma se sanciona con multas que van desde 150 hasta 300 veces el salario mínimo vigente en el D.F.

### 3.3 La Secretaría de Seguridad Pública y sus funciones

La descentralización administrativa por región consiste en “establecer una organización administrativa destinada a manejar los intereses colectivos que corresponden a la población radicada en una determinada circunscripción territorial”.<sup>1</sup>

La descentralización por región forma una entidad con cierta autonomía, bajo un régimen jurídico determinado, es decir, esta forma de organización administrativa se compone de una población que se agrupa en un territorio delimitado para solucionar necesidades que les sean comunes.

Como forma típica de este tipo de descentralización están los estados y municipios.

En base a lo anterior en el Distrito Federal, así como en los demás Estados de la República, a través de las dependencias, unidades administrativas, órganos desconcentrados, entidades de la Administración Pública Federal y sus órganos afines a la Secretaría de Seguridad Pública ligada a la dirección general de protección civil<sup>2</sup>, las empresas realizan el trámite conocido como “Visto bueno de bomberos”, cuyo verdadero nombre es: “Visto bueno de prevención de incendios”.

Este documento tiene como propósito encontrar las medidas pertinentes que coadyuven a la prevención de incendios, en los centros de trabajo, asimismo es otorgado sólo a los centros de trabajo que cumplan cuando menos con las medidas mínimas que garanticen plena seguridad.

---

<sup>1</sup> Fraga. Derecho Administrativo. Edit. Porrúa S.A. 10ª edición, 1963, pág.208

<sup>2</sup> Superintendente General Rodolfo Debernardi. Secretario de Seguridad Pública. entrevista personal, 01 de abril 1998.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Llenar con los datos correspondientes la solicitud del Visto bueno de prevención de incendios en las oficinas de la dirección de siniestros y rescate, anexando un croquis de localización de la industria, o negocio.
2. Se realiza un peritaje por parte de la dependencia en el lugar correspondiente, el cual tiene como objetivo evaluar la zona y clasificar el grado de riesgo, así como recomendar las medidas necesarias para minimizar un siniestro.
3. Se otorga el Visto bueno de prevención de incendios, si cumple con las medidas mínimas de seguridad.

El objetivo de este documento es dictaminar el grado de riesgo en los centros de trabajo y otorgar plena seguridad ante un incendio a los que ahí habitan.

La Secretaría de Seguridad Pública y sus afines en las diferentes entidades de los Estado de la República tienen dentro de sus múltiples funciones coadyuvar a los H. Cuerpos de bomberos a salvaguardar los bienes materiales, así también investigar y dictaminar las causas que originaron el siniestro cuando éste ocurre.

La Secretaría de Seguridad Pública en coordinación con otras dependencias del gobierno tienen como objetivo brindar seguridad a la población civil ante cualquier siniestro, pero cuando éste alcanza niveles de desastres, son las dependencias del gobierno federal las que se coordinan entre ellas y a la vez organizan a quienes pretenden contribuir en las tareas de ayuda y rescate.

En la tabla 3.1. se ve en forma resumida la distribución de funciones entre las dependencias y organismos del gobierno federal.

Dependencias y Organismos Oficiales	Funciones						Comunicación Social de Emergencia	Reconstrucción Inicial y Vuelta a la Normalidad
	Alertamiento	Evaluación de Daños	Planes de Emergencia	Coordinación de Emergencia	Seguridad	Salud		
C.N.O.		X	X	X				
S.G.	X		XX	XX	X		X	
S.R.E.		XX	XX	XX				
SEDENA		XX	XX	XX	X	XX		
S. Marina			XX	XX	X	XX		
S.H.C.P.		XX	XX	XX				
SE		XX	XX			XX		
SECOFI		XX	XX	XX				XX
S.A.G.A.R.		XX	XX					XX
S.C.T.	XX	XX	XX	XX	XX		XX	XX
SEDESOL		XX	XX	XX				X
S.E.P.		XX	XX					XX
S.S.		XX	X	XX		X		XX
PGR			XX		XX			XX
PEMEX		XX	XX					XX
C.F.E.		XX	XX					XX
I.M.S.S.		XX	XX			XX		XX
I.S.S.S.T.E.		XX	XX			XX		XX
CONASUPO			XX					XX
D.I.F.			XX					XX

**XX** Coordinador Técnico del programa

**X** Corresponsables

(C.N.O. Centro Nacional de Operaciones)

Tabla 3.1. Distribución de auxilio entre Dependencias del gobierno y algunos Organismos

Las dependencias con diferentes orígenes, ya sean éstas del gobierno federal como es el caso de Protección Civil o estatal como la Secretaría de Seguridad Pública, en ocasiones compiten o competían por otorgar el llamado “Visto bueno de bomberos”,

Pero esta situación no debe generar ningún problema, ni conflictos entre las dependencias o por parte del sector público o privado, pues existe más confianza ya que de las visitas por parte de los inspectores lo que importa es encontrar un punto de equilibrio que de plena confianza y seguridad.

No son el único caso que se suscita o se pudiera dar entre las dependencias del Gobierno o entre órganos administrativos y cuando esto pasa, existe jurídicamente una validación de los documentos.

Así por ejemplo, en la tabla 3.2 podemos ver la distribución de funciones de prevención entre las dependencias y organismos.

Dependencias y Organismos Oficiales	Fenómenos				
	Geológicos	Hidrometeorológicos	Químicos	Sanitarios	Socio-Organizativos
S.G.					XX
SEDENA	X	X	X		
S. Marina	X	X	X	X	
SE	X		XX	X	
SECOFI			XX	X	
S.A.G.A.R.	X	XX	X	X	
S.C.T.	X				XX
SEDESOL	XX	X	XX	XX	X
S.E.P.	X	X			
S.S.	X	X	X	XX	X
S.T.P.S.			XX		X
SEMARNAP		X			
PEMEX	X		X	X	
C.F.E.	X	X	X	X	
I.M.S.S.				X	
I.S.S.S.T.E.				X	

**XX** Coordinador Técnico del programa

**X** Corresponsables

Fuente: Organización - Organismo Ejecutivo de participación - SEGOB, 1987

Tabla. 3.2. Distribución de funciones de prevención entre dependencias y Organismos

En las tablas anteriores se aprecian dos factores importantes para la prevención de desastres por un lado los coordinadores técnicos que son los que diseñan los planes a seguir y vigilan en muchos de los casos que estos se cumplan, y por otra parte los corresponsables que son los que mitigan los daños que pudieran causar los desastres.

## Capitulo IV

**Tipos más comunes de  
alarmas sísmicas y contra  
incendios, instaladas en  
diferentes centros de trabajo**

#### **IV. Tipos más comunes de alarmas sísmicas y contra incendios, instaladas en diferentes centros de trabajo**

Un sistema de alarma contra incendios resulta ser tan importante que en la década pasada la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos de Norte América, (OSHA<sup>1</sup>), revisó sus normas sobre incendios, el resultado fue hacer obligatorio el sistema de notificación para empleados en todas las plantas industriales. De acuerdo a la OSHA, en una fábrica de 10 empleado o menos, es aceptable un altavoz de alarma, siempre y cuando todos los empleados puedan oírla.

Saber si existen o no, alarmas sísmicas o contra incendios en los centros de trabajo, de espectáculos, o educativos donde se ponga en peligro la integridad física de los seres humanos, animales, o el ecosistema, es de vital importancia para esta investigación, pues lejos de convertirnos en jueces o verdugos tratamos de identificar la situación real desde otra perspectiva.

Por otro lado, tener una estimación de las empresas y organismos públicos y privados en relación a si conocen las leyes y reglamentos que ayuden la prevención de sismos e incendios nos permite tener una referencia en la relación comunicativa entre el gobierno y los sectores público, privado y civil.

Sólo con datos verídicos proporcionados por quienes afectan las normas y reglamentos tendremos parámetros reales y con esto, toma de decisiones acordes con la problemática actual.

---

<sup>1</sup> OSHA. Op. Cit. Parte 1910.38. (A) (3) (I).

#### 4.1 Clasificación de las alarmas sísmicas

Básicamente existen dos tipos de alarmas sísmicas, las cuales se clasifican de la siguiente manera:

1. Alarma sísmica de alertamiento anticipado.
2. Alarma sísmica de alertamiento instantáneo.

En el primer caso, que corresponde al alertamiento anticipado, en todo el país sólo existe una alarma y esto es debido a que es muy costosa, además de su peculiar funcionamiento.

El Centro de Instrumentación y Registro Sísmico, A.C., mejor conocido como el CIREs, fue creado bajo los auspicios de la Fundación Javier Barrios Sierra, A.C., en el campo de desarrollo e innovación tecnológica. El CIREs colaboró con las autoridades del DDF en el diseño e implantación del Sistema de Alerta Sísmica (SAS) en tiempo real para generar señales de prevención en la Ciudad de México ante la ocurrencia de sismos fuertes en la costa de Guerrero.

El SAS tiene como objetivo mitigar los efectos destructivos de los sismos en la población y en los bienes patrimoniales de la Zona Metropolitana, ante eventos que ocurran en las costas de Guerrero a 320 Km de distancia, ver figura 4.1, también permite conocer la ocurrencia de eventos sísmicos importantes mediante un conjunto de estaciones sismo detectoras que cubren la región de epicentros más frecuentes en la costa de Guerrero.

Al detectar un sismo, la estación de campo envía por radio hasta la ciudad de México señales de alertamiento sísmico en tiempo real; con base en que las ondas sísmicas

vian más lento que las ondas radioeléctricas, se puede anticipar su llegada hasta en aproximadamente 60s.

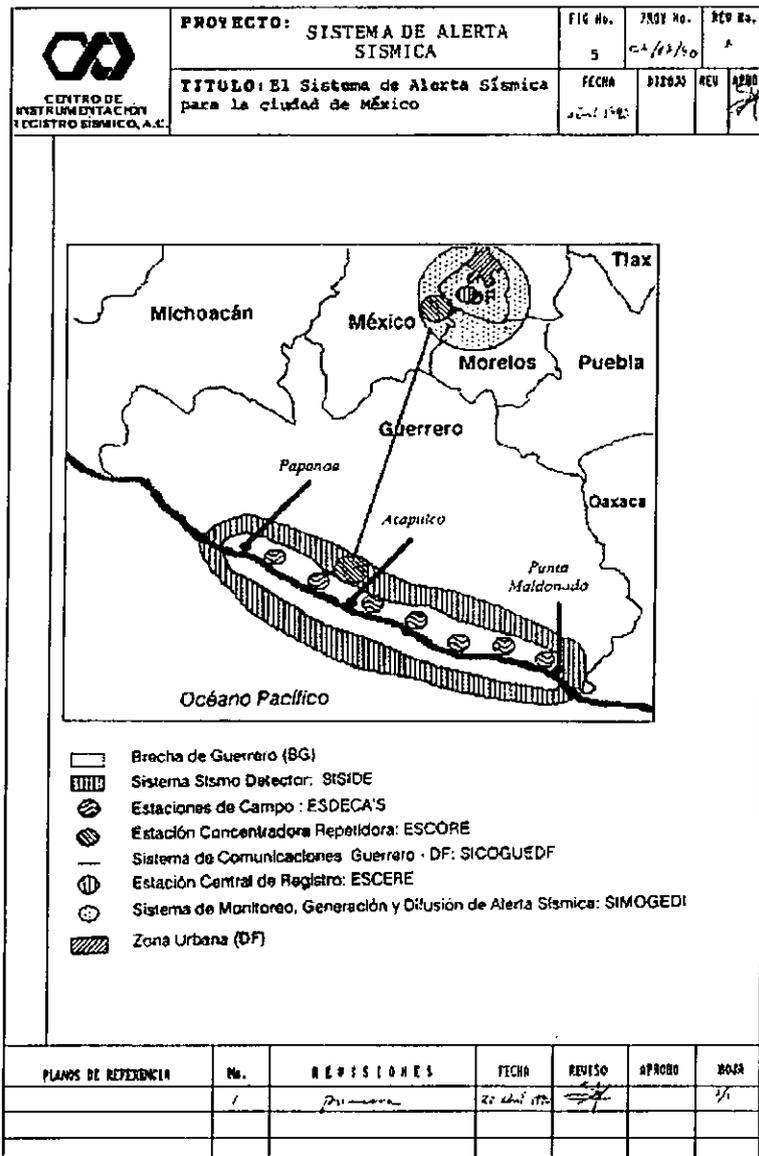


Figura 4.1. Sistema de Alerta Sísmica

Para este sistema se desarrolló un algoritmo que permite reconocer en las estaciones de campo, las aceleraciones causadas por sismos fuertes cercanos, ver figura. 4.2. Por otro lado también se creó la infraestructura electrónica para digitalizar y registrar su proceso.

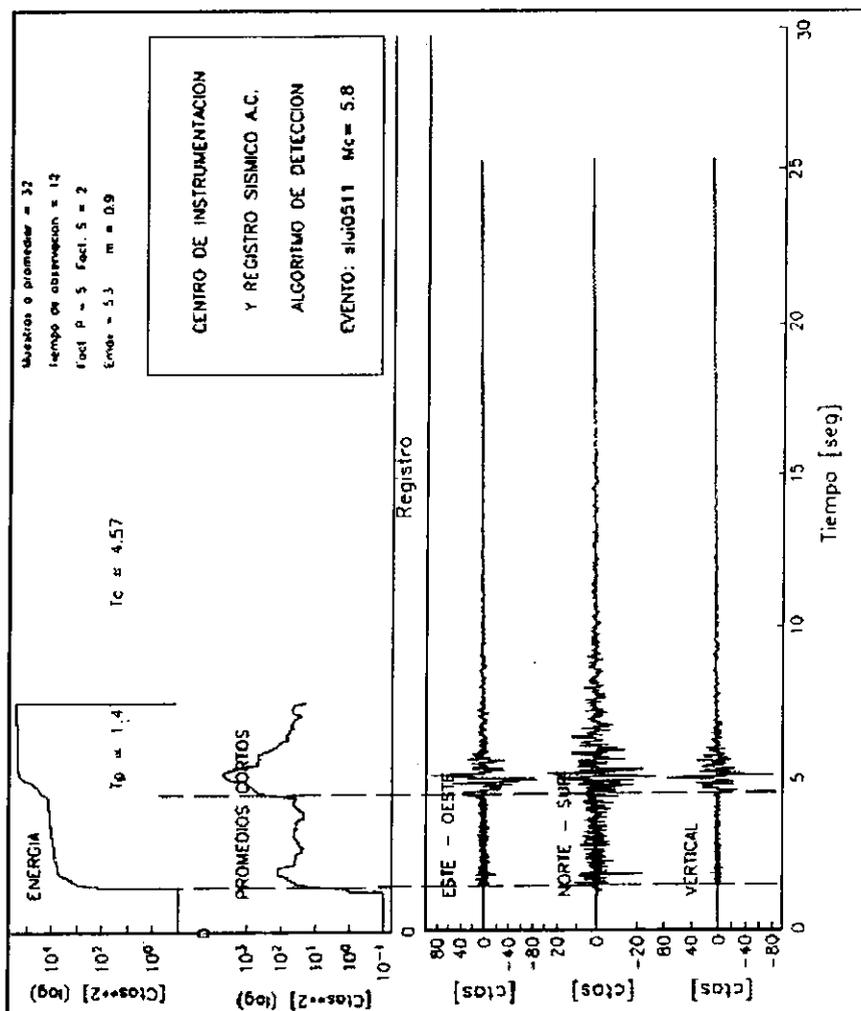


Figura 4.2. Algoritmo

Una vez detectado el sismo, la estación transmite la información de alerta codificada en formatos binarios, esto es posible con la ayuda del subsistema de telecomunicación entre Guerrero y el D.F. que permite enlazar en “tiempo real” las 12 estaciones de campo del SAS con la estación Central de Registro en el D..F., ver figura 4.3.

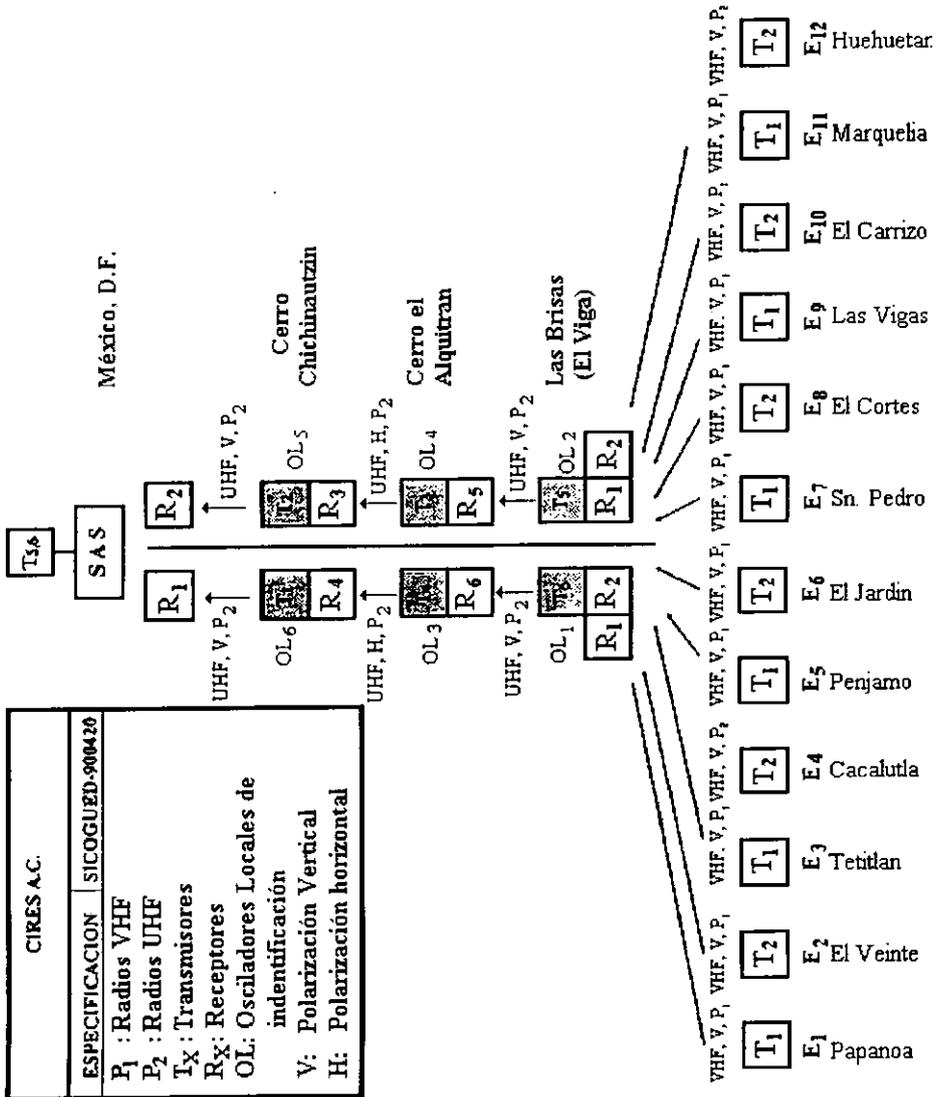
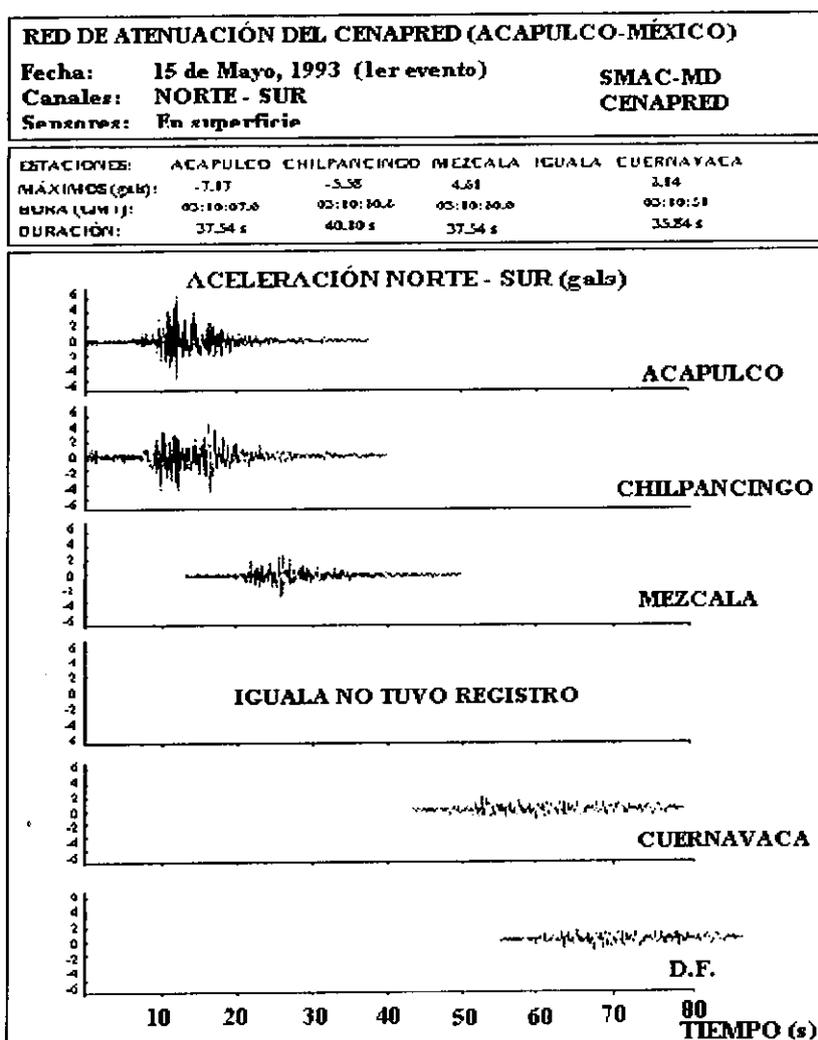


Figura. 4.3. Enlace de comunicación México - Guerrero.

La información recibida en el subsistema Detector de Señales de Alerta controla las transmisiones de señales de radio alerta jerarquizadas cuando la magnitud del sismo detectado es mayor a 6° en la escala de Richter, ver figura 4.4.



Registros C93017, C93019, C93021, C93023  
 Figura. 4.4. Información acelerográfica

La señal de radio alerta se usa entre otras cosas para tomar medidas que permitan mitigar los posibles efectos causados por un sismo de mayor magnitud, el Sistema controla la transmisión de señales de alertamiento que pueden alcanzar a la población y servicios vitales en la Zona Metropolitana.

Como se puede apreciar, el Sistema de Alerta Sísmica está basado en una red de acelerógrafos, los cuales son aparatos menos sensibles que los sismógrafos, y por lo que pueden hacer mediciones cerca del epicentro. El funcionamiento de este sistema de prevención es similar a la red de observación sísmica del CENAPRED, la cual se muestra en la figura 4.5, la red está dividida en dos subredes: la red de atenuación y la red de la ciudad de México.

La primera subred consta de 5 estaciones acelerográficas uniformemente distribuidas a lo largo de una línea entre Acapulco y México, todas ellas instaladas en la superficie sobre la roca firme. El propósito fundamental de este sistema es el registro de temblores en la zona epicentral y el estudio de las características de propagación de las ondas sísmicas en su trayectoria hacia la ciudad de México.

La segunda subred está formada por 11 estaciones instaladas en distintos puntos de la ciudad de México, esta red tiene como fin recabar información para el estudio de las ondas sísmicas provenientes de la costa incidentes en el Valle de México y para el comportamiento de los distintos suelos bajo la excitación sísmica, tanto en superficie como en diferentes profundidades.

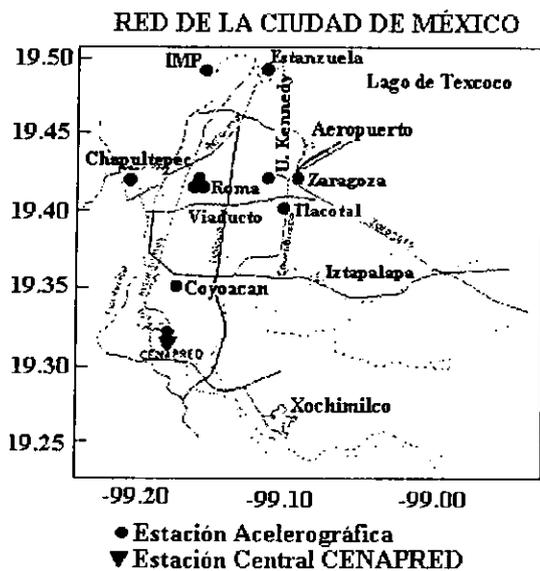
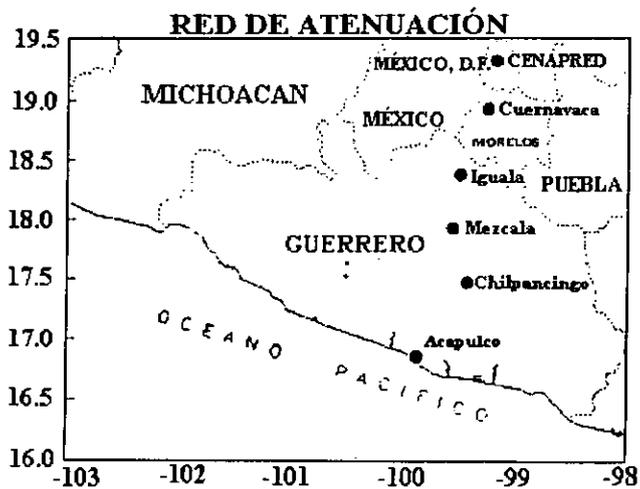


Figura. 4.5

Hoy en el país existen aproximadamente un total de 5252 acelerógrafos, de los cuales 4680 son del tipo digital y el resto corresponde al analógico.

Aunque un sistema de alarma sólo consta de unos cuantos acelerografos, no pueden existir más de dos alarmas sísmicas, pues deben de estar bien vigiladas para evitar que se presenten alertamientos prematuros, que puedan ocasionar incidentes. Por tal motivo esta red y otras más que existen en el país sólo hacen estudios que permiten encontrar nuevas alternativas de mitigación de los efectos causados por los sismos.

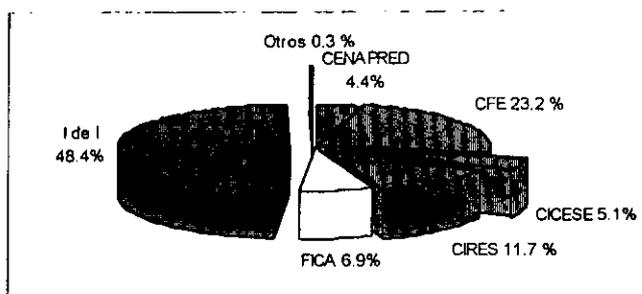
Las instituciones que cuentan con sus propios equipos y aportan información en materia de medición y prevención son:

Abreviación	Institución
CENAPRED	Centro Nacional de Prevención de Desastres, Secretaría de Gobernación, México, D.F.
CICESE	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, BCN.
CIRES	Centro de Instrumentación y Registro Sísmico, A.C., Fundación Javier Barios Sierra, México, D.F.
CFE-GIEC	Comisión Federal de Electricidad, Gerencia de Ingeniería Experimental y Control, México, D.F.
FICA*	Fundación ICA, México, D.F.
I de I - UNAM	Instituto de Ingeniería, UNAM, México, D.F.
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México, D.F.
UAP	Universidad Autónoma de Puebla
TLA	Edificio Torre Latino Americana, México, D.F.
WTC	Edificio Centro Mundial de Comercio, México, D.F.

\*A partir de febrero de 1993 los datos de FICA son registrados y procesados por el CIRES.

Fuente. Base Nacional de Datos de Sismos Fuertes, Catálogo de acelerogramas 1960 - 1996.

Porcentaje de aportación de datos en materia de prevención por instituciones que cuenta con equipo para este fin.



Fuente. Base Nacional de Datos de Sismos Fuertes Catálogo de acelerogramas 1960 - 1996

En cuanto a las alarmas sísmicas de alertamiento instantáneo existentes sólo son sirenas que son accionadas manualmente, actualmente muchas instituciones tanto públicas como privadas hacen uso de este sistema cuando escuchan por radio o teléfono la aproximación de un sismo, de esta forma alertan a quienes habiten el lugar.

De los dos tipos de alarmas, sin lugar a dudas el Sistema de Alerta Sísmico aún con todas sus limitantes es el que más confianza y seguridad da a la población, debido a sus características y con el fin que fue creado. Pero para que sea un sistema de seguridad éste debe ser independiente de mecanismos accionados por el ser humano.

## 4.2. Clasificación de las alarmas contra incendio

Los sistemas de protección contra incendios en las plantas industriales son dispositivos ligados entre sí y encaminados a reducir los efectos devastadores del fuego o explosiones.

En la industria podemos encontrar dispositivos para la detección del fuego, humo, calor y gases tóxicos, en la mayoría de los casos para la propia protección de sus equipos y porque la mayor parte de las compañías entrevistadas son de origen extranjero y tratan de cumplir con normas de seguridad del propio país del que provienen.

Los dispositivos más usados son los siguientes:

Detección de humo: en los últimos años, los detectores de humo han demostrado su utilidad. Estos dispositivos pueden detectar un incendio antes que se presenten grandes llamas y calor intenso y mucho antes de que los efectos mortales del monóxido de carbono puedan tener efectividad sobre los seres humanos.

En la industria, algunos de los detectores de humo se activan con una fuente de poder propia que también activa la alarma y el sistema de alarma de incendio de la planta, y dejan de dar señal hasta que el sistema sea reconectado.

Por otro lado, en todos los hoteles visitados así como en las salas de cine y espectáculos, los detectores instalados sólo alertan a quienes se encuentran cercanos al evento; estos tipos de detectores son conocidos como independientes y operan con baterías o conectados a voltajes de 110 voltios; ya activado su sistema de alarma, debe restaurarse una vez que la substancia que activó los detectores se elimine del aire.

Podemos identificar tres tipos de detectores:

**Detectores Ionización:** Utilizan una pequeña cantidad de material radiactivo permitiendo que el aire conduzca una pequeña corriente eléctrica; cuando el humo interfiere con la corriente, el detector suena.

**Detectores Fotoeléctricos:** Utilizan un rayo de luz con una unidad emisora y otra receptora. Cuando el humo reduce la intensidad de luz, el detector activa su alarma.

**Detectores Ionización Fotoeléctrica:** Son la combinación de los dos anteriores debido a que los detectores de ionización dan una respuesta más rápida al humo de incendio con presencia de llamas, mientras que los detectores fotoeléctricos son más sensibles al humo producido por los incendios latentes (sin llamas).

**Detectores de temperatura:** estos dispositivos pueden detectar temperaturas que ponen en peligro la reactivación de sustancias con puntos de ignición relativamente bajos, su aplicación en la industria es mínima y sólo son empleados para activar los sistemas de ventilación, como por ejemplo en algunas subestaciones eléctricas del metro de la Ciudad de México. Una vez activada su alarma, ciertos tipos de detectores de calor se restauran automáticamente; pero otros necesitan que se les reemplacen ciertos elementos.

**Detectores de Gases y Llamas:** ciertas aplicaciones especializadas usan detectores de gas y detectores de llamas (fotosensitivos) en combinación con otros sistemas. La presencia de gases de combustión hace que el sistema de alarma de los detectores se active. En los detectores de llama, la luz de ésta activa un detector sensitivo a la luz.

Estos dispositivos pueden usar sistemas de detección infrarrojos o ultravioleta, de acuerdo con la exposición directa o indirecta de la luz del sol y del tipo de combustible que protegen. Los detectores de llamas se usan más frecuentemente en áreas con alto riesgo de incendio.

### 4.3 Datos estadísticos

En este trabajo de investigación se realizó una encuesta que comprendió una muestra aleatoria de 100 empresas con giros comerciales distintos, 30 hoteles, 10 centros comerciales, 20 centros de espectáculos y 100 personas de distintas colonias, municipios y delegaciones.

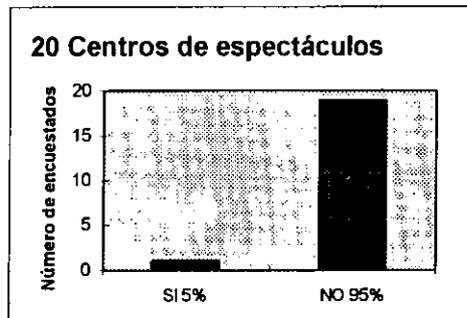
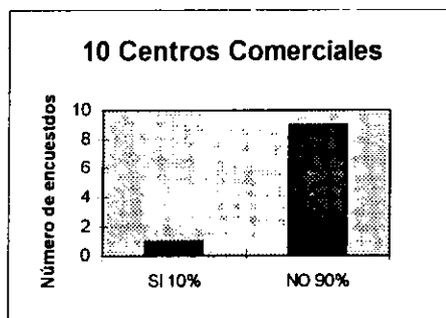
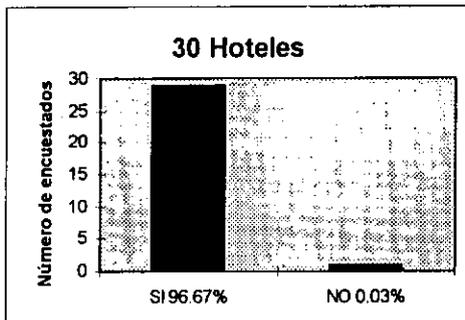
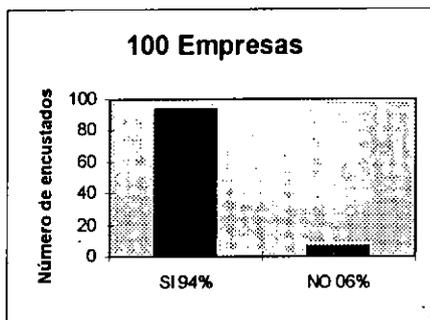
El objetivo de esta encuesta es determinar la situación real que impera tanto en el sector público como en el privado, en materia de seguridad y prevención, por otro lado evaluar la comunicación y relación entre las autoridades y la población civil así como con el sector empresarial.

El procedimiento que se siguió para seleccionar a los encuestados fue al azar, esto es con el propósito de obtener datos e información sin el establecimiento de criterios concretos como sucede en la encuesta a elección razonada.

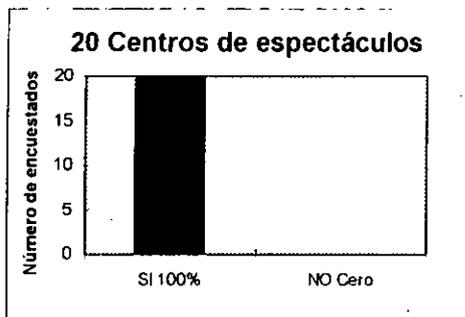
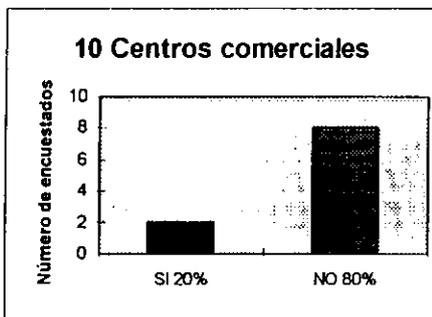
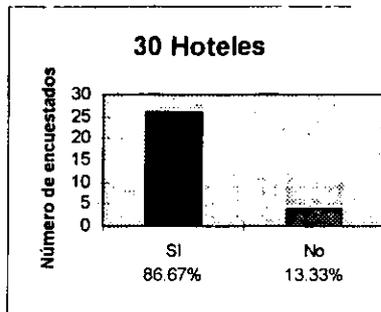
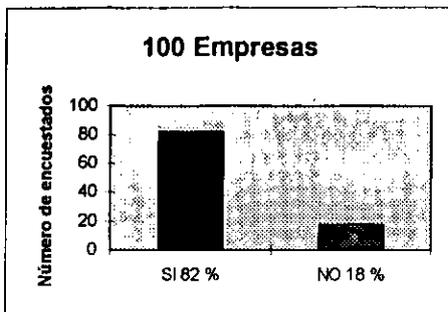
Las preguntas básicas que se plantearon para las empresas, hoteles, centros comerciales y de espectáculos son de respuesta cerrada, o sea, sólo tienen dos tipos de contestaciones un SI o un NO, esto facilita la codificación de los resultados, los cuales en esta investigación son los siguientes:

Cabe hacer mención que las primeras seis preguntas tienen como propósito dar plena confianza y credibilidad al encuestado, pero las preguntas restantes tienen como objetivo descubrir la realidad que impera dentro del entorno laboral.

Primera pregunta: ¿Conocen las Normas Oficiales Mexicanas en materia de seguridad e higiene?

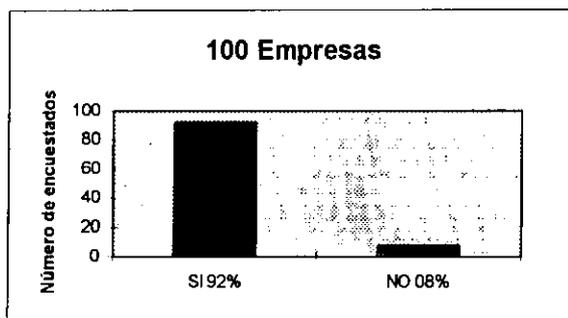


## Segunda pregunta: ¿Conoce la Ley de Protección Civil?



En los resultados de las dos primeras preguntas, resalta por su importancia que la ley de Protección Civil es la más conocida por todos, esto se debe en gran medida a las funciones que ha venido desempeñando en los últimos años esta dependencia; por lo que respecta a las normas de seguridad e higiene en el trabajo, aunque en las empresas y en los hoteles la respuesta con frecuencia fue afirmativa no lo fue para los centros comerciales y de espectáculos.

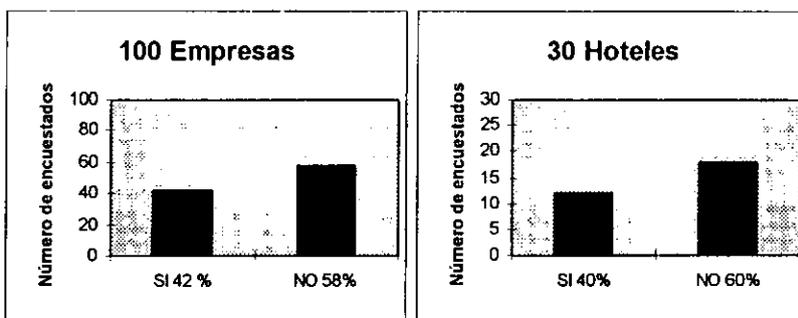
Tercera pregunta: ¿Son frecuentes las visitas de inspección en materia de seguridad e higiene por parte de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social?



La contestación por parte de los Hoteles, centros comerciales y de espectáculos fue negativa al 100%.

La respuesta del 92% por parte de las empresas deja claro cual ha sido el papel fundamental por parte de la STPS, pero se manifiesta la falta de mecanismos que ligen la función de la Secretaría con otros sectores productivos.

Cuarta pregunta: ¿Tiene visitas de inspección por parte de Protección Civil?



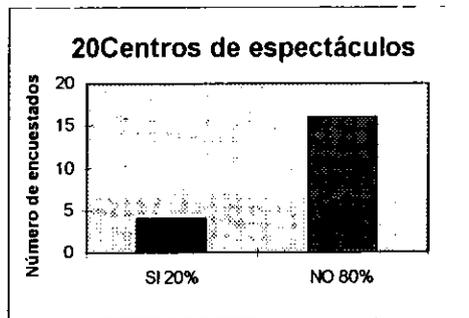
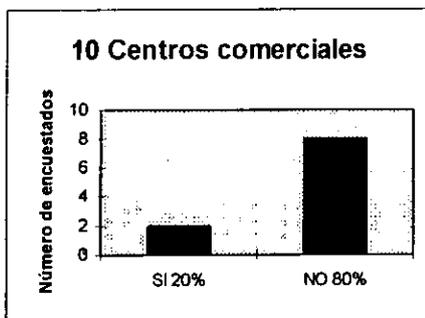
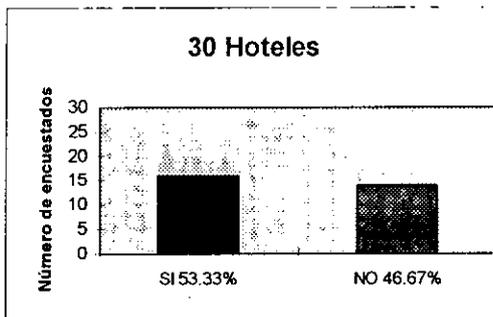
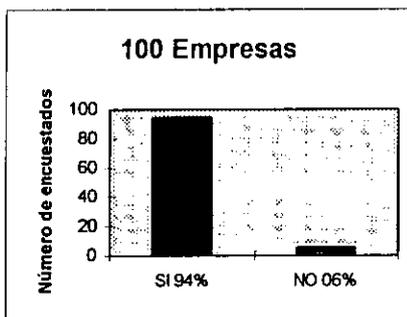
La contestación por parte de los centros comerciales fue negativa, más sin en cambio la respuesta por parte de los centros de espectáculos fue afirmativa.

Los resultados anteriores se deben a que Protección Civil realiza sus inspecciones en aquellos lugares donde haya afluencia masiva de personas, como es el caso de los centros de espectáculos, pero las contestaciones contrastan con las de los centros comerciales que desde mi punto de vista debieran ser inspeccionados, por otro lado las empresas y hoteles dan resultados similares sin tendencias opuestas.

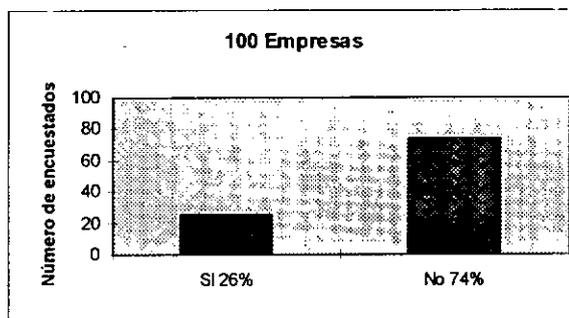
Quinta pregunta: ¿Cuentan con brigada contra incendios?

La contestación de todos los encuestados fue afirmativa al 100%.

Sexta pregunta: ¿Cuentan con la Comisión Mixta de Seguridad e Higiene?



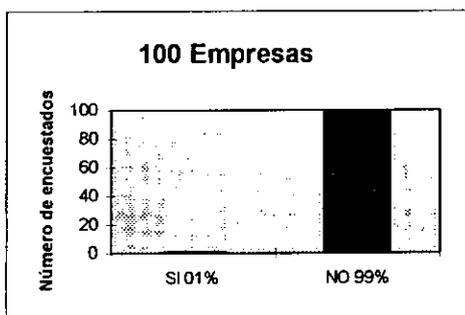
Séptima pregunta: ¿Tienen por escrito un plan de emergencia en caso de incendio?



Es negativa la respuesta por parte de los hoteles, centros comerciales y centros de espectáculos.

Como la respuesta afirmativa total (empresas, hoteles, centros comerciales y de espectáculos) corresponde al 16.25%, este rubro es un parámetro real de lo que sucede en materia de prevención, debido a que es un requisito es obligatorio y por tal motivo toda empresa debe contar con el, aunque en este caso no es así.

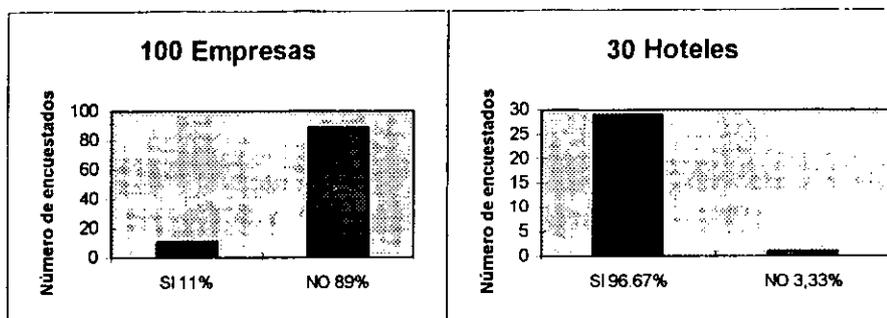
Octava pregunta. ¿Tienen por escrito un plan de emergencia en caso de sismo?



Para los hoteles, centros comerciales y de espectáculos la respuesta fue negativa, por lo tanto en este rubro les corresponde el 100%

Novena pregunta. ¿Realizan simulacros de evacuación ante cualquier eventualidad?  
 Todos los encuestados respondieron afirmativamente, lo que corresponde al 100%..

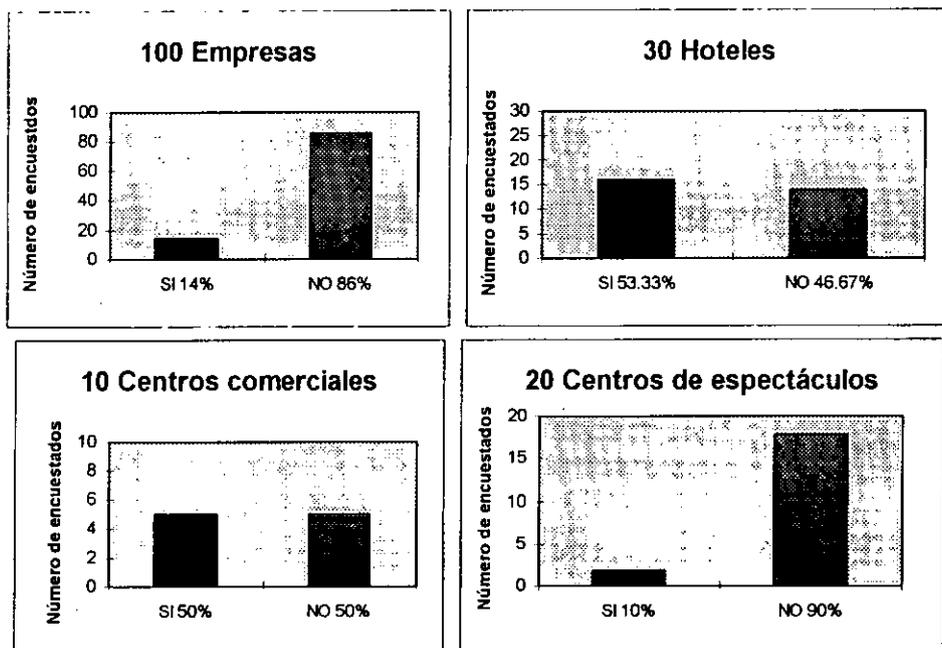
Décima pregunta: ¿En materia de seguridad e higiene en el trabajo, contratan a personal especializado para recibir asesorías?



Todos los demás encuestados contestaron negativamente.

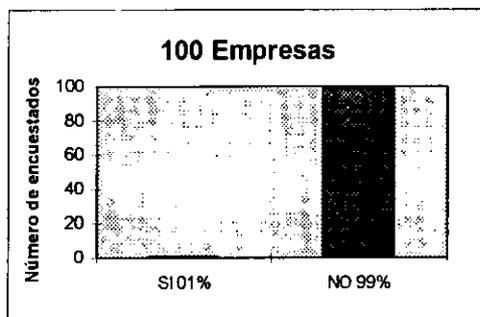
Lo anterior deja claro la necesidad de asesores con experiencia que vendan sus servicios a costos razonables, que coadyuven al sector privado al mejoramiento de sus sistemas de prevención y capacitación de sus trabajadores.

Décimo primera pregunta: ¿Cuentan con alarmas contra incendios?



Décimo segunda pregunta. ¿Para la prevención de incendios, cuentan con alarmas a base de luz?

Décimo tercera pregunta. ¿Para la prevención de sismos, cuentan con alarmas a base de luz?

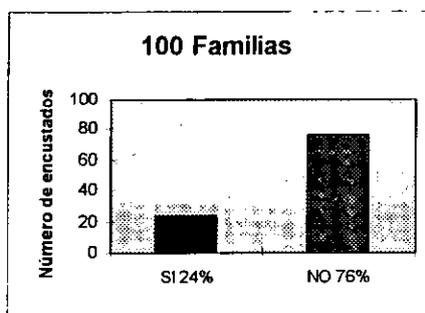


Los demás encuestados contestaron las preguntas décimo segunda y décimo tercera, negativamente, lo que representa el 100%.

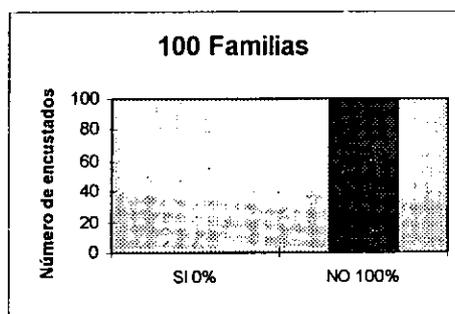
Por su importancia para este trabajo de investigación, estas últimas dos preguntas son las que nos demuestran casi nula existencia de sistemas de prevención a base de colores de luz, la cual representa el 0.625% del total de los encuestados.

Por otro lado, las preguntas realizadas a la población y sus resultados son como sigue:

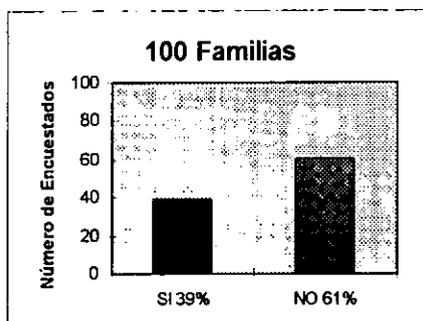
Primera pregunta: ¿Sabe qué es Protección Civil?



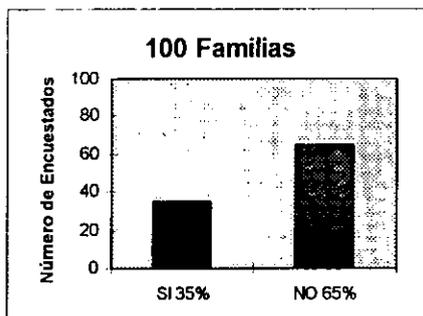
Segunda pregunta: ¿En su colonia realizan simulacros de evacuación?



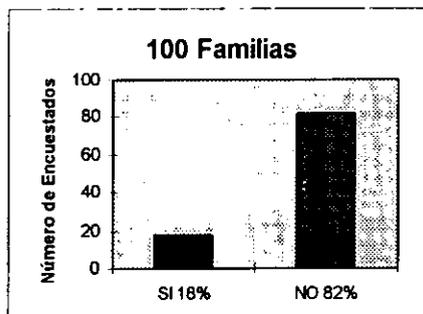
Tercera pregunta: ¿Sabe qué hacer en caso de sismo?



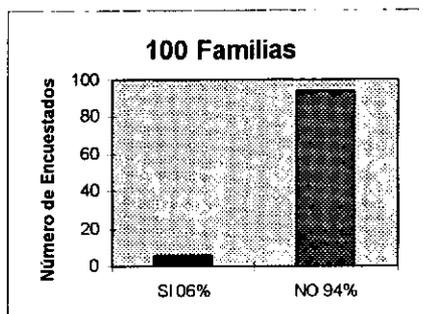
Cuarta pregunta: ¿Sabe qué hacer en caso de incendio?



Quinta pregunta: ¿Sabe usted cuáles son las zonas de alto riesgo, que se encuentran por su colonia?



Sexta pregunta: ¿Sabe cuáles son las zonas de seguridad, que se encuentran por su colonia?



Los resultados de las seis preguntas anteriores son alarmantes, pues no obstante de que las encuestas que se realizaron en zonas clasificadas de alto riesgo, no ha habido un trabajo que pueda ser palpable por parte de Protección Civil; por otro lado es fácil detectar los manejos e intereses económicos que se han creado a lo largo del tiempo, un interés mutuo entre el gobierno y algunas empresas que no han entendido que la mejor forma de invertir es promoviendo la seguridad.

Por la forma en que se presentan los resultados del total de todas las encuestas realizadas, el procedimiento estadístico es conocido como estadística descriptiva. Ésta se encarga de utilizar los números con el propósito de resumir información conocida con respecto a una situación de interés. En este proyecto, al caracterizar gran cantidad de datos mediante unas cuantas estadísticas descriptivas, se gana claridad y concisión pero se pierde detalle. Para evitar esto último se presentan por separado cada uno de los resultados.

## Capitulo V

# **Circuito base para la conexión de la lámpara color café en las alarmas sísmicas**

## **V. Circuito base para la conexión de la lámpara color café en las alarmas sísmicas**

En general, las señales visuales y auditivas de prevención o de peligro inminente, deben tener las siguientes características:

1. Atraer rápidamente la atención.
2. Informar la naturaleza de la advertencia.
3. Ser fáciles de interpretar.
4. Poco frecuentes y no distraer la atención causando así un retraso en la reacción.

Tanto las alarmas auditivas como la propuesta en esta investigación a base de emisión de luz deben ser usadas en situaciones potencialmente peligrosas, aunque la alertación del tipo visual sirve para transmitir una información relativamente compleja de forma tal que la información pueda ser interpretada fácilmente.

Para que sean eficaces al máximo, las advertencias visuales deben presentarse dentro del campo visual normal de las personas, de preferencia dentro de 30° de la línea de visión, pero como en este caso la señalización emite luz propia, ésta debe ser:

1. Lo más brillante posible sin llegar a cegar o anular la adaptación a la oscuridad, cuando sean usadas en ambientes oscuros, como es el caso de los cines, teatros y bodegas.
2. De color café para indicar la presencia de sismos.
3. De color rojo para indicar peligro de incendio, (se detallara en el capítulo VI).

Es importante tomar en cuenta, la ubicación de las señales de emergencia o advertencia, éstas deben estar situadas en el centro frente a las personas, perpendiculares a la línea de visión y ligeramente debajo del horizonte visual, y a una distancia que no impida la visibilidad, para elevar al máximo la rapidez y la exactitud con que se detecta y reconoce con la vista, ver figura 5.1.

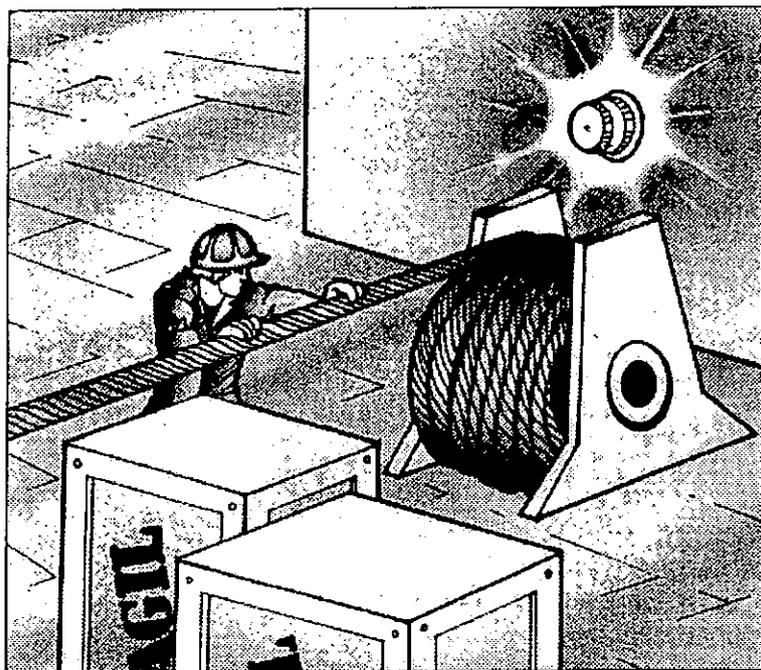


Figura 5.1. Alarma en funcionamiento.

La determinación del lugar que debe ocupar un indicador visual se debe basar en primer término en lo crítico que sea para la seguridad y eficacia de la ejecución de las acciones a tomar.

Después de encontrar el lugar más apropiado para la colocar la o las alarmas a base de luz, se recomienda colocarlas en la periferia, ya que la visión periférica es más

sensible a los cambios en las señales luminosas que la visión directa.<sup>1</sup>

Seleccionar el color café como código de prevención o alertación de sismos, es debido a su fácil, y lógica interpretación, al ser esto una propuesta en la práctica las variantes pueden ser otras como el uso del color ámbar, el más usado y fabricado, pero al ser de uso general puede traer confusiones.

La codificación de señales a base de emisión de luz, según W.F. Grether y Baker,<sup>2</sup> supone que es el método más adecuado para el alertamiento, debido al poco espacio requerido para su colocación, también por que es bueno para la codificación cualitativa y por otro lado, la iluminación del ambiente no es un factor crítico. Por tales circunstancias califica a este tipo de codificación con el de más alto grado de seguridad, así mismo su nivel máximo de entrenamiento en simulacros es de 10 veces, con un error de 5% en la descodificación y recomienda 3 veces su entrenamiento.

Considerando que se tienen que aprovechar al máximo los recursos tecnológicos existentes en el país, así como estar dentro del marco jurídico competente, es por esta razón por la cual la única alarma sísmica existente en el país, es la del Sistema de Alerta Sísmica (SAS), no obstante de que se pueden fabricar más de mil alarmas basadas en el mismo mecanismo (detallado en el capítulo IV), el SAS sólo es activado si cuenta con una autorización plena por parte de las autoridades competentes, debido a esto no existen alarmas sísmicas confiables que den alertamiento anticipado y sólo existen alarmas activadas con un interruptor (switch) ver fig.5.2.

---

<sup>1</sup> Van Cott, H. P. and Kinkade, R. G. Human engineering guide to equipment design. Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, 1972, pág. 86.

<sup>2</sup> Grether, W. F., and Baker, C.A. Visual presentation of information. Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, 1972, pág. 69.

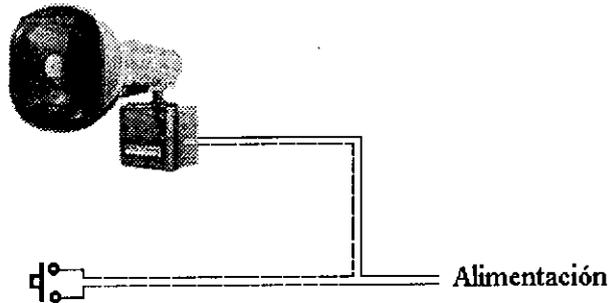
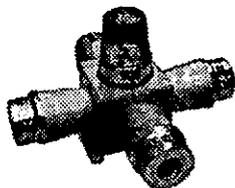


Figura. 5.2. Alarma de uso común (cortesía Alarm & Son Electric, S.A.)

Cuando una alarma sísmica sólo es activada en el momento en que está sucediendo el evento, es preciso tomar en cuenta que una clara codificación tanto del sistema audible como visible permite mitigar los efectos dañinos que se producen, para lograr estos, se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. El uso de luz intermitente, de ser posible también giratoria, en las alarmas.
2. Un respaldo de energía para operar cuando no exista corriente eléctrica, el respaldo puede ser cualquiera de los aprobados por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SCFI)..
3. De ser posible comprar sus equipos sólo aprobados y calificados por la SCFI.

Actualmente existen sistemas de respaldo y algunas alarmas a base de luz a la venta en los centros de asesoría en materia de seguridad e higiene en el trabajo ver figura 5.3, además están aprobadas por la Dirección General de Normas NOM, y también por la norma UL 94 VO, encargada de vigilar el buen funcionamiento y requerimientos que los aparatos electrónicos de este índole demandan.



Alarma Especial. Cuando se requieren cubrir áreas de mayores dimensiones o si desea dirigir el sonido. Existen módulos de 4, 6 y 8 sirenas con luz rotaria e intermitente.

**Figura. 5.3. Alarmas de sonido y emisión de luz.**

Saber de la existencia de una empresa fabricante de equipos de seguridad a base de emisión de luz, permite por un lado garantizar el abastecimiento de lámparas, respaldos de energía y alarmas, necesarios para la industria; por otro lado, de ser necesario la adaptación de focos y fuentes a todo tipo de alarmas, son la segunda alternativa.

## 5.1 Elección del tipo de lámpara

Las características físicas y eléctricas que debe tener una lámpara para ser usada como señal de advertencia o alerta para la prevención de sismos e incendios será en función del lugar donde se aplique.

La necesidad de hacer una elección del tipo de lámpara emisora de luz, es debido a que existen básicamente cuatro tipos de éstas. La más adecuada tiene que otorgar plena seguridad al momento de la alertación. Las características de cada una son las siguientes:

1. **Luz fija.** Su ventaja radica en que al no tener ninguna variante electrónica cualquier foco de color café puede ser aplicado, por lo tanto su uso resulta ser relativamente barato, pero suele ser menos efectiva ya que su pronta detección es muy retardada, su aplicación es en lugares de muy reducida concentración de personas, de espacios y superficies pequeñas por abarcar.
2. **Luz intermitente.** Su principal cualidad es su pronta detección, costo moderado y fácil de conseguir, su principal aplicación es en lugares de poca concentración de personas.
3. **Luz giratoria.** Comúnmente se le llama torreta giratoria o rotatoria, sus características hacen que sea fácil de visualizar, su costo es de moderado a caro, su aplicación es en lugares de moderada concentración de personas.
4. **Luz giratoria e intermitente.** La combinación de dos tipos de lámparas hacen que sea más eficiente en cuanto a su función de alertación en lugares de afluencia masiva de personas y superficies considerables.

Tomando en cuenta lo anterior y las recomendaciones en materia de salud por parte de la National Fire Protection Assosation (NFPA), expuestas en el capítulo dos, el tipo de lámpara que reúne las características ideales de alertación es la giratoria e intermitente.

Las lámparas que se utilicen en las alarmas cumplir con los lineamientos establecidos por las Normas NOM, emitidas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; por lo que respecta a su uso en las alarmas éste debe ser vigilado por las dependencias del gobierno federal y local en las diferentes entidades federativas que tengan como propósito la prevención de accidentes y seguridad tanto en el ambiente laboral como en la población civil.

Por otro lado es bueno mencionar que en el país se fabrican tres tipos de lámparas giratorias e intermitentes en función al voltaje de alimentación: dos de corriente alterna con 220 V y 127 V de alimentación y otra de corriente directa de 12 V de alimentación.

Cabe hacer mención que el costo del respaldo de emergencia para cada caso depende del voltaje de aplicación, resultando ser más costoso el de 220 Vca, el intermedio 127 Vca y el más barato de los tres el de 12 Vcd.

Tomando en cuenta lo anterior resulta ser la lámpara con alimentación de 12 Vcd la más recomendable para su aplicación en la alertación a base de luz, aunque el tipo de alarma más usada en los centros de trabajo e instituciones públicas y privadas son sistemas auditivos a base de sirenas con alimentaciones de 127 Vca, ver fig. 5.2, pues al momento de querer acoplarles un sistema de respaldo o de fallo de energía el costo es demasiado elevado en comparación al de 12Vcd.

Esta decisión es por que si se desea encontrar un punto medio entre seguridad y costo no es posible, pues se debe de entender que la seguridad es una inversión mitigante de los efectos de un siniestro, y no un gasto.

El tipo de lampara seleccionada, ver figura 5.4, tiene las siguientes características:

1. Su aplicación esencial es en lugares de afluencia masiva, u otros donde los niveles de ruido rebasen los establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas.
2. Código intermitente fácil de interpretar.
3. Costo relativamente bajo.
4. Costo del sistema de energía de respaldo muy bajo.

Asimismo en lugares donde la estética es muy importante, se pueden acoplar fácilmente focos, bombillos o lámparas, ver figura 5.5, de dimensiones y características eléctricas menores a la propuesta, ya que no afecta el funcionamiento del circuito.

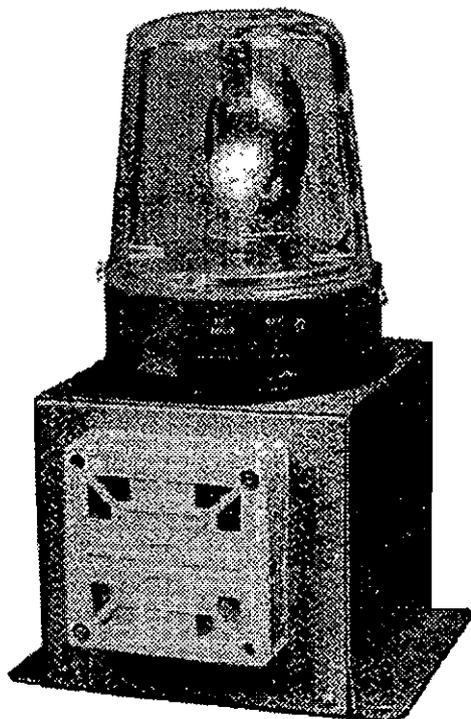


Figura. 5.4. Ejemplo de una Alarma a base de luz.

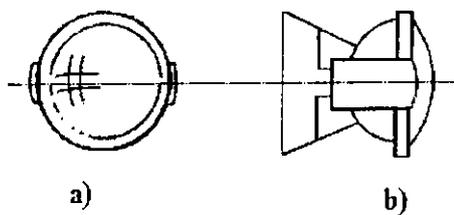


Figura. 5.5. Ejemplo de una lámpara, a) vista frontal y b) vista lateral

## 5.2 Cálculos

Para la conexión de la lámpara con luz color café en las alarmas accionadas con un interruptor o switch, suele ser muy sencillo, pues sólo hay que conectar en paralelo la lámpara a la sirena y listo; siempre y cuando funcionen con el mismo voltaje de alimentación.

La figura 5.6, muestra el circuito de respaldo de energía propuesto en esta investigación. En él la tensión de la red se reduce a 15 V mediante  $T_1$  y se rectifica y filtra con  $D_1$  y  $C_1$  obteniéndose unos 15 Vcd, en los puntos  $D_1$ - $D_2$  y  $D_2$ - $D_3$ . La lámpara, foco o bombillo, constituye la carga anódica del SCR que se alimenta de una batería de 12 V sólo en caso de que por alguna causa existan cero volts en la línea principal.

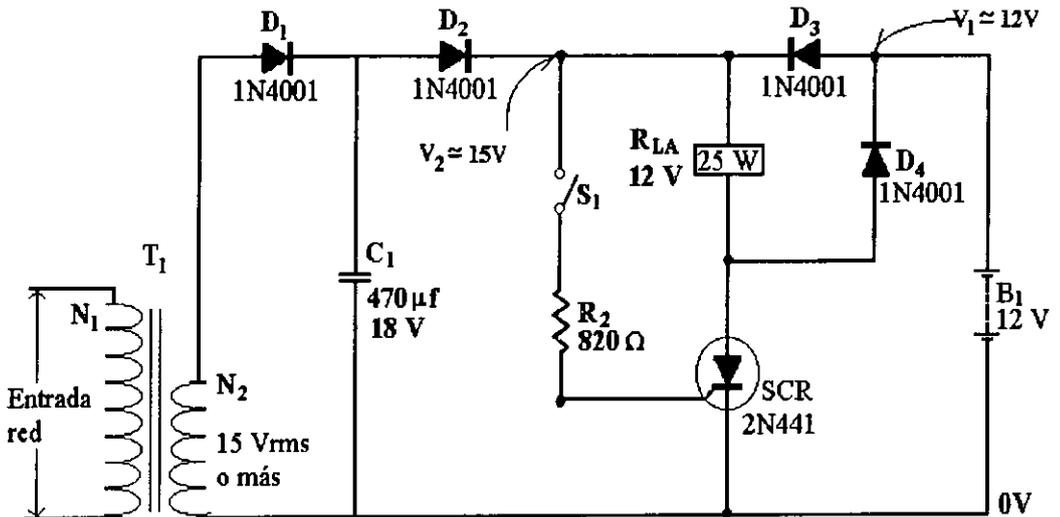


Figura. 5.6. Circuito de conexión de la lámpara con respaldo de energía.

Normalmente, cuando el circuito recibe energía, en los puntos D<sub>1</sub>-D<sub>2</sub> y D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>, aparecen 15 V, pero si S<sub>1</sub> está abierto la puerta del SCR no recibe tensión, la alarma no actúa, con esto se logra que no se consuma corriente de la batería.

Si S<sub>1</sub> está cerrado sólo pueden ocurrir dos cosas:

1. Si hay voltaje de línea, entonces, se activa el SCR y trabaja la alarma.
2. Si no existe tensión de la etapa principal, la energía de entrada, la tensión en el punto D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>, en este estado fluye corriente de la batería a la puerta del SCR, vía D<sub>3</sub>-S<sub>1</sub>-R<sub>1</sub>, la suficiente para hacer activar el SCR y la lámpara.

El circuito está constituido básicamente por dos etapas, la primera es la etapa de alimentación y la segunda es una fuente de respaldo, las cuales serán detalladas más adelante.

En México, la Comisión Nacional de Electricidad (CFE), proporciona un voltaje de línea nominal de 115Vrms a una frecuencia de 60 Hz. El voltaje real que sale de los contactos fluctúa, entre los 105 y 125Vrms, esto depende de la hora, calidad y otros factores.

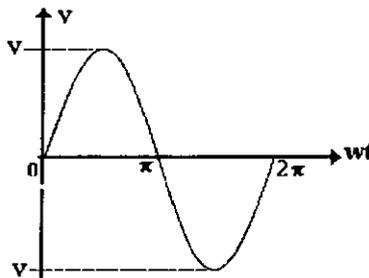
La relación entre el valor rms o valor eficaz y el valor pico de una onda sinusoidal está dado por:  $V_{rms} = 0.70V_p$ .

Para demostrar lo anterior supóngase que al circular una corriente de intensidad  $i(t)$  por cualquier elemento resistivo puro de resistencia R, éste disipa una potencia  $P(t)$  con un valor medio P, ésta la puede disipar una corriente constante de intensidad I circulando por la resistencia R. En estas condiciones,  $i(t)$  tiene un valor eficaz o rms.  $I_{rms}$

equivalente a la corriente constante  $I$ . Lo mismo le sucede a la tensión eficaz  $V_{rms}$ . Matemáticamente dada la función  $Y(t)$  de periodo  $T$ , su valor eficaz o raíz cuadrática media es por definición:

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \overline{y(t)}^2 dt}$$

Como el voltaje de línea  $V_l$ , es una onda senoidal, con frecuencia de 60 Hz y periódica su función está representada por la siguiente figura.



El periodo de la función es  $2\pi$ . La gráfica se presenta con  $wt$  como variable independiente,

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (V \text{ Sen } wt)^2 d(wt)}$$

una identidad trigonométrica dice que:

$$\text{Sen}^2 x = \frac{1}{2} - \text{Cos } 2x$$

sustituyendo los valores y resolviendo la ecuación:

$$\sqrt{\frac{V^2}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left( \frac{1}{2} - \cos wt \right) d(wt)} = \sqrt{\frac{V^2}{2\pi} \left[ \frac{1}{2} \int_0^{2\pi} d(wt) - \int_0^{2\pi} \cos wt d(wt) \right]}$$

$$\sqrt{\frac{V^2}{2\pi} \left( \frac{1}{2} \right) \left\{ wt \Big|_0^{2\pi} - 2 \operatorname{Sen} 2wt \Big|_0^{2\pi} \right\}} = \sqrt{\frac{V^2}{2\pi} \left( \frac{1}{2} \right) \{ 2\pi \}} = \frac{V}{\sqrt{2}}$$

por esta razón el valor eficaz de una función senoidal o cosenoidal es :

$$V_{rms} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} \quad \text{o bien } 0.707 \text{ veces el valor máximo.}$$

De acuerdo a la ecuación, el voltaje rms es aproximadamente igual al 70.7% del voltaje pico. Pero se debe de entender que el significado de un valor rms, no es más que el voltaje en directa equivalente que produciría la misma potencia que la onda senoidal en un ciclo completo y cuando se quiere saber el voltaje pico sólo basta con despejar la variable de la ecuación y el valor es el mismo que veremos en un osciloscopio, no así en el volmetro convencional.

Como el voltaje de línea es demasiado alto para los dispositivo electrónicos empleados en nuestro circuito, por esta razón usamos un transformador que reduce los voltajes de corriente alterna a niveles inferiores más adecuados para su uso en dispositivos electrónicos como diodos y transistores.

En el transformador del circuito, ver figura 5.6, a la bobina izquierda se le llama arrollamiento primario y a la opuesta arrollamiento secundario. El número de

arrollamientos son  $N_1$  y  $N_2$ . Las rayas verticales y paralelas entre los enrollamientos indican que el conductor está enrollado alrededor de un núcleo de hierro. Con este tipo de transformador, el coeficiente de acoplamiento  $K$  es casi nulo, lo que indica un acoplamiento fuerte y todo el flujo producido por el arrollamiento primario está enlazado con el secundario. El voltaje inducido está dado por:

$$V_2 = \frac{N_2}{N_1} V_1$$

En el circuito empleamos un transformador en el que su arrollamiento secundario tiene menos vueltas que el primario, se induce un voltaje menor en el secundario que en el primario. En este caso, la razón de vueltas,  $N_1:N_2$ , es menor a 1 y el transformador recibe el nombre de Transformador Reductor.

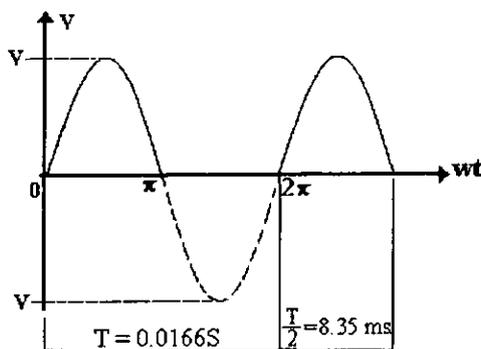
Conociendo estos antecedentes, la primera etapa del circuito consta de un transformador reductor, un diodo que hace la función de rectificación y un capacitor que trabaja como filtro. Con estos elementos se logra la producción de una tensión continua a partir de una fuente de corriente alterna, el tipo de señal que tenemos se llama señal de media onda, por que los semiciclos negativos han sido cortados o eliminados. Como el voltaje de carga tiene solamente un semiciclo positivo, la corriente de carga es unidireccional, en otras palabras, fluye en una sola dirección. Por tanto, la corriente de carga es una corriente directa de pulsante. Comienza en cero al principio del ciclo, luego aumenta al máximo en el pico positivo para luego disminuir hasta cero donde se queda todo el semiciclo negativo.

Este circuito de uso popular recibe el nombre de circuito rectificador de media onda, en donde la frecuencia promedio de la señal es igual a la frecuencia de línea a 60 Hz, sabiendo de antemano que el periodo es el recíproco de la frecuencia:  $T = 1/f$ .

$$T = 1/60 \text{ Hz};$$

$$T = 0.0166 \text{ s.}$$

por lo tanto, 8.35 ms, son los que se tarda en pasar de un pulso a otro, lo anterior se aprecia en la siguiente figura.



Como el circuito debe producir una tensión continua, la componente de corriente continua, debe separarse de los armónicos filtrando el voltaje rectificado  $V$ . Esto se hace por medio de un filtro pasivo simple, como el capacitor. Para lograr lo anterior se ha insertado al capacitor en paralelo con el resto del circuito. Antes de activar la potencia, el capacitor está descargado; por tanto, el voltaje de carga es cero. Durante el primer cuarto de ciclo del voltaje secundario, el diodo tiene polarización directa; en forma ideal es como un conmutador cerrado. Como el diodo conecta al arrollamiento secundario directamente al capacitor, éste se carga al voltaje pico,  $V_p$ .

Apenas rebasado el pico positivo, el diodo deja de conducir, lo cual significa que el conmutador se abre, debido a que el capacitor tiene  $V_p$  en sus extremos. Como el voltaje  $V_p$  es apenas mayor que el voltaje secundario, el  $D_1$  se polariza inversamente. Con  $D_1$  ahora abierto, el capacitor se descarga en el resto del circuito. El voltaje de carga es ahora casi un voltaje de directa constante. La única desviación con respecto a un voltaje de directa puro es el pequeño rizo originado por la carga y descarga del capacitor.

Mientras más pequeño sea el rizo, mejor. Una forma de reducir el rizo consiste en aumentar la constante de tiempo de descarga la cual es igual al producto  $R_L C$ , donde:

$R_L$  = resistencia de carga.

$C$  = Capacitancia.

En la mayoría de los casos el rizo se considera pequeño si es menor al 10% del voltaje de carga, como en nuestro circuito es posible garantizar esto, por que tenemos una carga de 12V y el rizo será menor de 0.6 V de pico.

La fórmula siguiente determina el valor del voltaje de rizo en terminos de valores del circuito fácilmente medibles:  $V_R = I / fC$

donde:

Los datos propuestos para este circuito son:

$V_R$  = Voltaje de rizo, pico a pico. Voltaje de rizo = 1.5 V

$I$  = Corriente de carga en directa. Corriente = 40 mA

$f$  = frecuencia. Frecuencia = 60 Hz

$C$  = Capacitancia.

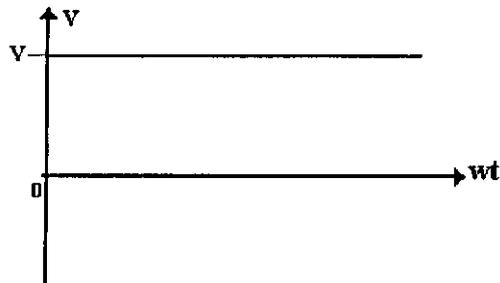
Tomando en consideración estos valores el cálculo arroja el siguiente valor del capacitor:

$$C = \frac{I}{V_R f} = \frac{40 \text{ mA}}{(1.5\text{V})(60 \text{ Hz})} = 444.44 \mu\text{F.}$$

$C = 470 \mu\text{F}$  que es el valor comercial.

Como el propósito es alcanzar un voltaje de directa constante, o sea; sin pulsaciones, por esta razón, siempre se obligan cantidades de circuito que mantengan el valor de rizo

menor a 10% del voltaje de carga, para nuestro circuito el capacitor de  $470\mu\text{F}$  teóricamente cumple con su acometido y la señal de salida es la siguiente:



Los resultados de la primera etapa, recomiendan la utilización de los siguientes dispositivos:

1. transformador reductor de 127V- 15V, a máximo 3 amperes, 60 Hz,
2. diodo rectificador de silicio 1N4001, ver apéndice (hoja de datos),
3. capacitor de  $470\ \mu\text{F}$  a 25Vcd, ver apéndice (hoja de datos),

Con estos valores se garantiza el buen funcionamiento de la primera etapa. Por otro lado la segunda etapa, que comprende básicamente un rectificador controlado de silicio (SCR), el cual es equivalente a un cerrojo con una entrada de disparo, ver figura 5.7, los diagramas esquemáticos usan al símbolo de la figura 5.7b.

Como se aprecia en la figura 5.7b, la compuerta es equivalente a un diodo. Por lo tanto, se requieren 0.7V para activarlo y disparar al SCR. Así también para tener una retroalimentación positiva se requiere una corriente mínima, para poder entonces alimentar a la lámpara.

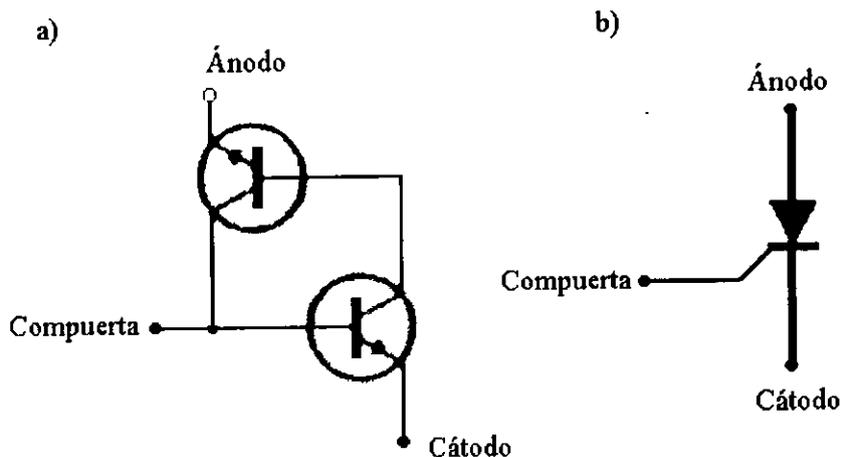


Figura. 5.7. Rectificador Controlado de Silicio.

El SCR que utilizamos en este circuito, es el 2N441, descrito en las hojas de datos, ver apéndice, indica un voltaje de disparo de 0.75V y una corriente de disparo de 10 mA. Tanto la fuente de emergencia como la principal alimentan al circuito con voltajes mayores de 12V y se garantiza por mucho su funcionamiento.

Cuando el SCR conduce, tiene un voltaje pequeño a través de él. En este caso es de 1V. Para abrirlo, se tiene que disminuir la corriente a un valor menor a la de sostenimiento, que para nuestro SCR es de 6mA, lo anterior se logra simplemente abriendo nuevamente S1. Esto es debido a que los SCR's no están diseñados con rompimientos en saturación. El voltaje de rompimiento a saturación tiene un intervalo de 50V a 2500V, dependiendo del tipo de SCR.

El SCR que utilizamos esta diseñado para cerrar mediante un disparo y abrir con una corriente pequeña, además permanece abierto hasta que un disparo excita su compuerta. Entonces el SCR permanece cerrado aún cuando el disparo desaparezca. La única forma de abrirlo es usarlo apagado por insuficiencia de corriente.

Asimismo el SCR está diseñado para tener un voltaje de bloqueo directo de 50V, mientras que el voltaje de alimentación no rebasa los 20V, por lo tanto la saturación no se rompe y se asegura su funcionamiento.

Por otro lado, este dispositivo puede conducir hasta 8 A en forma continua; su corriente de disparo es 10mA. Esto quiere decir que se debe alimentar a la compuerta con al menos 10 mA para controlar hasta 8 A de corriente del ánodo. Estos datos avalan plenamente el óptimo funcionamiento del circuito, para más dispositivos como sirenas y zumbadores que consumen grandes cantidades de corriente.

Asimismo del fabricante se sabe (capítulo IV), que la lámpara es de 25Watts, por lo tanto de  $P=VI$ , si despejamos y sustituimos valores encontramos la corriente máxima de sostenimiento:

$$I = \frac{25 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 2.08 \text{ Amperes.}$$

El voltaje de entrada necesario para disparar un SCR está expresado por la siguiente ecuación:

$$V_{en} = V_T + I_T R_G$$

Donde:

$V_{en}$  = voltaje de entrada.

$V_T$  e  $I_T$  son el voltaje y corriente de disparo. En la hoja de datos indica que  $V_T = 0.75 \text{ V}$  e  $I_T = 10 \text{ mA}$ .

$R_G$  es la resistencia conectada a la compuerta del SCR, que para este caso está expresada como  $R_2$ , ver figura 5.6.

Como el  $V_{en}$  requerido es:  $V_{en} = 0.75 \text{ V} + I_T R_G$  y  $R_G = R_2 = 820 \Omega$  e  $I_T = 10 \text{ mA}$  sustituyendo valores:

$$V_{en} = 0.75 \text{ V} + (10 \text{ mA})(820 \Omega) = 9.057 \text{ V.}$$

Tanto la fuente principal, o sea, la de línea como la batería son mayores a este voltaje ( $V_{en}$ ), por lo tanto, la operación y la activación del circuito está asegurada.

Ya que la corriente de disparo es demasiado pequeña, la potencia disipada en R2 también lo es. Por esta razón recomiendo para su uso una R2 de 1/8, ¼ ó ½ de Watt; cualquiera de tres valores que son los comerciales mínimos están sobrados, pero otorgan seguridad y funcionalidad al circuito.

Debido a que la corriente de sostenimiento es de 6 mA, ver hoja de datos, el voltaje de apagado por insuficiencia de corriente, es muy pequeño y la forma de activar y desactivar el SCR, es a través de S1.

Por último sólo cabe hacer una recomendación en el uso de las baterías o pilas recargables, éstas deben ser libres de mantenimiento y de ser posible aprobadas por las normas oficiales mexicanas antes expuestas, para garantizar su funcionamiento, además de que la capacidad mínima para su empleo debe ser de 24 amperes/hora.

Las características eléctricas de los componentes que conforman la segunda etapa de circuito se pueden ver en el apéndice, dichos componentes son:

1. SCR 2N441.
2. tres diodos 1N4001.
3. Resistencia de 820  $\Omega$  a 1/8, ¼ ó ½ W.
4. Lámpara giratoria de luz intermitente.
5. Batería recargable, libre de mantenimiento de 24 ampers/hora mínimo.

## Capitulo VI

# **Circuito base para la conexión de la lámpara color rojo en las alarmas contra incendio**

## VI. Circuito base para la conexión de la lámpara color rojo a las alarmas contra incendios

Las alarmas contra incendios fabricadas para ser usadas en casas, hoteles y en los centros de trabajo, reuniones, espectáculos, ver figura 6.1, utilizan diodos emisores de luz (led por sus siglas en inglés light emittion diode) como indicadores luminosos, pero para lograr una mejor alertación en lugares con niveles altos de ruido y también a las personas con problemas auditivos, en lugar de led'S se pueden conectar lámparas o bombillos de color rojo.

Las lámparas con aplicaciones industriales, que se pueden encontrar a la venta, son las expuestas en el capítulo V, éstas tienen voltajes de aplicación de 12Vcc , 127Vca y 220Vca.

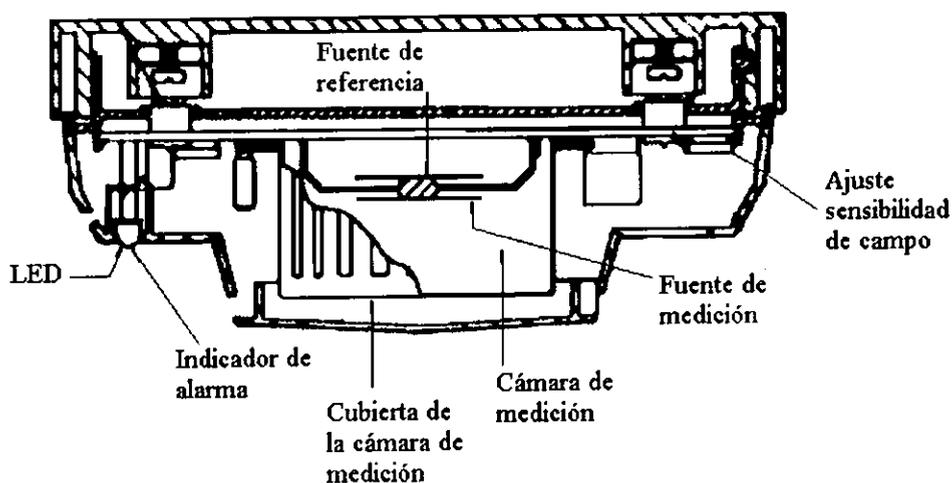


Figura. 6.1. Ejemplo de un esquema de alarma contra incendios.

Para lograr el acoplamiento se deben utilizar Triacs (Triodo Semiconductor for A. C.), de la capacidad adecuada en corriente y voltaje debidamente montadas sobre disipadores de calor, la capacidad en amperios y el voltaje del triac lo determinan la cantidad de lámparas o bombillos que se van a conectar. En la práctica se recomienda que estos valores sean por lo menos un 50% mayores al consumo de la carga. Para acoplar un triac y su debida carga a un circuito electrónico de control que produce pulsos, el método más fácil y seguro es usar uno o varios optoacopladores del tipo del triac para cada salida del circuito que alimenta un LED, o sea dos terminales, ver figura 6.2.

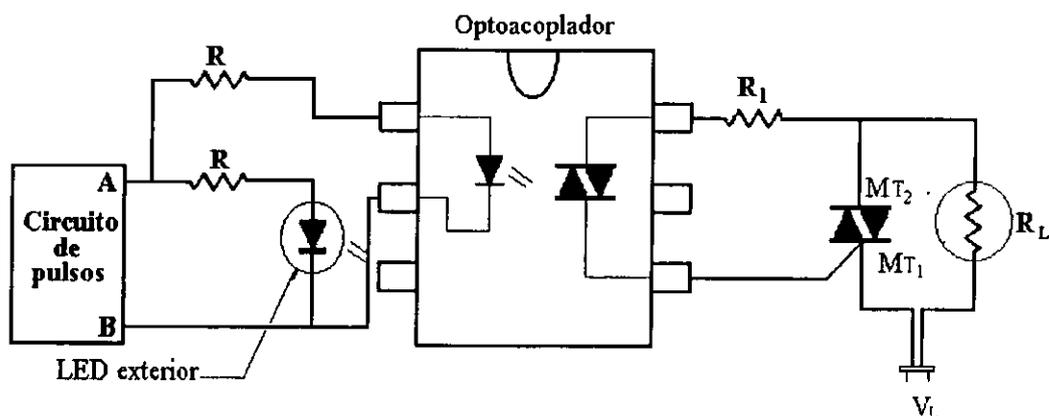


Figura. 6.2. Circuito base para la conexión de la lámpara en las alarmas.

El circuito, ver figura 6.2, funciona de la siguiente manera: primeramente cuando la alarma no se activa, o sea, no esta operando, entonces no funciona el circuito. Por otro lado cuando la alarma se activa; gracias a que el circuito de pulsos excita tanto el LED externo como el que se encuentra dentro del optoacoplador, éste último acciona al triac que forma parte del mismo circuito integrado. Es en este momento cuando pasa una corriente, que depende de la  $R_L$  y el voltaje aplicado, esta corriente que pasa por  $R_G$  excita al triac externo y la lámpara se enciende.

Los dispositivos electrónicos que forman parte del circuito son detallados a continuación:

El LED indicador o el que lleva internamente el optoacoplador, es el dispositivo transductor más económico, de bajo consumo de potencia y fácil de usar. Se fabrica con materiales Semiconductores de Arseniuro de Galio (Ga As), Fosfato de Galio (GaP) y Fosfato de Arseniuro de Galio (Ga As P), es decir de materiales compuestos. Como ya vimos su nombre significa diodo emisor de luz (Light Emission Diode). Se fabrican de tal manera que se logra la máxima eficiencia, de aquí que existen diferentes formas y colores.

El símbolo eléctrico del LED es parecido a un diodo rectificador y su diferencia radica en un fotón que se dibuja saliendo del LED, el cual se muestra en la figura 6.3, en donde  $I_D$  y  $V_D$  son la corriente y voltaje de conducción.

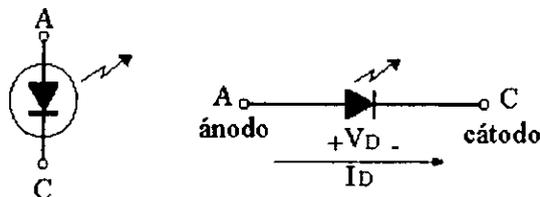
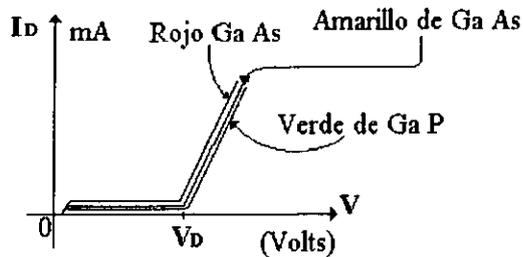


Figura. 6.3. LED Diodo Emisor de Luz.

Un LED conduce (enciende) cuando se polariza en directa alguna de sus terminales.

En la gráfica siguiente se muestra el comportamiento de  $I_D$  y  $V_D$  en diferentes diodos.



De esta gráfica tomada de los valores de  $V_D$  que los fabricantes otorgan, ver apéndice (hoja de datos), se observa que el color verde requiere más voltaje para tener más  $I_D$  de conducción, todo esto es contrario a los requeridos por el rojo.

Entre los datos que proporciona el fabricante, existen los siguientes: forma, tamaño, tipo de lente, color, corriente de operación, intensidad luminosa, corriente máxima en directa y voltaje de inversa.

Debido a que un LED empieza a conducir con el voltaje de encendido y después con pequeños voltajes, existen grandes variaciones de corriente. Es necesario conectar una resistencia en serie para limitar dicha corriente, el valor de esta resistencia depende en gran medida del voltaje aplicado.

Las resistencias "R" del circuito, ver figura 6.2, son las resistencias usuales limitadoras que evitan se exceda la especificación de corriente máxima del diodo, ésta para los LED's, por lo regular no rebasa los 30 mA, mientras que para el LED interno no rebasa los 50 mA. Como las resistencias tienen un voltaje de nodo  $V_s$  a la izquierda y un voltaje  $V_D$  a la derecha, la caída de tensión en la resistencia es la diferencia entre estos dos voltajes.  $V_R = V_s - V_D$ .

Esta caída de tensión en la resistencia nos permite encontrar la potencia disipada en la misma, a través de la siguiente ecuación:  $P_R = V_R \cdot I$ .

Por otro lado, en la mayor parte de los LED's disponibles comercialmente, la caída de voltaje típica  $V_D$ , es de 2V, para corrientes que fluctúan entre 10 a 50mA. De esta manera si se desean encontrar los límites que deben tener las resistencias; en cada caso por la ley de Ohm:

$$R = \frac{V_s - V_D}{I_s}$$

El valor de la resistencia R depende básicamente de  $V_s$ , por tal circunstancia entre más grande sea el éste, también lo es el valor de la resistencia.

De esta forma si se desean encontrar los parámetros reales de nuestro circuito suponemos que el circuito de pulsos entrega estos con valores de 5V, el LED tiene un  $V_D = 1.9V$ , así  $V_R = 5V - 1.9V = 3.1V$ .

La potencia es igual a  $P_R = V_R \cdot I$ , entonces para garantizar un buen funcionamiento suponemos una  $I = 50 \text{ mA}$  la potencia máxima  $P_R = (3.1V)(50\text{mA}) = 155 \text{ mW}$ . Pero comercialmente el valor mínimo es de  $\frac{1}{4}$  de watt.

Asimismo para encontrar el valor de la resistencia debemos suponer un valor de corriente que garantice el buen funcionamiento y este valor tiene que ser menor a la corriente máxima; para este ejemplo el valor de la corriente es  $I = 10 \text{ mA}$  y sustituyendo valores en la ecuación:

$$R = \frac{V_s - V_D}{I_s} = \frac{5V - 1.9V}{10 \text{ mA}} = 310 \Omega$$

pero el valor comercial más cercano es de  $330\Omega$  con tolerancia de 10%, partiendo de este nuevo valor se encuentra el valor real de la corriente.

$$I_s = \frac{V_s - V_D}{R} = \frac{5V - 1.9V}{330\Omega} = 9.39 \text{ mA}$$

Con los valores de los dispositivos encontrados sólo falta encontrar el tipo de optoacoplador, tomando en consideración que por la forma en que está conectado permite el aislamiento entre los dos circuitos principales que operan diferentes voltajes.

Algunos optoacopladores tienen un LED de uso común, (rojo GaAs, amarillo GaAs o verde de GaP) expuestos anteriormente y en otras ocasiones un diodo emisor de luz infrarroja, que cuando es polarizado en directa, por la acción del circuito de pulsos, hace que el Triac interno conduzca corriente. La activación de éste permite la excitación de la compuerta del Triac externo.

Los fabricantes construyen optoacopladores en módulos integrados de seis terminales, ver figura 6.4. esta componente tiene la función de acoplar o unir a dos circuitos por medio de la luz, de aquí el nombre de optoacoplador y tiene la función de evitar que los dos sistemas se dañen cuando en alguno de ellos ocurra una falla.

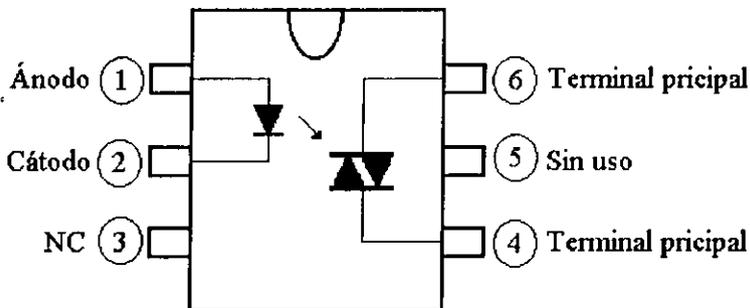


Figura. 6.4. Configuración típica de un optoacoplador.

Los optoacopladores más comerciales se construyen con un LED como elemento electróluminisente y como elemento fotosensible se puede utilizar a un fotodiodo, fototransistor, fotodarlington o fototiristor, entre otros, ver apéndice figura 6.10.

En base a lo anterior, ver figura 6.2, en el circuito, usamos un optoacoplador con salida de fototiristor, debido a que este tiene características eléctricas que le permiten manejar cualquier tipo de voltaje ya sean estos en corriente alterna o en directa. Para seleccionar el tipo y modelo de optoacoplador basta con saber el voltaje y la carga externa. Existen dispositivos que manejan hasta 800 voltios de salida.

La última etapa del circuito o parte externa, consta de un triac (Triodo Semiconductor for A. C.) y su respectiva carga la cual para esta investigación corresponde a una lámpara. Como éste pertenece a la familia de los tiristores, y por lo tanto se trata en definitiva de un tiristor bidireccional, ver figura 6.4.

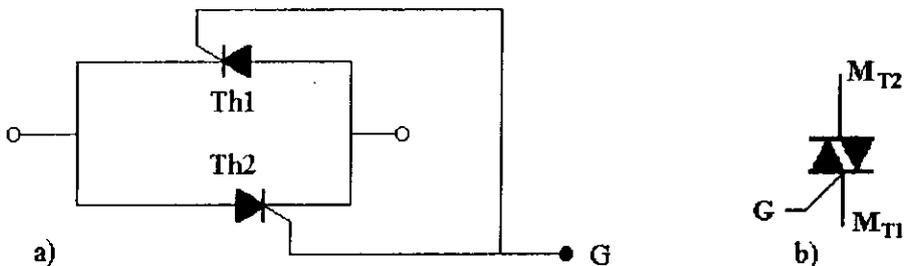


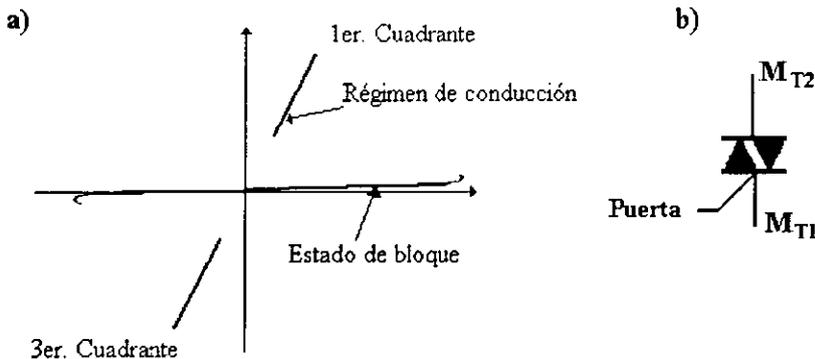
Figura. 6.5. a) modelo equivalente de dos SCR, b) modelo esquemático.

Las características principales generales del triac son las siguientes:

- capaz de bloquear voltajes en ambas direcciones.
- capaz de conducir corrientes en ambas direcciones.

- es un tiristor bidireccional.
- operación idéntica al SCR ( $i$ ,  $V$ )
- funcionamiento en corriente alterna y continua.

El triac es un elemento semiconductor de tres electrodos, uno de los cuales es de mando (la puerta G del inglés Gate) y los otros dos son los principales de conducción. El elemento puede pasar de un estado de bloqueo a un régimen conductor, en los dos sentidos de polarización (cuadrantes I y III, figura 6.6) y volver al estado de bloqueo por inversión de la tensión o por la disminución de la corriente por abajo del valor de mantenimiento  $I_H$ .



**Figura. 6.6. Características del triac (a) y símbolo (b).**

El triac puede dispararse mediante una corriente de puerta positiva o negativa. Las curvas que dan la intensidad de puerta en función de la polarización puerta-“cátodo” adopta la misma forma, en los dos sentidos de conducción, que las de un diodo, ver figura 6.7.

Más exactamente, se encuentran en ellas dos regiones, una correspondiente a un diodo normal y otra, cerca del origen, que es sensiblemente resistiva.

Las curvas correspondientes a corrientes de puerta positiva y negativa no son rigurosamente superponibles y pueden presentar inclinaciones diferentes, según el sentido de polarización de las salidas S1 y S2.

La sensibilidad difiere entonces, según el cuadrante, pero vemos que una corriente de puerta suministrada en forma de impulsos de 100 mA a 3 V, por ejemplo, bastará en todos los casos para disparar el triac cuya curva hemos representado.

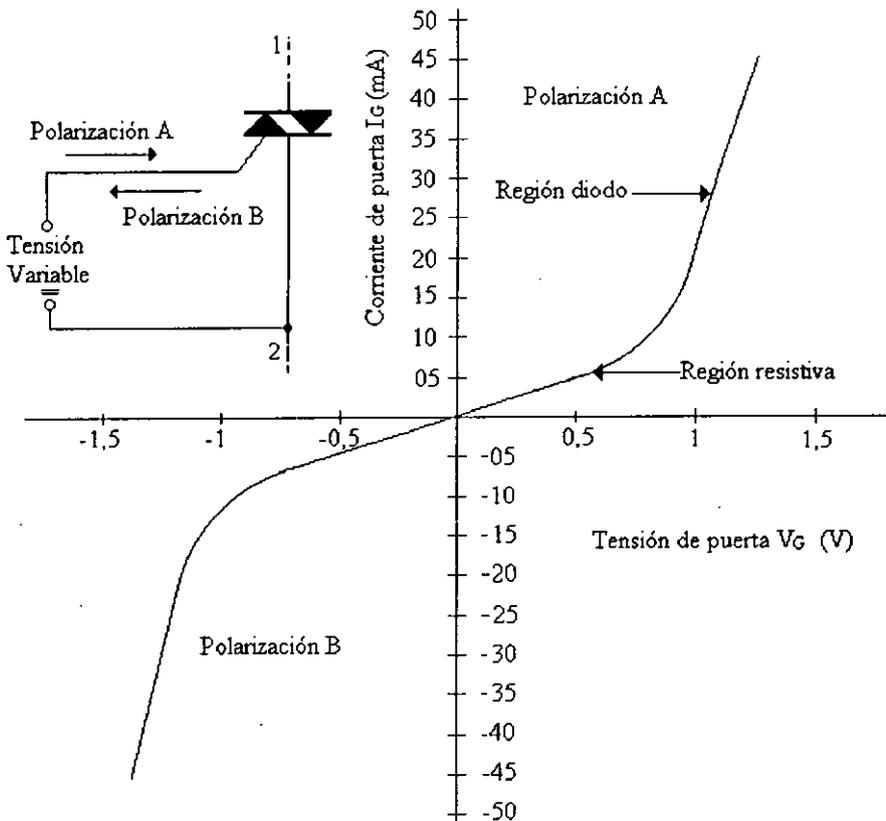


Figura. 6.7. Característica de puerta de triac con polarización directa (zona A) o Inversa (zona B), manteniendo los electrodos principales en circuito abierto.

Por último para calcular la  $R_1$  mínima, se divide el voltaje de línea entre la corriente máxima del optoacoplador:

$$R_1(\text{mín}) = \frac{V_L}{I(\text{máx})}$$

Para casos prácticos como este, se recomienda<sup>1</sup> una  $R_1$  no menor de  $180 \Omega$  y no mayor de  $1 \text{ K}\Omega$ , en el primer caso, si es menor a este valor se puede quemar el optoacoplador y en el segundo si es mayor se atrasa la señal, causando problemas en la lámpara.

Como se puede apreciar en la figura 6.2, el función principal de la resistencia  $R_1$ , es proteger el optoacoplador, por esta razón si se calcula usando la corriente máxima, encontraremos la  $R_1$  mínima y será necesario aumentar el valor de ésta, de tal manera que se garantice la seguridad y funcionalidad del circuito.

Cuando  $V_L$  sea tomada de la línea principal, o sea, la otorgada por la Compañía de Luz y Fuerza, será necesario hacer la siguiente operación:

$$V_L \sqrt{2} = V_p$$

en estas circunstancias la ecuación original para  $R_1$  queda como sigue:

$$R_1(\text{mín}) = \frac{\sqrt{2} V_L}{I(\text{máx})}$$

Cada uno de los dispositivos electrónicos con que cuenta este circuito, no obstante de que no se fabrican en México, son fáciles de conseguir y a precios muy accesibles.

<sup>1</sup> Manual Motorola Semiconductor, pág. 11-52. Información técnica del fabricante. Casos prácticos para el diseño con optoacopladores.

# **Conclusiones**

## Conclusiones

Primero. Se analizaron las características principales y necesarias para poder determinar cuáles son los factores que influyen en la generación de sismos, así como también formas de prevención para que no se conviertan en desastres. Por lo que el generador potencial de sismos más peligrosos del país es la Placa de Cocos, ver la siguiente figura.

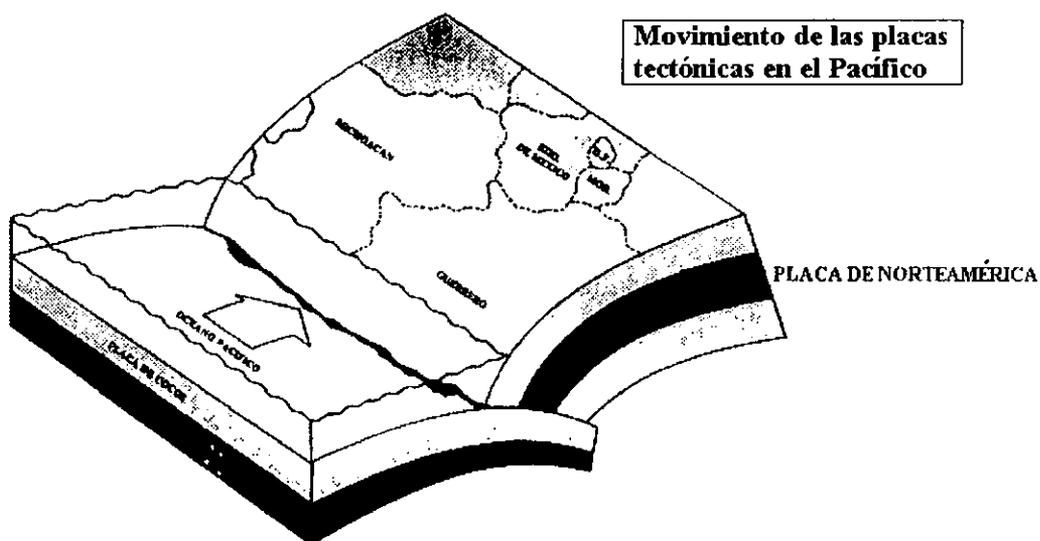


Figura. 1. Placa de Cocos y de Norteamérica

Segundo. Se demostró la necesidad de contar con nuevas y mejores alternativas de alertación en materia de seguridad e higiene en el trabajo y en la población civil, para lograr mitigar los desastres provocados por sismos provenientes de otros puntos geográficos del país, ver figura 2.

Tercero. Se encontró por un lado la necesidad de contar con leyes y por otro lado legislar las que se tienen, para permitir que las personas con problemas auditivos cuenten con sistemas de seguridad confiables y efectivos.



Figura. 2. Zonas de actividad sísmica.

Cuarto. Hemos Visto que en la industria no existen sistemas de alertamiento para casos de sismos ni planes de emergencia, además del mal funcionamiento de sus comisiones mixtas de seguridad e higiene.

Quinto. En los lugares donde se generen grandes concentraciones de ruido es necesario contar con sistemas de alertamiento a base de emisión de luz propia, asimismo es recomendable prevenir la discapacidad de los trabajadores aislándolos de los lugares con niveles de ruido que pueden dañar en un tiempo considerable su oído.

Sexto. Se demostró que de una manera fácil y sencilla se pueden acoplar lámparas a cualquier sistema de alarma, o a los sistemas manuales ya existentes en las propias industrias, escuelas y centros de afluencia masiva de personas.

Séptimo. Las investigaciones relacionadas con la generación y prevención de incendios nos permitieron comprender su naturaleza y sus mecanismos de control.

Octavo. Se debe hacer un análisis real en materia legal, debido a que el sector empresarial hace caso omiso de las normas y reglamentos en materia de seguridad e higiene en el trabajo; por lo que se puede apreciar en la figura 3, es en los lugares más industrializados en donde se generan el mayor número de incendios en el país. Lo anterior lo comprobamos con las encuestas realizadas.



Figura. 3.

Noveno. Comprobamos de acuerdo con las encuestas realizadas y las estadísticas presentadas en la tabla 1, la necesidad de generar una cultura de prevención en la

población civil, para lograr minimizar tanto los incendios como sus efectos, pues de acuerdo a los datos presentados, el 93.4% de los incendios son generados por las casas-habitaciones.

63.5 %	Casa-habitación de dos familias
22.1 %	Casa-habitación de una sola familia
3.0 %	Hoteles y moteles
3.0 %	Edificios industriales y/o oficinas
4.1 %	Comercios y/o usos mixtos de vivienda
4.3 %	Otros edificios

Tabla 1. Porcentaje de generación de incendios\*  
\* Fuente Centro Nacional de Prevención de Desastres

Décimo. Hemos visto la necesidad de contar con sistemas de alertación y prevención de incendios acordes a las características del lugar y las sustancias que se manejan.

Undécimo. Como no se cuentan con sistemas de detección de incendios, por ejemplo las alarmas, la muerte por asfixia es la más común, ver tabla 2. Dentro de las medidas de prevención recomendando el uso obligatorio de alarmas contra fuego y además que cuenten con una lámpara de color rojo, para lograr una mejor alertación en los lugares con niveles altos de ruido y para alertar a personas sordomudas.

62.4 %	Asfixia por inhalación de humo
26.0 %	Quemaduras
10.7 %	Lesiones traumáticas
0.6 %	Enfermedades críticas (ataques al corazón)
0.3 %	Otras causas

Tabla 2. Principales causas de muerte en los incendios\*  
\* Fuente Centro Nacional de Prevención de Desastres

# **Apéndice**

Duodécimo. Se demostró que el acoplamiento de cualquier tipo de lámpara en las alarmas contra incendios resulta ser además de barato, muy fácil y sencillo.

Décimo tercero. Logramos contundentemente demostrar que hace falta practicar verdaderos planes nacionales de prevención, mitigación de desastres, pero en particular de los incendios en los lugares donde sean considerados de alto riesgo. Así por ejemplo, se puede citar el oficio D-102/96 presentado por el Gobierno del Estado de Nuevo León a las autoridades del Sistema Estatal de Protección Civil, en el Documento 1, que al final del mismo dice: “Explosiones e incendios: Se pueden presentar en cualquier lugar del área Metropolitana de Monterrey, ya que contamos con una extensa red de gas natural que atraviesa de norte a sur y de oriente a poniente esta zona. Aunado a esto en algunas áreas las instalaciones son muy antiguas, así como las de drenaje sanitario y alcantarillado, asimismo las empresas que manejan sustancias peligrosas, dentro de áreas residenciales; gasolineras en colonias densamente pobladas, transportación de sustancias tóxicas en las principales carreteras del Estado. Existe también la falta de respeto a los derechos de vías de PEMEX, C.F.E., FFCC, carreteras, ríos y arroyos, representando un grave riesgo.” Todo lo anterior no es una cualidad meramente del estado de Nuevo León, sino de muchas ciudades del país, entre ellas toda la Zona Conurbada donde se pone en riesgo diariamente a la población.

Décimo cuarto. Se presentó este trabajo de investigación el 23 de marzo de 1998, en la Primera Legislatura de la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, para su estudio en la Comisión de Atención Especial a Grupos Vulnerables, con esto se consiguió una iniciativa de ley además en un futuro, posibles acuerdos presidenciales que coadyuven a quienes presentan alguna discapacidad.



**Del 1N4001  
al 1N4007**

**Hoja de datos Designers**

**RECTIFICADORES "SURMETIC"**

... rectificadores anódeos con montura de alambre, tamaño subminiatura para aplicaciones de baja potencia de propósito general.

Datos de los diseñadores para las condiciones de "el peor de los casos"

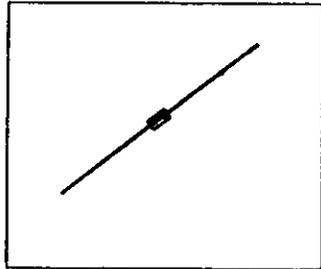
Las hojas de datos Designers permiten diseñar la mayor parte de los circuitos tipicamente a partir de la información presentada. Las curvas típicas, que representan las características extremas del dispositivo, se dan para facilitar el diseño para las peores condiciones de operación.

**RECTIFICADORES DE SILICIO  
CON MONTURA DE ALAMBRE**

**UNIÓN DIFUNDIRA  
50-1000 VOLTS\***

**\*ESPECIFICACIONES MÁXIMAS**

Especificación	Símbolo	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unid.
Voltage inverso repetitivo pico Voltage inverso pico de operación Voltage de bloqueo en cd	$V_{RRM}$ $V_{RSM}$ $V_R$	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Voltage inverso pico no repetitivo (media onda, una sola fase, 60 Hz)	$V_{RSM}$	60	120	240	480	720	1000	1200	Volts
Voltage inverso rms	$V_{RMS}$	35	70	140	280	420	560	700	Volts
Corriente prom. rect. en polariz. dr. (una fase, carga resist., 60 Hz, véase la figura 8, $T_j = 75^\circ\text{C}$ )	$I_O$	1.0							Amp
Oleada de cor. pico no repetitiva (la oleada se aplica en las cond. especificadas de carga, v. figura 2)	$I_{SM}$	30 (para un ciclo)							Amp
Intervalo de temp. de operación y de almacenar, de la unión	$T_j, T_{stg}$	-65 to +175							$^\circ\text{C}$



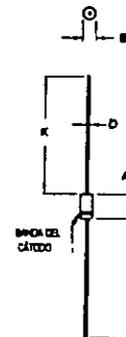
**\*CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

Característica y condiciones	Símbolo	Tipo	máx.	Unid.
Máxima caída de voltage instantánea en polarización directa	$v_c$	0.93	1.1	Volts
Máxima caída de voltage promedio de ciclo completo en polarización directa	$V_{FAV}$	-	0.8	Volts
Corriente inversa máx. (voltage espeche, en cd) $T_j = 75^\circ\text{C}$ $T_j = 100^\circ\text{C}$	$I_R$	0.05 1.0	10 50	$\mu\text{A}$
Máxima corriente inversa prom. de ciclo completo ( $I_m = 1.0\text{A}$ , $T_j = 75^\circ\text{C}$ , conductores de 1 $\mu\text{g}$ )	$I_{RAV}$	-	30	$\mu\text{A}$

Indica datos registrados JEDEC

**CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS**

ENVASE: en vacío, Transfer Moulded  
**TEMPERATURA MÁXIMA DE LOS CONDUCTORES PARA PROPÓSITOS DE SOLDADURA:**  
 350  $^\circ\text{C}$ , a 30" del envase durante 10 segundos con una tensión de 3 lbs.  
**ACABADO:** todas las superficies externas son resistentes a la corrosión y los conductores se pueden soldar con facilidad.  
**POLARIDAD:** el cátodo se indica mediante la banda de color  
**PESO:** 0.40 gramos (aproximadamente)



	MILÍMETROS		PULGADAS	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	5.97	6.60	0.235	0.260
B	7.75	8.05	0.310	0.320
C	8.76	9.65	0.345	0.380
D	12.34	-	1.100	-

ENVASE 30-04  
 No se ajusta a la descripción DO-41

\*Marca registrada de Motorola Inc.



**MOTOROLA**  
**Semiconductors**

BOX 9912, PHOENIX, ARIZONA 85036



### TIRISTORES DE PLÁSTICO

... diseñado para conexiones en gran escala para aplicaciones de control de fase tales como rapidez de motores, controles de temperatura y de luz y para aplicaciones de conmutación en sistemas de encendido y arranque, reguladores de voltaje, máquinas vendedoras y excitadores de lámpara que requieren:

- Construcción pequeña, rápida y de Thermopad,\* para baja resistencia térmica, gran disipación de calor y durabilidad.
- Niveles de disparo prácticos y características de retención 25 °C  
 $I_{TSM} = 7.0$  mA (típico)  
 $I_{TSM} = 8.0$  mA (típico)
- Bajo voltaje en conducción (ON):  $V_{TSM} = 1.0$  Volt (típico) 5.0 amp 25 °C
- Gran especificación de corriente de estado:  $I_{TSM} = 80$  A

**Del 2N4441  
al 2N4444**

### RECTIFICADORES CONTROLADOS PLÁSTICOS DE SILICIO

0.5 AMPERES RMS  
Desde 80 hasta 600 VOLTS



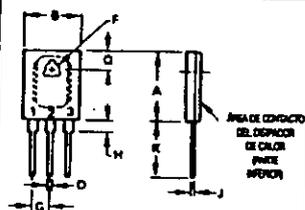
ESPECIFICACIÓN MÁXIMA ( $T_c = 100$  °C, a menos que se indique otra cosa)

Especificación	Símbolo	Valor	Unidades
Voltaje de bloqueo inverso pico repetitivo (Nota 1)	VRRM	50 200 400 600	Volts
Voltaje de bloqueo inverso pico no repetitivo (duración máx. de 1 = 5.0 ms)	VRSM	75 300 500 700	Volts
Corriente rms en conducción (todos los ángulos de conducción)	$I_T(RMS)$	8.0	Amp
Corriente promedio en conducción, $T_c = 75$ °C	$I_T(AV)$	5.1	Amp
Clase de corriente pico no repetitivo (1/2 ciclo, 60 Hz frecuencia y ángulo por corriente y voltaje especificados)	$I_{TSM}$	80	Amp
Consideraciones para los huecos del orificio ( $T_c = -40$ hasta +100 °C; 1 = 1.0 a 6.3 ms)	$I_{T1}$	25	A <sup>2</sup> <sub>T</sub>
Potencia de compuerta pico	$P_{GM}$	5.0	Watts
Potencia promedio de compuerta	$P_{G(AV)}$	0.5	Watt
Corriente pico en polarización directa de compuerta	$I_{GM}$	2.0	Amp
Corriente pico en polarización inversa de compuerta	VRGM	10	Volts
Intervalo de temperatura de operación de la unión	$T_J$	-40 to +100	°C
Intervalo de temperatura de almacenamiento	$T_{stg}$	-40 to +150	°C
Torque de montaje (desarmador 6-32) (Nota 2)	-	8.0	in. lb.

### CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

Característica	Símbolo	Típico	máx.	Unid.
Resistencia térmica, unión a aire	$R_{\theta JA}$	-	2.5	°C/W
Resistencia térmica, unión a ambiente	$R_{\theta JA}$	40	-	°C/W

\*Indica datos registrados JEDEC  
 \*Marca registrada de Motorola Inc.



DIM	MILIMETROS		PULGADAS	
	MÍN	MAX	MÍN	MAX
A	15.95	16.71	0.628	0.658
B	12.45	13.21	0.490	0.520
C	2.05	3.81	0.120	0.150
D	1.05	1.25	0.041	0.050
F	3.51	3.76	0.138	0.148
G	4.27	85C	0.168	85C
H	-	3.18	-	0.125
J	0.76	0.85	0.030	0.034
K	14.95	16.51	0.590	0.650
Q	4.50	5.00	0.177	0.197
R	1.91	2.16	0.075	0.085

ENVASE 90-04

ESTILO 1:

1. CÁTODO  
2. ÁNODO  
3. COMPUERTA

Doc 2N3441 et 2N4444

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS ( $T_c = 25^\circ\text{C}$  a menos que se indique otra cosa)

Característica	Símbolo	Min	Típico	Max	Unidades
Voltaje pico de bloqueo en polarización directa ( $T_c = 100^\circ\text{C}$ ) Nota 1	$V_{DRM}$	50 200 400 600	- - - -	- - - -	Voltios
Corriente pico de bloqueo en polarización directa ( $V_{DRM}$ especificado, $T_c = 100^\circ\text{C}$ , compuerta abierta)	$I_{DRM}$	-	-	2.0	mA
Corriente pico de bloqueo en polarización inversa ( $V_{DRM}$ especificado, $T_c = 100^\circ\text{C}$ , compuerta abierta)	$I_{RRM}$	-	-	2.0	mA
Corriente de disparo de compuerta (cicl. continuo) (Voltaje del ánodo = 7.0 V <sub>DRM</sub> , $R_L = 100$ ohms) $T_c = 25^\circ\text{C}$ $T_c = -40^\circ\text{C}$	$I_{GT}$	-	7.0	30 60	mA
Voltaje de disparo de compuerta (cicl. continuo) (Voltaje del ánodo = 7.0 V <sub>DRM</sub> , $R_L = 100$ ohms) $T_c = 25^\circ\text{C}$ (Voltaje del ánodo = 7.0 V <sub>DRM</sub> , $R_L = 100$ ohms) $T_c = -40^\circ\text{C}$ (Voltaje del ánodo = $V_{DRM}$ especificado, $R_L = 100$ ohms) $T_c = 100^\circ\text{C}$	$V_{GT}$	- - 0.2	0.75 - -	1.5 2.5 -	Voltios
Voltaje pico en conducción (Anchura del pulso = 1.0 a 2.0 ms, ciclo de trabajo 2% ( $I_{TM} = 5.0$ A pico) ( $I_{TM} = 15.7$ A pico)	$V_{TM}$	- -	1.0 -	1.5 2.0	Voltios
Corriente de retención (Voltaje del ánodo = 7.0 V <sub>DRM</sub> , compuerta abierta) $T_c = 25^\circ\text{C}$ $T_c = -40^\circ\text{C}$	$I_H$	- -	6.0 -	40 70	mA
Tiempo de conducción controlado por compuerta ( $I_{TM} = 5.0$ A, $I_{GT} = 20$ mA)	$t_{GT}$	-	1.0	-	$\mu\text{s}$
Tiempo de apagado controlado por circuito ( $I_{TM} = 5.0$ A, $I_R = 5.0$ A) ( $I_{TM} = 5.0$ A, $I_R = 5.0$ A, $T_J = 100^\circ\text{C}$ )	$t_d$	- -	15 20	- -	$\mu\text{s}$
Rapidez crítica de elevación del voltaje del estado de no conducción $V_{DRM}$ especificado, onda exponencial, $T_c = 100^\circ\text{C}$ , compuerta abierta)	$dv/dt$	-	50	-	V/ $\mu\text{s}$

\*Indica datos referidos JEDEC

## Nota 1.

Las especificaciones se aplican para un voltaje negativo o cero, pero no deberá aplicarse un voltaje de compuerta positivo simultáneamente con un potencial negativo en el ánodo. Cuando se esté comprobando la capacidad de bloqueo en polarización directa o inversa, los dispositivos triaceros no se deberán probar con una fuente de corriente constante de tal manera que el voltaje aplicado exceda el voltaje de bloqueo especificado.

## Nota 2.

La especificación de torque se aplica con el uso de limpiador de torque (Shank-proof WD19522 F 8 o equivalente). El torque de montaje que excede las 8 in lb no disminuirá de manera apreciable la resistencia térmica envaso a disipador. El alambre del ánodo y el contacto del disipador de calor son comunes. Si se ve a soldar, (ya sean terminales de conexiones o montajes de dispositivos), las temperaturas de soldadura no deberán exceder los  $+225^\circ\text{C}$ .

MOTOROLA Semiconductor Products Inc.



## 1/8 WATT METAL

Value In Ohms	NTE Stock Number												
2.2	EW2D2	15	EW015	100	EW110	680	EW168	4.7K	EW247	33K	EW333	220K	EW422
2.4	EW2D4	16	EW016	110	EW111	750	EW175	5.1K	EW251	36K	EW336	240K	EW424
2.7	EW2D7	18	EW018	120	EW112	820	EW182	5.6K	EW256	39K	EW339	270K	EW427
3.0	EW3D0	20	EW020	130	EW113	910	EW191	6.2K	EW262	43K	EW343	300K	EW430
3.3	EW3D3	22	EW022	150	EW115	1K	EW210	6.8K	EW268	47K	EW347	330K	EW433
3.6	EW3D6	24	EW024	160	EW116	1.1K	EW211	7.5K	EW275	51K	EW351	360K	EW436
3.9	EW3D9	27	EW027	180	EW118	1.2K	EW212	8.2K	EW282	56K	EW356	390K	EW439
4.3	EW4D3	30	EW030	200	EW120	1.3K	EW213	9.1K	EW291	62K	EW362	430K	EW443
4.7	EW4D7	33	EW033	220	EW122	1.5K	EW215	10K	EW310	68K	EW368	470K	EW447
5.1	EW5D1	36	EW036	240	EW124	1.6K	EW216	11K	EW311	75K	EW375	510K	EW451
5.6	EW5D6	39	EW039	270	EW127	1.8K	EW218	12K	EW312	82K	EW382	560K	EW456
6.2	EW6D2	43	EW043	300	EW130	2K	EW220	13K	EW313	91K	EW391	620K	EW462
6.8	EW6D8	47	EW047	330	EW133	2.2K	EW222	15K	EW315	100K	EW410	680K	EW468
7.5	EW7D5	51	EW051	360	EW136	2.4K	EW224	16K	EW316	110K	EW411	750K	EW475
8.2	EW8D2	56	EW056	390	EW139	2.7K	EW227	18K	EW318	120K	EW412	820K	EW482
9.1	EW9D1	62	EW062	430	EW143	3K	EW230	20K	EW320	130K	EW413	910K	EW491
10	EW010	68	EW068	470	EW147	3.3K	EW233	22K	EW322	150K	EW415	1M	EW510
11	EW011	75	EW075	510	EW151	3.6K	EW236	24K	EW324	160K	EW416		
12	EW012	82	EW082	560	EW156	3.9K	EW239	27K	EW327	180K	EW418		
13	EW013	91	EW091	620	EW162	4.3K	EW243	30K	EW330	200K	EW420		

## SPECIFICATIONS

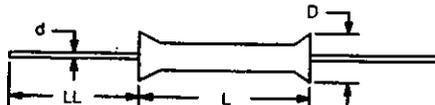
## Electrical Characteristics @ 70°C

NTE Number	Quantity Per Package	Resistance Range (Ohms)	Tolerance (%)	Voltage (Volts)	Temperature Coefficient (PPM/°C)
EW2D2 thru EW510	6	2.2 to 1M	2	150	200

## Mechanical\* (Typical, inches/mm)

NTE Number	Body Length (L)	Body Diameter (D)	Lead Diameter (d)	Lead Length (LL)
EW2D2 thru EW510	0.146 (3.7)	0.063 (1.6)	0.016 (0.4)	1.180 (30.0)

\* These dimensions are for reference only, please consult the factory for actual size.



## 1/4 WATT METAL

Value in Ohms	NTE Stock Number												
1.0	QW1D0	12	QW012	150	QW115	1.8K	QW218	22K	QW322	270K	QW427	3.3M	QW533
1.1	QW1D1	13	QW013	160	QW116	2K	QW220	24K	QW324	300K	QW430	3.6M	QW536
1.2	QW1D2	15	QW015	180	QW118	2.2K	QW222	27K	QW327	330K	QW433	3.9M	QW539
1.3	QW1D3	16	QW016	200	QW120	2.4K	QW224	30K	QW330	360K	QW436	4.3M	QW543
1.5	QW1D5	18	QW018	220	QW122	2.7K	QW227	33K	QW333	390K	QW439	4.7M	QW547
1.6	QW1D6	20	QW020	240	QW124	3K	QW230	36K	QW336	430K	QW443	5.1M	QW551
1.8	QW1D8	22	QW022	270	QW127	3.3K	QW233	39K	QW339	470K	QW447	5.6M	QW556
2.0	QW2D0	24	QW024	300	QW130	3.6K	QW236	43K	QW343	510K	QW451	6.2M	QW562
2.2	QW2D2	27	QW027	330	QW133	3.9K	QW239	47K	QW347	560K	QW456	6.8M	QW568
2.4	QW2D4	30	QW030	360	QW136	4.3K	QW243	51K	QW351	620K	QW462	7.5M	QW575
2.7	QW2D7	33	QW033	390	QW139	4.7K	QW247	56K	QW356	680K	QW468	8.2M	QW582
3.0	QW3D0	36	QW036	430	QW143	5.1K	QW251	62K	QW362	750K	QW475	9.1M	QW591
3.3	QW3D3	39	QW039	470	QW147	5.6K	QW256	68K	QW368	820K	QW482	10M	QW610
3.6	QW3D6	43	QW043	510	QW151	6.2K	QW262	75K	QW375	910K	QW491	11M	QW611
3.9	QW3D9	47	QW047	560	QW156	6.8K	QW268	82K	QW382	1M	QW510	12M	QW612
4.3	QW4D3	51	QW051	620	QW162	7.5K	QW275	91K	QW391	1.1M	QW511	13M	QW613
4.7	QW4D7	56	QW056	680	QW168	8.2K	QW282	100K	QW410	1.2M	QW512	15M	QW615
5.1	QW5D1	62	QW062	750	QW175	9.1K	QW291	110K	QW411	1.3M	QW513	16M	QW616
5.6	QW5D6	68	QW068	820	QW182	10K	QW310	120K	QW412	1.5M	QW515	18M	QW618
6.2	QW6D2	75	QW075	910	QW191	11K	QW311	130K	QW413	1.6M	QW516	20M	QW620
6.8	QW6D8	82	QW082	1K	QW210	12K	QW312	150K	QW415	1.8M	QW518	22M	QW622
7.5	QW7D5	91	QW091	1.1K	QW211	13K	QW313	160K	QW416	2.0M	QW520		
8.2	QW8D2	100	QW110	1.2K	QW212	15K	QW315	180K	QW418	2.2M	QW522		
9.1	QW9D1	110	QW111	1.3K	QW213	16K	QW316	200K	QW420	2.4M	QW524		
10	QW010	120	QW112	1.5K	QW215	18K	QW318	220K	QW422	2.7M	QW527		
11	QW011	130	QW113	1.6K	QW216	20K	QW320	240K	QW424	3.0M	QW530		

## SPECIFICATIONS

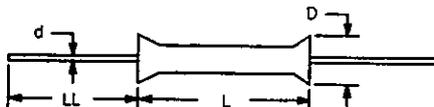
## Electrical Characteristics @ 70°C

NTE Number	Quantity Per Package	Resistance Range (Ohms)	Tolerance (%)	Voltage (Volts)	Temperature Coefficient (PPM/°C)
QW1D0 thru QW9D1	2	1.0 to 9.1	5	250	100
QW010 thru QW430	4	10 to 300K	2	250	100
QW433 thru QW622	2	330K to 22M	2	250	200

## Mechanical\* (Typical, Inches/mm)

NTE Number	Body Length (L)	Body Diameter (D)	Lead Diameter (d)	Lead Length (LL)
QW1D0 thru QW9D1	0.250 (6.5)	0.091 (2.3)	0.025 (0.63)	1.06 (27.0)
QW010 thru QW430	0.235 (5.97)	0.091 (2.3)	0.025 (0.63)	1.50 (38.1)
QW433 thru QW622	0.250 (6.5)	0.091 (2.3)	0.025 (0.63)	1.18 (30.0)

\* These dimensions are for reference only, please consult the factory for actual size.



## 1/2 WATT METAL

Value In Ohms	NTE Stock Number												
0.10	HW1D10	1.6	HW1D6	27	HW027	430	HW143	6.8K	HW268	110K	HW411	1.6M	HW513
0.11	HW1D11	1.8	HW1D8	30	HW030	470	HW147	7.5K	HW275	120K	HW412	1.8M	HW515
0.12	HW1D12	2.0	HW2D0	33	HW033	510	HW151	8.2K	HW282	130K	HW413	2M	HW520
0.13	HW1D13	2.2	HW2D2	36	HW036	560	HW156	9.1K	HW291	150K	HW415	2.2M	HW522
0.15	HW1D15	2.4	HW2D4	39	HW039	620	HW162	10K	HW310	160K	HW416	2.4M	HW524
0.16	HW1D16	2.7	HW2D7	43	HW043	680	HW168	11K	HW311	180K	HW418	2.7M	HW527
0.18	HW1D18	3.0	HW3D0	47	HW047	750	HW175	12K	HW312	200K	HW420	3M	HW530
0.20	HW1D20	3.3	HW3D3	51	HW051	820	HW182	13K	HW313	220K	HW422	3.3M	HW533
0.22	HW1D22	3.6	HW3D6	56	HW056	910	HW191	15K	HW315	240K	HW424	3.6M	HW536
0.24	HW1D24	3.9	HW3D9	62	HW056	1K	HW210	16K	HW316	270K	HW427	3.9M	HW539
0.27	HW1D27	4.3	HW4D3	68	HW068	1.1K	HW211	18K	HW318	300K	HW430	4.3M	HW543
0.30	HW1D30	4.7	HW4D7	75	HW075	1.2K	HW212	20K	HW320	330K	HW433	4.7M	HW547
0.33	HW1D33	5.1	HW5D1	82	HW082	1.3K	HW213	22K	HW322	360K	HW436	5.1M	HW551
0.36	HW1D36	5.6	HW5D6	91	HW091	1.5K	HW215	24K	HW324	390K	HW439	5.6M	HW556
0.39	HW1D39	6.2	HW6D2	100	HW110	1.6K	HW216	27K	HW327	430K	HW443	6.2M	HW562
0.43	HW1D43	6.8	HW6D8	110	HW111	1.8K	HW218	30K	HW330	470K	HW436	6.8M	HW568
0.47	HW1D47	7.5	HW7D5	120	HW112	2K	HW220	33K	HW333	510K	HW439	7.5M	HW575
0.51	HW1D51	8.2	HW8D2	130	HW113	2.2K	HW222	36K	HW336	560K	HW443	8.2M	HW582
0.56	HW1D56	9.1	HW9D1	150	HW115	2.4K	HW224	39K	HW339	620K	HW447	9.1M	HW591
0.62	HW1D62	10	HW010	160	HW116	2.7K	HW227	43K	HW343	680K	HW451	10M	HW610
0.68	HW1D68	11	HW011	180	HW118	3K	HW230	47K	HW347	750K	HW456	11M	HW611
0.75	HW1D75	12	HW012	200	HW120	3.3K	HW233	51K	HW351	820K	HW462	12M	HW612
0.82	HW1D82	13	HW013	220	HW122	3.6K	HW236	56K	HW356	910K	HW468	13M	HW613
0.91	HW1D91	15	HW015	240	HW124	3.9K	HW239	62K	HW362	1M	HW475	15M	HW615
1.0	HW1D0	16	HW016	270	HW127	4.3K	HW243	68K	HW368	1.1M	HW482	16M	HW616
1.1	HW1D1	18	HW018	300	HW130	4.7K	HW247	75K	HW375	1.2M	HW491	18M	HW618
1.2	HW1D2	20	HW020	330	HW133	5.1K	HW251	82K	HW382	1.3M	HW510	20M	HW620
1.3	HW1D3	22	HW022	360	HW136	5.6K	HW256	91K	HW391	1.5M	HW511	22M	HW622
1.5	HW1D5	24	HW024	390	HW139	6.2K	HW262	100K	HW410				

## SPECIFICATIONS

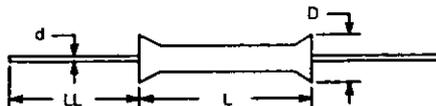
## Electrical Characteristics @ 70°C

NTE Number	Quantity Per Package	Resistance Range (Ohms)	Tolerance (%)	Voltage (Volts)	Temperature Coefficient (PPM/°C)
HW1D10 thru HW9D1	2	0.20 to 9.1	5	300	100
HW010 thru HW510	6	10 to 1M	2	350	100
HW511 thru HW622	2	1.1M to 22M	2	350	200

## Mechanical\* (Typical, inches/mm)

NTE Number	Body Length (L)	Body Diameter (D)	Lead Diameter (d)	Lead Length (LL)
HW1D10 thru HW9D1	0.375 (9.5)	0.138 (3.5)	0.027 (0.7)	1.02 (26)
HW010 thru HW510	0.355 (9.02)	0.148 (3.76)	0.032 (0.81)	1.5 (38.1)
HW511 thru HW622	0.375 (9.5)	0.138 (3.5)	0.032 (0.81)	1.18 (30)

\* These dimensions are for reference only, please consult the factory for actual size.



## NEV, NEH SERIES

### SUBMINIATURE (NEV: Radial Lead, NEH: Axial Leads)

The NEV and NEH series subminiature aluminum electrolytic capacitors are especially suitable for applications requiring high capacitance, low cost, and very small size. In fact, you'll find these capacitors in some of the most demanding applications, from precision medical electronics and automobiles to the newest personal computers and disk drives.

They operate over a broad temperature range and are available in either blister pack or bulk.

### RATINGS

**Capacitance Range:** 0.1 $\mu$ f to 22,000 $\mu$ f

**Tolerance:**  $\pm 20\%$

**Voltage Range:** 6.3V to 100V

### PERFORMANCE SPECIFICATIONS

**Operating Temperature Range:**

-40°C to +85°C (-40°F to +185°F)

**Leakage Current:**  $I \leq 0.01CV + 3\mu A$  (measured after 3 minutes of applied voltage)

I = Leakage Current ( $\mu A$ )

C = Nominal Capacitance ( $\mu f$ )

V = Rated Voltage (V)

**Capacitance Tolerance (M):**  $\pm 20\%$   
measured at +20°C (+68°F), 120Hz

**Dissipation Factor:** measured at +20°C (+68°F), 120Hz

Rated Voltage	6.3	10	16	25	35	50-80	100
0.1 $\mu$ f to 1000 $\mu$ f	0.24	0.2	0.17	0.15	0.12	0.10	0.08
1000 $\mu$ f to 22,000 $\mu$ f	Values above plus 0.02 for each 1000 $\mu$ f						

**Impedance Ratio at Low Temperature:** 120Hz

Comparison Z WV	6.3	10	16	25	35	50-100
Z @ -25°C (-13°F) Z @ +20°C (+68°F)	4	3	2	2	2	2
Z @ -40°C (-40°F) Z @ +20°C (+68°F)	8	6	4	4	4	4

**Surge Voltage:**

DC Rated Voltage	6.3	10	16	25	35	50	63	100
Surge Voltage	8	13	20	32	44	63	79	125

**Load Life:** 1000  $\pm$  12Hrs @ +85°C (+185°F),  
at rated voltage

**Leakage Current:** Within values specified above

**Dissipation Factor:** Within  $\pm 150\%$  of specified value

**Capacitance Change Max:** See Table

Rated Voltage	Capacitance Change Max
6.3V to 16V	Within $\pm 30\%$ of the initial value
25V to 100V	Within $\pm 20\%$ of the initial value

**Shelf Life:** 1000 Hrs @ +85°C (+185°F),  
no voltage applied

**Leakage Current:** Within  $\pm 200\%$  of specified value

**Dissipation Factor:** Within  $\pm 150\%$  of specified value

**Capacitance Change Max:** Within  $\pm 20\%$  of initial value

### MECHANICAL SPECIFICATIONS

**Lead Solderability:**

Meets the requirements of MIL-STD-202, Method 202

**Marking:**

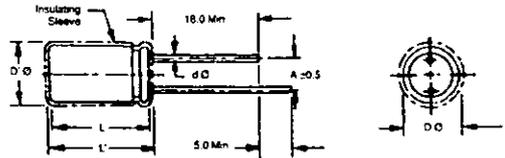
Consists of series type, nominal capacitance, rated voltage, temperature range, anode and/or cathode identification, vendor identification.

**Recommended Cleaning Solvents:**

Methanol, isopropanol ethanol, isobutanol, petroleum ether, propanol and/or commercial detergents. Halogenated hydrocarbon cleaning agents such as Freon (MF, TF, or TC), trichloroethylene, trichloroethane, or methylchloride are not recommended as they may damage the capacitor.

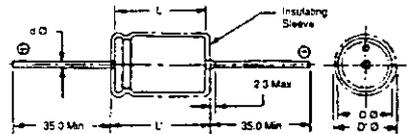
### CASE SIZE AND DIMENSIONS:

#### NEV SERIES



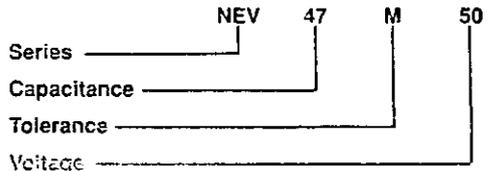
$D \text{ } \varnothing = D \text{ } \varnothing + 0.05 \text{ Max}$      $L - L - 1.0 \text{ Max at } D \text{ } \varnothing \leq 80$      $L' - L' - 2.0 \text{ Max at } D \text{ } \varnothing \geq 100$

#### NEH SERIES



$D \text{ } \varnothing = D \text{ } \varnothing + 0.05 \text{ Max}$      $L - L - 1.0 \text{ Max at } D \text{ } \varnothing \leq 80$      $L' - L' - 2.0 \text{ Max at } D \text{ } \varnothing \geq 100$

### ORDERING INFORMATION



## NEV, NEH SERIES

**NEV Series (Radial Type) Dimensions: Diameter (D Ø) x Length (L): mm**

Cap (µf) \ WV	6.3	10	16	25	35	50	63	100
0.10						5 x 11	5 x 11	5 x 11
0.15								5 x 11
0.22						5 x 11	5 x 11	5 x 11
0.33						5 x 11	5 x 11	5 x 11
0.47						5 x 11	5 x 11	5 x 11
0.56						5 x 11	5 x 11	
0.68								5 x 11
1.0						5 x 11	5 x 11	5 x 11
1.5							5 x 11	5 x 11
2.2						5 x 11	5 x 11	5 x 11
3.3						5 x 11	5 x 11	5 x 11
4.7						5 x 11	5 x 11	5 x 11
6.8						5 x 11	5 x 11	6.3 x 11
10						5 x 11	5 x 11	6.3 x 11
15					5 x 11	5 x 11	6.3 x 11	8 x 11.5
22				5 x 11	5 x 11	5 x 11	6.3 x 11	8 x 11.5
33			5 x 11	5 x 11	5 x 11	6.3 x 11	6.3 x 11	10 x 12.5
47		5 x 11	5 x 11	5 x 11	6.3 x 11	6.3 x 11	8 x 11.5	10 x 16
68		6.3 x 11	6.3 x 11	8 x 11.5	8 x 11.5	10 x 12.5	10 x 16	10 x 20
100		5 x 11	6.3 x 11	6.3 x 11	8 x 11	8 x 11	10 x 12.5	13 x 21
150	8 x 11.5	8 x 11.5	8.5 x 11	10 x 12	10 x 16	10 x 20	13 x 20	13 x 25
220	6.3 x 11	6.3 x 11	8 x 11.5	8 x 11.5	10 x 12.5	10 x 16	10 x 20	16 x 25
330	6.3 x 11	8 x 11.5	8 x 11.5	10 x 12.5	10 x 16	10 x 20	13 x 21	16 x 25
470	8 x 11	8 x 11.5	10 x 12.5	10 x 16	10 x 20	13 x 21	13 x 25	16 x 31.5
680	10 x 16		10 x 12.5	10 x 16	13 x 21	13 x 25	13 x 25	16 x 25
1000	10 x 12.5	10 x 16	10 x 20	13 x 21	13 x 25	16 x 25	16 x 31.5	18 x 40
1500	13 x 25	13 x 25	16 x 31.5	16 x 35.5	16 x 35.5			
2200	13 x 21	13 x 21	13 x 25	16 x 25	16 x 31.5	18 x 36	18 x 40	
3300	13 x 21	13 x 25	16 x 25	16 x 31.5	18 x 36	18 x 40	22 x 41	
4700	16 x 25	16 x 25	16 x 31.5	18 x 36	18 x 40	22 x 41		
6800	16 x 25	16 x 31.5	18 x 16	18 x 40	22 x 41			
10000	16 x 31.5	18 x 36	18 x 40	22 x 41				
22000		18 x 46						

\* These dimensions are for reference only, please consult the factory for actual size.

### NEV Series (Radial Type) Mechanical Specifications: mm

Outside Diameter (D Ø)	5	6.3	8	10	13	16	18	22
Lead Spacing (A)	2	2.5	3.5	5	5	7.5	7.5	10
Lead Diameter (d Ø)	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	1.0

\* These dimensions are for reference only, please consult the factory for actual size.

## NEV, NEH SERIES

## NEH Series (Axial Type) Dimensions: Diameter (D Ø) x Length (L): mm

Cap (µf) \ WV	6.3	10	16	25	35	50	63	100
0.10						5 x 12.5	5 x 12.5	5 x 12.5
0.22						5 x 12.5	5 x 12.5	5 x 12.5
0.33						5 x 12.5	5 x 12.5	5 x 12.5
0.47						5 x 12.5	5 x 12.5	5 x 12.5
0.68							5 x 12.5	
1.0						5 x 12.5	5 x 12.5	5 x 12.5
1.5							5 x 11	
2.2						5 x 12.5	5 x 12.5	5 x 12.5
3.3						5 x 12.5	5 x 12.5	5 x 12.5
4.7						5 x 12.5	5 x 12.5	5 x 12.5
6.8						5 x 11	6.3 x 11	
10				6.3 x 12.5	5 x 11	6.3 x 12.5	6.3 x 12.5	6.3 x 16
15			5 x 11	5 x 11	6.3 x 11	6.3 x 11	8 x 11.5	
22			5 x 11	6.3 x 12.5	6.3 x 12.5	6.3 x 16	8 x 16	8 x 20
33		5 x 12	6.3 x 12.5	6.3 x 12.5	6.3 x 16	8 x 16	8 x 16	8 x 20
47	5 x 11	6.3 x 12.5	6.3 x 12.5	6.3 x 16	8 x 16	8 x 16	8 x 20	10 x 20
68	6.3 x 11	6.3 x 11	8 x 11.5	8 x 16	8 x 16	10 x 12.5	10 x 16	
100	6.3 x 12.5	6.3 x 16	6.3 x 16	8 x 16	8 x 20	8 x 20	10 x 20	10 x 25
150	8 x 16	8 x 16	8 x 16	10 x 16	10 x 16	10 x 16	10 x 20	
220	8 x 16	8 x 16	8 x 16	8 x 20	10 x 20	10 x 20	10 x 25	13 x 25
330	8 x 16	8 x 16	8 x 20	10 x 20	10 x 20	13 x 25	13 x 25	13 x 35
470	8 x 16	8 x 20	10 x 20	10 x 20	10 x 25	13 x 25	13 x 30	16 x 30
680	10 x 16	10 x 20	10 x 20	10 x 25	13 x 25	13 x 30	16 x 30	16 x 30
1000	10 x 20	10 x 20	13 x 25	13 x 25	13 x 30	16 x 30	16 x 30	18 x 40
1500	13 x 25	13 x 25	13 x 20	16 x 31.5				
2200	10 x 25	13 x 25	13 x 30	16 x 25	16 x 30	18 x 40	22 x 40	
3300	13 x 25	13 x 30	16 x 30	16 x 30	16 x 40	22 x 40	22 x 50	
4700	16 x 30	16 x 30	16 x 40	18 x 40	22 x 40	22 x 50		
6800	16 x 30	16 x 40	18 x 40	22 x 40	22 x 50			
10000	16 x 30	18 x 40	22 x 40	22 x 50				
22000		25 x 50						

\* These dimensions are for reference only, please consult the factory for actual size.

## NEH Series (Axial Type) Mechanical Specifications: mm

Outside Diameter (D Ø)	5	6.3	8	10	13	16	18	22	25
Lead Diameter (d Ø)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

\* These dimensions are for reference only, please consult the factory for actual size.

## NPR, NPA (Non-Polarized) SERIES

### SUBMINIATURE NON-POLARIZED (NPR: Radial Leads, NPA: Axial Leads)

The NPR and NPA Series subminiature aluminum electrolytic capacitors are especially designed for use in circuits whose polarity is reversed or unknown or in crossover networks which do not require tough characteristic requirements.

#### RATINGS

**Capacitance Range:** 0.47 $\mu$ f to 1000 $\mu$ f

**Tolerance:**  $\pm 20\%$

**Voltage Range:** 16V to 100V

#### PERFORMANCE SPECIFICATIONS

**Operating Temperature Range:**

-40°C to +85°C (-40°F to +185°F)

**Leakage Current:**  $I \leq 0.002CV + 3\mu A$  (measured after 5 minutes of applied voltage)

I = Leakage Current ( $\mu A$ )

C = Nominal Capacitance ( $\mu f$ )

V = Rated Voltage (V)

**Capacitance Tolerance (M):**  $\pm 20\%$   
measured at 20°C (68°F), 120Hz

**Dissipation Factor:** measured at +20°C (+68°F), 120Hz

Rated Voltage	16	25	50	63	100
0.1 $\mu$ f to 1000 $\mu$ f	0.16	0.12	0.08	0.06	0.06

**Impedance Ratio at Low Temperature:** 120Hz

Comparison Z WV	16	25	50	63	100
Z @ -25°C (-13°F) Z @ +20°C (+68°F)	2	1.5	1.5	2	2
Z @ -40°C (-40°F) Z @ +20°C (+68°F)	3	2	2	4	4

**Surge Voltage:**

DC Rated Voltage	16	25	50	63	100
Surge Voltage	20	32	63	79	125

**Load Life:** 1000  $\pm 12$  Hrs @ +85°C (+185°F),  
at rated voltage

Leakage Current: Within values specified above

Dissipation Factor: Within  $\pm 150\%$  of specified value

Capacitance Change Max:  $\pm 15\%$  of initial value

Rated Voltage	Capacitance Change Max
160V to 450V	Within 30% of the initial value

**Shelf Life:** 1000 Hrs @ +85°C (+185°F),  
no voltage applied

Leakage Current: Within values specified above

Dissipation Factor: Within  $\pm 150\%$  of specified value

Capacitance Change Max: Within  $\pm 15\%$  of initial value

#### MECHANICAL SPECIFICATIONS

**Lead Solderability:**

Meets the requirements of MIL-STD 202, Method 208

**Marking:**

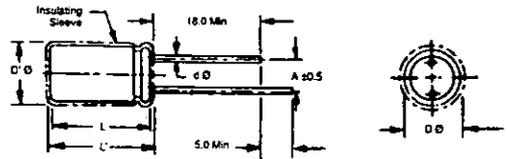
Consists of series type, nominal capacitance, rated voltage, temperature range, anode and/or cathode identification, vendor identification.

**Recommended Cleaning Solvents:**

Methanol, isopropanol ethanol, isobutanol, petroleum ether, propanol and/or commercial detergents. Halogenated hydrocarbon cleaning agents such as Freon (MF, TF, or TC), trichloroethylene, trichloroethane, or methylchloride are not recommended as they may damage the capacitor.

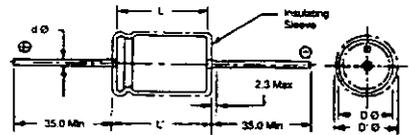
#### CASE SIZES AND DIMENSIONS:

##### NPR SERIES



$$D'Ø - DØ = 0.5 \text{ Max} \quad L' - L = 1.0 \text{ Max at } DØ \le 8.0 \quad L' - L = 2.0 \text{ Max at } DØ \ge 10.0$$

##### NPA SERIES



$$D'Ø - DØ = 0.5 \text{ Max} \quad L' - L = 1.0 \text{ Max at } DØ \le 8.0 \quad L' - L = 2.0 \text{ Max at } DØ \ge 10.0$$

#### ORDERING INFORMATION



## NPR, NPA (Non-Polarized) SERIES

### NPR Series (Radial Type) Dimensions: Diameter (D Ø) x Length (L): mm

Rated Voltage (WV)	16	25	50	63	100
Surge Voltage (V)	20	32	63	79	125
Cap (µf)					
0.47			5 x 11		5 x 11
1.0			5 x 11		5 x 11
2.2			5 x 11	5 x 11	6 x 11
3.3			5 x 11	6 x 11	8 x 11.5
4.7		5 x 11	6 x 11	6 x 11	8 x 11.5
10	5 x 11	5 x 11	8 x 11.5	8 x 11.5	10 x 12.5
22	6 x 11	6 x 11	10 x 12.5	10 x 12.5	10 x 20
33	6 x 11	8 x 11.5	10 x 16	10 x 16	13 x 20
47	8 x 11.5	10 x 12.5	10 x 20	10 x 20	13 x 25
100	10 x 12.5	10 x 16	13 x 25	13 x 25	16 x 25
220	10 x 20	13 x 25	16 x 25	16 x 30	
330	13 x 20	13 x 25	16 x 30.5		
470	13 x 25	16 x 25			
1000	16 x 25	16 x 30.5			

\* These dimensions are for reference only, please consult the factory for actual size.

### NPA Series (Axial Type) Dimensions: Diameter (D Ø) x Length (L): mm

Rated Voltage (WV)	16	25	50	63	100
Surge Voltage (V)	20	32	63	79	125
Cap (µf)					
0.47			6 x 15		6 x 15
1.0			6 x 15		6 x 15
2.2			6 x 15	6 x 15	5 x 15
3.3			6 x 15	6 x 15	6 x 19
4.7			6 x 15	6 x 15	8 x 19
10		6 x 15	6 x 19	8 x 19	10 x 21
22	6 x 15	6 x 19	10 x 21	10 x 21	10 x 25
33	6 x 19	8 x 19	10 x 21	10 x 25	13 x 30
47	8 x 19	8 x 19	10 x 25	10 x 25	13 x 30
100	10 x 21	10 x 25	13 x 30	13 x 30	15 x 30
220	10 x 25	13 x 30	16 x 30	16 x 30	
330	10 x 30	13 x 30	16 x 41	16 x 41	
470	13 x 30	16 x 30			
1000	16 x 30				

\* These dimensions are for reference only, please consult the factory for actual size.

## TD (Resin Dipped Radial) SERIES

### SOLID TANTALUM

The TD series is a range of resin dipped tantalum capacitors designed for entertainment, commercial, and industrial equipment. They have sintered anodes and solid electrolyte. The epoxy resin in housing is flame retardant with a limiting oxygen index in excess of 30 (ASTM-D-2863).

### RATINGS

**Capacitance Range:** 0.1µf to 680µf

**Tolerance:** ±20%

**Voltage Range:** 6.3V to 50V

### PERFORMANCE SPECIFICATIONS

**Operating Temperature Range:**

-55°C to +85°C (-67°F to +185°F)

**Capacitance Tolerance (M):** ±20%

measured at +20°C (+68°F), 120Hz

**Dissipation Factor:** measured at +20°C (+68°F), 120Hz

Capacitance Range µf	0.1 - 1.5	2.2 - 6.8	10 - 68	100 - 680
	≤ 0.04	≤ 0.06	≤ 0.08	≤ 0.10

**Surge Voltage:**

DC Rated Voltage	6.3	10	16	20	25	35	50
Surge Voltage	8	13	20	26	33	46	65

### MECHANICAL SPECIFICATIONS

**Lead Solderability:**

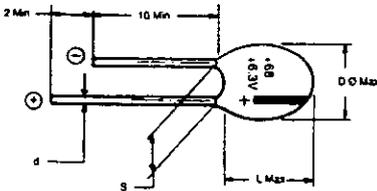
Meets the requirements of MIL-STD 202, Method 208

**Marking:**

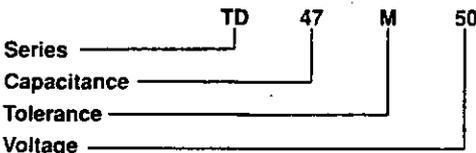
Consists of capacitance, DC voltage, and polarity.

**Recommended Cleaning Solvents:**

Methanol, isopropanol ethanol, isobutanol, petroleum ether, propanol and/or commercial detergents. Halogenated hydrocarbon cleaning agents such as Freon (MF, TF, or TC), trichloroethylene, trichloroethane, or methylchloride are not recommended as they may damage the capacitor.



### ORDERING INFORMATION



### CAPACITANCE RANGE:

(Number denotes case size)

Rated Voltage (WV)	6.3	10	16	20	25	35	50
Surge Voltage (V)	8	13	20	26	33	46	65
Cap (µf)							
0.10						1	1
0.15						1	1
0.22						1	1
0.33						1	2
0.47						1	2
0.68						1	2
1.0				1	1	1	4
1.5			1	1	1	2	5
2.2		1	1	2	2	3	5
3.3	1	1	2	3	3	4	7
4.7	1	2	3	4	4	5	8
6.8	2	3	4	5	5	6	8
10.0	3	4	5	6	6	7	9
15.0	4	5	6	7	7	9	10
22.0	5	6	7	8	9	10	13
33.0	6	7	8	9	10	12	
47.0	7	8	10	11	12	14	
68.0	8	9	11	13	13		
100.0	9	11	13				
150.0	11	13	15				
220.0	12	14	15				
330.0	14	15					
470.0	15						
680.0	15						

### TD Series Dimensions: mm

Diameter (D Ø) x Length (L)

Case Size	Diameter (D Ø)	Length (L)	Lead Wire (d)	Spacing (S)
1	4.50	8.50	0.50	2.54 ±0.51
2	4.50	9.00	0.50	
3	5.00	10.00	0.50	
4	5.00	10.50	0.50	
5	5.50	10.50	0.50	
6	6.00	11.50	0.50	
7	6.50	11.50	0.50	
8	7.00	12.00	0.40	
9	8.00	13.00	0.50	
10	8.50	14.00	0.50	
11	9.00	14.00	0.50	5.08 ±0.51
12	9.00	14.50	0.50	
13	9.00	16.00	0.50	
14	10.00	17.00	0.50	
15	10.00	18.50	0.50	

## VHT SERIES

### SUBMINIATURE (Radial Lead, 105°C Max)

The NTE VHT series of aluminum electrolytic capacitors are designed for use in automotive, commercial, and industrial applications. These high temperature, radial lead capacitors are especially suitable for applications that require extended life and higher temperature operation.

### RATINGS

**Capacitance Range:** 0.1µf to 4700µf

**Tolerance:** ±20%

**Voltage Range:** 16 to 250 Volts

### PERFORMANCE SPECIFICATIONS

**Operating Temperature Range:**

-40°C to +105°C (-40°F to +220.9°F)

**Leakage Current:**

6.3V to 100V: ≤ 0.01CV (+3µA)

160V to 250V: ≤ 0.03CV (+15µA)

**Capacitance Tolerance:** ±20% (M)  
measured at +20°C (+68°F), 120Hz

**High Temperature Load Test:**

1000 Hrs @ +105°C (+220.9°F) and rated voltage

**Ripple Current:**

The ripple current multipliers (See Table) adjust the current to make the capacitors operating temperature the same for different ambient temperatures and ripple frequencies.

Temperature	45°C	55°C	65°C	75°C	85°C	95°C	105°C
Multiplier	1.5	1.46	1.32	1.17	1.0	0.79	0.5

**Load Life:** 1000 Hrs @ +105°C (+220.9°F),  
no voltage applied

**Shelf Life:** 1000 Hrs @ +105°C (+220.9°F),  
no voltage applied

### MECHANICAL SPECIFICATIONS

**Lead Solderability:**

Meets the requirements of MIL-STD 202,  
Method 208

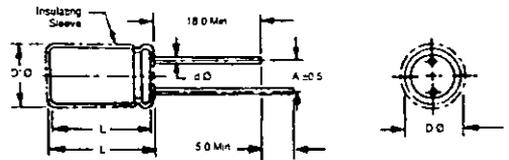
**Marking:**

Consists of series type, nominal capacitance, rated voltage, temperature range, anode and/or cathode identification, vendor identification.

**Recommended Cleaning Solvents:**

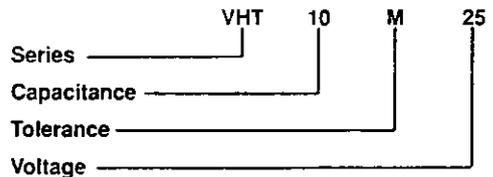
Methanol, isopropanol ethanol, isobutanol, petroleum ether, propanol and/or commercial detergents. Halogenated hydrocarbon cleaning agents such as Freon (MF, TF, or TC), trichloroethylene, trichloroethane, or methylchloride are not recommended as they may damage the capacitor.

### CASE SIZE AND DIMENSIONS:



Ø D - Ø D - 0.5 Max L - L - 1.0 Max at Ø D ≤ 8.0 L - L - 2.0 Max at Ø D ≥ 10.0

### ORDERING INFORMATION



## VHT SERIES

VHT Series Dimensions: Diameter (D Ø) x Length (L): mm

Cap (µf) \ WV	16	25	35	50	63	160	250
0.1				5 x 11			
0.22				5 x 11			
0.33				5 x 11			
0.47				5 x 11	5 x 11		
1.0				5 x 11	5 x 11	6 x 11	6 x 11
2.2				5 x 11	5 x 11	6 x 11	8 x 11.5
3.3				5 x 11	5 x 11	8 x 11.5	10 x 12.5
4.7		5 x 11	5 x 11	5 x 11	5 x 11	8 x 11.5	10 x 12.5
10	5 x 11	5 x 11	5 x 11	5 x 11	6 x 11	10 x 12.5	10 x 20
22	5 x 11	5 x 11	6 x 11	6 x 11	8 x 11.5	10 x 20	13 x 25
33	5 x 11	6 x 11	6 x 11	8 x 11.5	8 x 11.5	13 x 21	13 x 25
47	6 x 11	6 x 11	8 x 11.5	8 x 11.5	10 x 12.5	13 x 25	16 x 25
100	8 x 11.5	8 x 11.5	10 x 12.5	10 x 16	10 x 20	16 x 25	18 x 36
220	10 x 12.5	10 x 16	10 x 20	13 x 20	13 x 20		
330	10 x 16	10 x 20	13 x 20	13 x 20	13 x 25		
470	10 x 20	13 x 20	13 x 25	16 x 20	16 x 20		
1000	13 x 25	16 x 20	16 x 20	16 x 25	18 x 31.5		
2200	16 x 20	16 x 31.5	18 x 31.5				
3300	16 x 31.5	18 x 31.5					
4700	18 x 31.5						

### VHT Mechanical Specs: Dimensions (mm)

Outside Diameter	D Ø	5.0	6.0	8.0	10.0	13.0	16.0	18.0
Lead Spacing	A	2.0	2.5	3.5	5.0		7.5	
Lead Wire	d Ø	0.5			0.6		0.65	0.8



# TRIACS

VRRM DC or Peak Volts	IT RMS Max Forward Current (Amps)											
	0.8 A	2.5 A		4 A		8 A		10 A				
50				ECG5601					ECG5612	ECG5622	ECG5631	
100		ECG5640	ECG5650	ECG5602					ECG5613	ECG5623	ECG5632	
200	ECG5656	ECG5641	ECG5651	ECG5603					ECG5614	ECG5624	ECG5633	
400	ECG5656	ECG5642	ECG5652	ECG5605	ECG5629	ECG5608	ECG5638		ECG5616	ECG5626	ECG5635	
600	ECG5657	ECG5643	ECG5653	ECG5607		ECG5609			ECG5618	ECG5628	ECG5637	ECG5645
800						ECG5610		ECG5620				
IGT Min (mA) Quadrants I & III	5.0	25	3.0	30	3.0	10	10	35 Quads I, II, III	50	50	50	50
IGT Min (mA) Quadrants II & IV	5.0	40	3.0	---	3.0	10	10	70 Quad IV	75	---	50*	75
VGT Max (V)	2.0	2.2	2.2	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	2.5	2.0	2.5	2.5
ISurge Max (A)	8.0	25	25	30	40	80	80	60	100	100	100	120
IHold Min (mA)	20	35	5.0	30	5.0	15	10	20	50	50	50	50
Von Max (V)	1.5	1.8	2.2	2.0	1.6	1.5	1.6	1.7	1.8	1.8	1.65	1.6
VGM (V)	±5.0	±5.0	±5.0	±5.0	±5.0	±10	±5.0	±10	±5.0	±5.0	±10	±5.0
PG Av (W)	.01	.05	.05	.5	.3	.5	.4	.5	.5	.5	.5	.5
Operating Temperature T <sub>J</sub> °C.	-40 to +110	-65 to +100	-40 to +90	-40 to +110	-40 to +110	-40 to +110	-40 to +110	-40 to +120	-65 to +100	-40 to +100	-40 to +100	-40 to +110
Off State dv/dt (Typ) V/μsec	20	100	5	5	10	25	25	100	5	5	50	60
Operating Quadrants	I,II,III,IV	I,II,III,IV	I,II,III,IV	I,III	I,II,III,IV	I,II,III,IV	I,II,III,IV	I,II,III,IV	I,II,III,IV	I,III	I,II,III	I,II,III,IV
Fig. No.	Z36	Z61		Z38	Z40	Z41	Z41	Z41D	Z39		Z41	Z41
Package	TO-92	TO-5		TO-126	TO-202	TO-220	TO-220 Isolated Tab	TO-220J	TO-127		TO-220	TO-220 Isolated Tab

\*3 Mode device not specified in Quadrant IV

Package Outlines - See Page 1-116

## Discrete LED Indicators

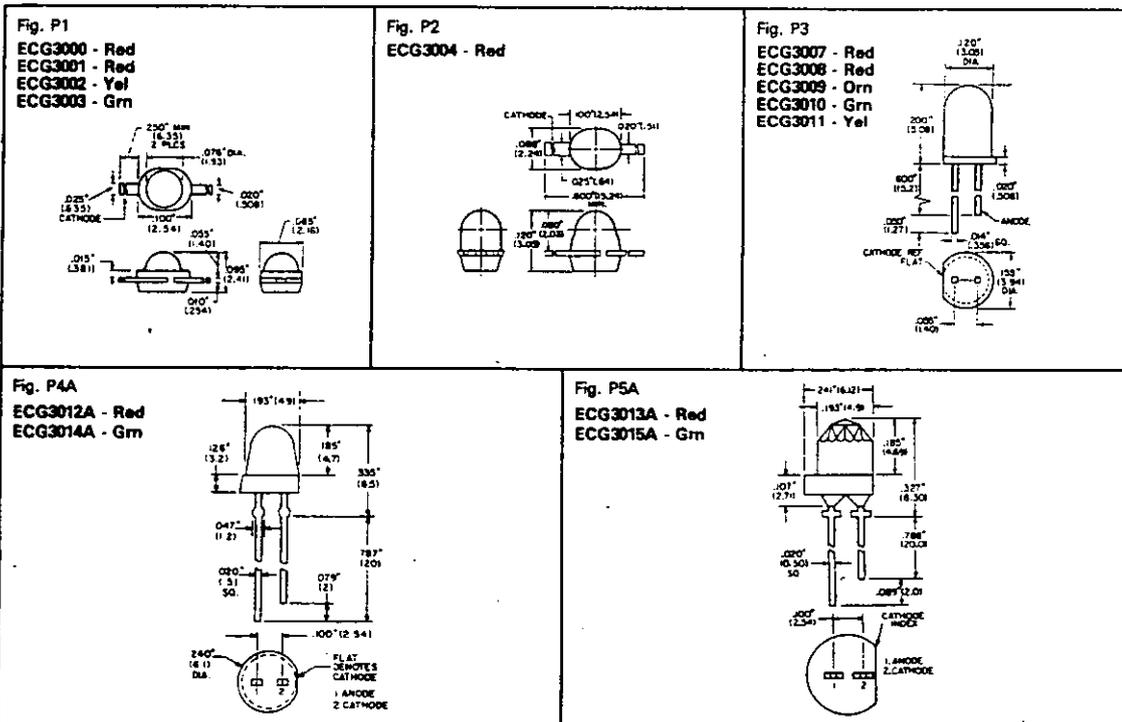
ECG Type	Description/Application	Viewed Color	Forward Voltage VF (V)	Reverse Voltage VR (V)	Max DC Forward Current IF (mA)	Maximum Power Diss. PD (mW)	Typical Viewing Angle Degree	Typical Luminous Intensity MCD	Qty Per Pkg	Fig. No.
ECG3000	Indicator Lights, Diagnostic and Panel Displays, Printed Circuit Board Indicators, Miniature Low Profile Package	Clear Red	1.65	5.0	40	80	80	1.4	4	P1
ECG3001		Flooded Red	1.65	5.0	40	80	80	1.0	4	P1
ECG3002		Clear Yellow	2.10	5.0	35	105	80	1.0	2	P1
ECG3003		Clear Green	2.20	5.0	35	105	80	1.0	2	P1
ECG3004	Diagnostic or Indicator Lights in Low-Power/Low Current Environments, MOS Compatible	Red	1.60	5.0	35	105	25	2.0	2	P2
ECG3007	General Purpose Indicators, Developmental Projects, Breadboards	Red	1.68	5.0	50	100	70	2.5	4	P3
ECG3008		Bright Red	2.00	5.0	35	105	90	5.0	2	P3
ECG3009		Orange	2.00	5.0	35	105	90	5.0	2	P3
ECG3010		Green	2.20	5.0	35	105	90	1.0	2	P3
ECG3011		Yellow	2.10	5.0	35	105	90	3.0	2	P3
ECG3012A	Panel Circuit Indicators, Low Drive Power, High Intensity Visible Emission	Diffused Red	2.20	4.0	25	70	30	3.5	4	P4A
ECG3013A		Clear Red Jewel	2.80	4.0	25	70	30	3.5	4	P5A
ECG3014A		Green	2.8	4.0	25	70	30	10	2	P4A
ECG3015A		Clear Green Jewel	2.10	4.0	25	70	30	12	2	P5A
ECG3016	Two Color Panel Circuit Indicator	Red or Green	2.10	4.0	25	75	90	6	2	P6
ECG3018	Instruments, Printed Circuit Board Indicators, Boardmounted Panel Display	Soft Red	1.65	5.0	100	180	90	1.6	2*	P7
ECG3019		Soft Red	1.65	5.0	100	180	60	3.0	2*	P7
ECG3020	Computers, General Purpose Indicators, Instruments, Test Systems, Mini- and Micro-Processors, Process Controlled Industrial Systems, Sorting Machines, Assembly Equipment, Vending Machines, Telephone Equipment, Backlight Panels, High Intensity Indicators in Four Colors	Flooded Red	1.70	5.0	100	180	80	1.6	2*	P8
ECG3021		Yellow	2.10	5.0	35	105	65	6.0	2*	P8
ECG3022		Bright Red	2.00	5.0	35	105	65	6.0	2*	P8
ECG3023		Orange	2.00	5.0	35	105	65	6.0	2*	P8
ECG3024		Diffused Green	2.20	5.0	35	105	65	1.5	2*	P8
ECG3025	Instruments, Printed Circuit Board Indicators, Boardmounted Panel Display	Red	1.80	5.0	100	180	40	3.0	2*	P9
ECG3026	Polarity Indication Tri-State Indicator, Flow Direction Display, Instruments, Tester Displays, Educational Aids	Red or Green	1.65 - R 2.20 - G	-	70 - R 35 - G	200	50	.5 - G 1.5 - R	1*	P10
ECG3030	Flashing Red LED with Integral IC. Applications Include Status Indicators and Warning Lights, Pulse Rate = 3 Hz Typ at 5 VDC	Flashing Red	Max V Applied 5.25	.4	20	-	40	1.2	1	PSA
ECG3130	Flashing Yellow LED with Integral IC. For Status Indicators and Warning Lights, Pulse Rate = 2.5 Hz Typ at 5 V	Flashing Yellow	Max V Applied 5.25	.4	20	-	40	3	1	PSA
ECG3131	Flashing Green LED with Integral IC. For Status Indicators and Warning Lights, Pulse Rate = 2.5 Hz Typ at 5 V	Flashing Green	Max V Applied 5.25	.4	20	-	40	2	1	PSA

\* Package includes 2 piece panel mounting grommets consisting of 1 lamp holder and 1 collar for each device.

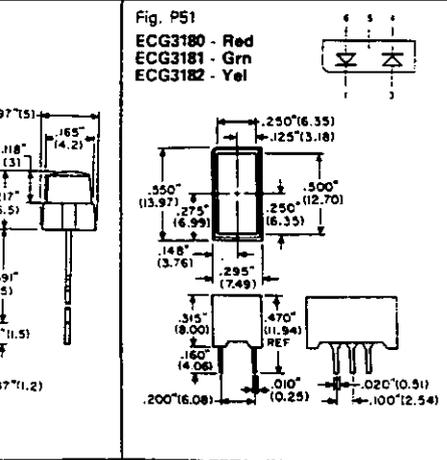
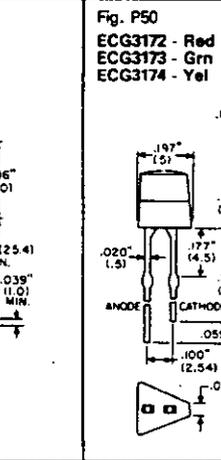
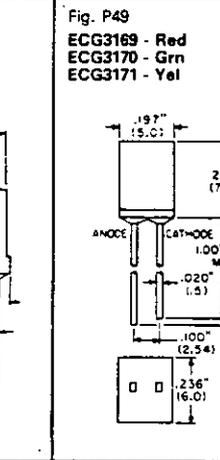
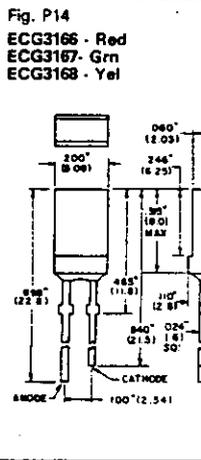
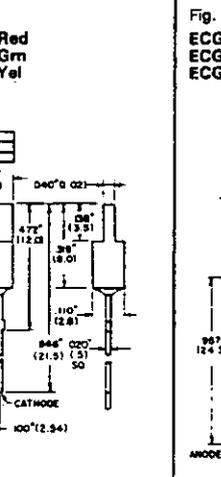
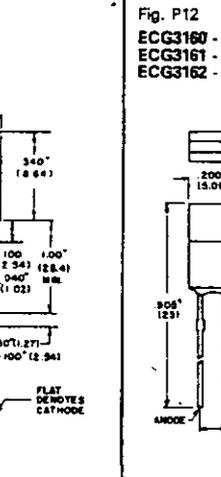
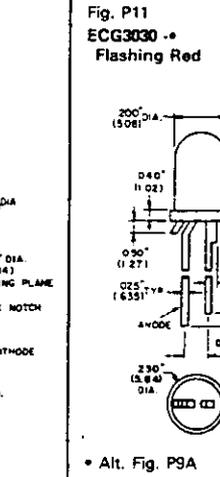
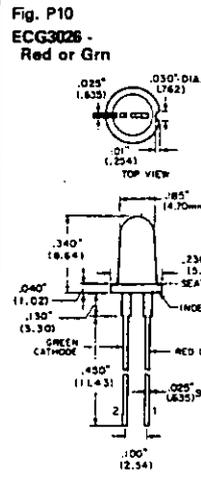
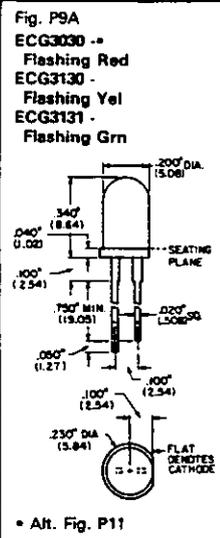
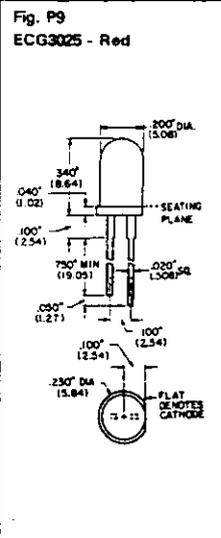
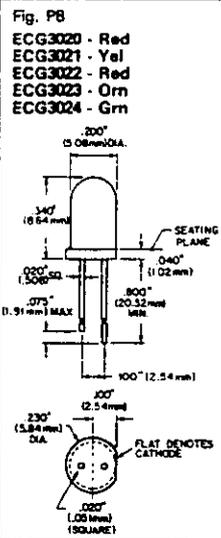
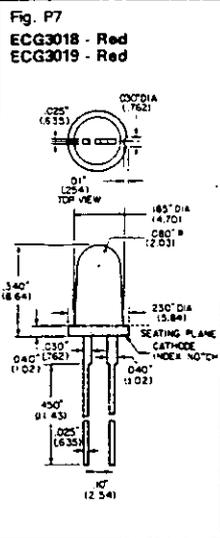
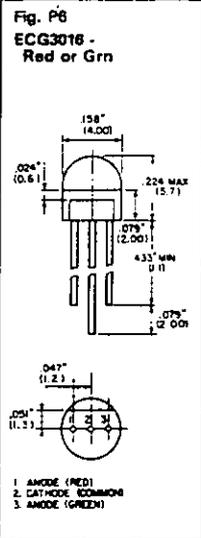
## Discrete LED Indicators (cont'd)

ECG Type	Description/Application	Viewed Color	Forward Voltage Vf (V)	Reverse Voltage Vr (V)	Max DC Forward Current If (mA)	Maximum Power Diss. Pd (mW)	Typical Viewing Angle Degrees	Typical Luminous Intensity MCD	Qty Per Pkg	Fig. No.
ECG3160	Rectangular LEDs. Applications Include Bar Graph Displays, Level Meters, Panel Displays, Instrumentation and General Purpose Indicators	Red	1.90	3.0	30	70	50	.4	5	P12
ECG3161		Green	2.10	3.0	30	70	50	.7	5	P12
ECG3162		Yellow	2.10	3.0	30	70	50	2.0	5	P12
ECG3163		Red	1.90	3.0	30	70	50	.4	5	P13
ECG3164		Green	2.10	3.0	30	70	50	.7	5	P13
ECG3165		Yellow	2.10	3.0	30	70	50	1.5	5	P13
ECG3166		Red	1.90	3.0	30	70	50	.5	5	P14
ECG3167		Green	2.10	3.0	30	70	50	.7	5	P14
ECG3168		Yellow	2.10	3.0	30	70	50	2.0	5	P14
ECG3169	Square LED. Used as Level Indicator, Panel Display and General Purpose	Diffused Red	2.8	5.0	20	-	-	1.5	5	P49
ECG3170		Diffused Green	2.8	5.0	20	-	-	2.0	5	P49
ECG3171		Diffused Yellow	2.8	5.0	20	-	-	2.0	5	P49
ECG3172	Triangular LED. Used as Location Indicator and Line Finder	Diffused Red	2.8	4.0	25	70	50	.4	5	P50
ECG3173		Diffused Green	2.8	4.0	30	90	50	1.0	5	P50
ECG3174		Diffused Yellow	2.8	4.0	30	90	50	1.0	5	P50
ECG3180	P. C. Mount. LED. Used as Panel Indicators, Backlight Legends, Light Arrays. Mounting Grommet Supplied With Each LED	Red	2.5	5.0	35	200	120	4.5	2	P51
ECG3181		Green	3	5.0	30	200	120	4.5	2	P51
ECG3182		Yellow	2.5	5.0	25	200	120	4.5	2	P51

## Discrete LED Indicator Outlines



# Discrete LED Indicator Outlines (cont'd)



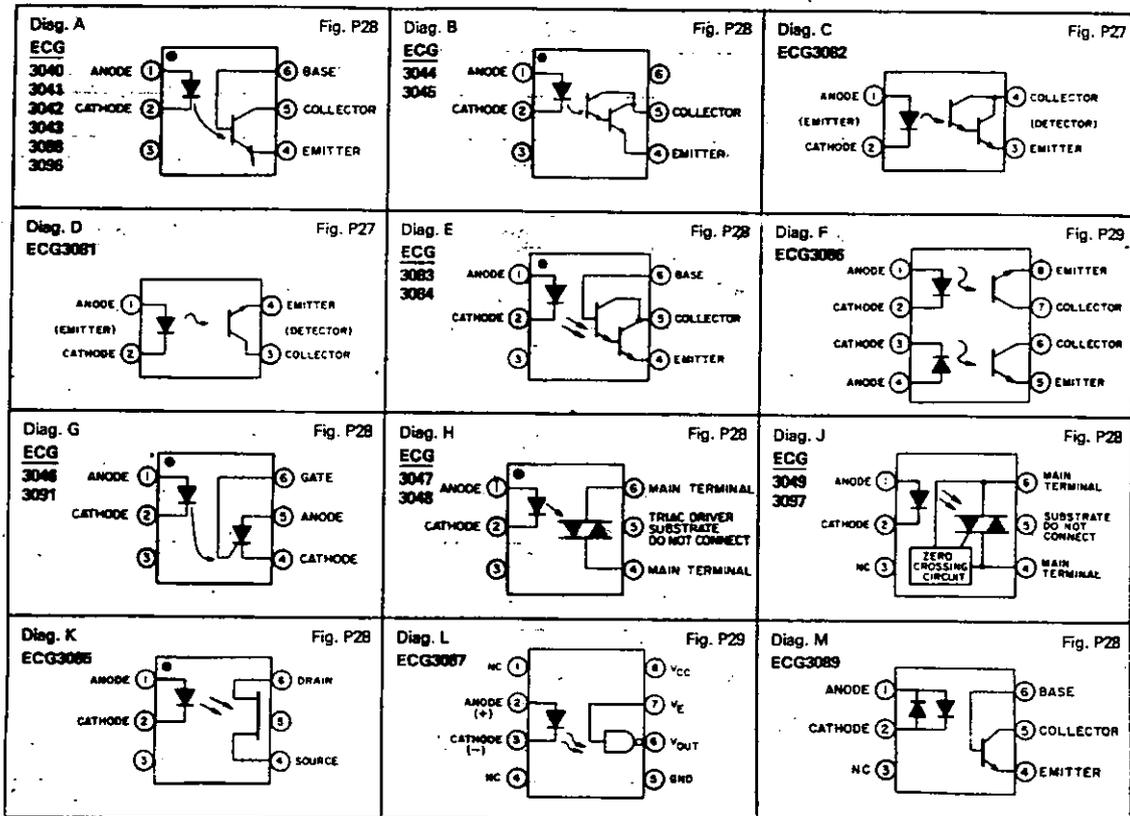
## Optoisolators (cont'd)

TTL Compatible Phototransistors		Device Ratings		LED Max Ratings		Output Ratings					Ckt. Diag.	Fig. No.
ECG Type	Output Configuration	Isolation Voltage V <sub>iso</sub> (V)	Power P <sub>t</sub> (mW)	Forward Current I <sub>F</sub> (mA)	Reverse Voltage V <sub>R</sub> (V)	Max V <sub>cc</sub> (V)	Current Transfer Ratio % *	Output Current I <sub>o</sub> (mA)	Propagation Delay Time (nsec)	Data Transfer Rate Mbit/sec		
ECG3092	Open Collector NPN Transistor	3000	100	25	5	15	15	8	800	1	O	P29
ECG3093	NPN Split Darlington	3000	100	20	5	18	400	60	TPHL 1 μsec TPLH 7 μsec	100K	P	
ECG3096	Dual Open Collector, NPN Transistors	3000	100	25	5	15	15	8	800	1	R	

\* DC Current Transfer Ratio is the output transistor collector current divided by the LED forward current -  $h_{FE} = I_C / I_F$

ECG Type	Output Configuration	Total Device Ratings		Led Max Ratings		Output Ratings					Ckt. Diag.	Fig. No.
		Isolation Voltage V <sub>iso</sub> Surge (V)	Power P <sub>t</sub> (mW)	Forward Current I <sub>F</sub> (mA)	Reverse Voltage V <sub>R</sub> (V)	V <sub>cc</sub> Voltage Range (V)	Output Voltage V <sub>o</sub> (V)	Output Current I <sub>o</sub> (mA)	Turn-On Time T <sub>on</sub> (μsec)	Turn-Off Time T <sub>off</sub> (μsec)		
ECG3090	Schmitt Trigger	7500	150	60	6	3V to 15V	15 max	50 max	1.2 typ	1.2 typ	N	P28

## Optoisolator Circuits



# **Bibliografía**

## **(Econografía)**

## **Bibliografía**

Aguayo, C.J.E. y S. Marín, C. Origen y evolución de los rasgos morfotectónicos postcretácicos de México. Tomo XLVIII, No.2. México 1987.

Donal L. Schilling, Belove, Charles. Circuitos Electrónicos Discretos e Integrados. Editorial Alfaomega 2ª edición. México 1991.

Edminister, Joseph A. Circuito Eléctricos. Editorial McGraw-Hill. Primera Edición. México 1993.

Fraga. Derecho Administrativo. Editorial Porrúa S.A. 10ª edición. México 1963.

Grether, W.F., and Baker, C.A. Visual presentation of information. Washinton, D.C., U.S. Government Printing Office, 1992.

Lett, Judson. Fundamentos de geología física. Editorial LIMUSA. México 1989.

Marín, C.S. y J.E. Aguayo. Evolución Geológica de la Cuenca de México e importancia de sus rasgos estructurales. En: R. Gio-Argaes (De). Memoria. Congreso sobre Ecología Urbana. México 1987.

Nava, Alejandro. Terremotos. Fondo de Cultura Económico. México 1993.

NFPA, National Fire Protection Association, NFTA 72D, Protective Signaling Systems. U.S.A.

OSHA, Occupational Safety and Health Association. OSHA 29 CFR. Parte 1910, 156 subparte 1. U.S.A. 1994.

OSHA, Occupational Safety and Health Association. OSHA 29 CFR. Parte 1910.38, (A)(3)(1). U.S.A. 1995.

Paul, Malvino Albert. Principios de Electrónica. Editorial McGraw-Hill. Tercera edición. México 1992.

Quaas W., Roberto. Base Nacional de Datos de Sismos Fuertes: Un Sistema que Integra la información acelerográfica. Fundación ICA. México 1996.

Quaas W., Roberto. Catálogo de acelerogramas 1960 - 1993. Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica. México 1995.

Secretaría de Gobernación. Atlas Nacional de Riesgos. Dirección General de Protección Civil. México 1993.

Sheldon, Judson. Physical Geology. Princeton University, Printice-Hall. U.S.A. 1995.

Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C. Tópicos geológicos de la cuenca del Valle de México. México 1989.

Van Cott, H.P. and Kinkade, R.G. Human engineerin guide to equipment desig. Washington, D.C., US. Government Printing Office, 1972.

Zumberge, James Herbert. Geologia elemental. Continental. México 1996.

**Econografía.**

Diario Oficial de la Federación del día 29 de Diciembre de 1976.

Diario Oficial de la Federación del día 06 de Mayo de 1986.

Diario Oficial de la Federación del día 20 de Septiembre de 1988.

Diario Oficial de la Federación del día 01 de Julio de 1992.

Diario Oficial de la Federación del día 02 de Julio de 1992.

Diario Oficial de la Federación del día 06 de Mayo de 1996.

Gaseta Oficial del Distrito Federal del día 10 de Enero de 1997.

Diario Oficial de la Federación del día 02 de Febrero de 1997.

Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil. Desastres, fascículo 01. CENAPRED. México 1995.

Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil. Sismos, fascículo 02. CENAPRED. México 1995.

Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil. Riesgos Químicos, fascículo 06. CENAPRED. México 1995.

Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil. Incendios, fascículo 07. CENAPRED. México 1995.

Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil. Incendios forestales, fascículo 10. CENAPRED. México 1996.

Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil. Tsunami, fascículo 12. CENAPRED. México 1996.

Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil. Prevención, número 15. CENAPRED. México 1996.