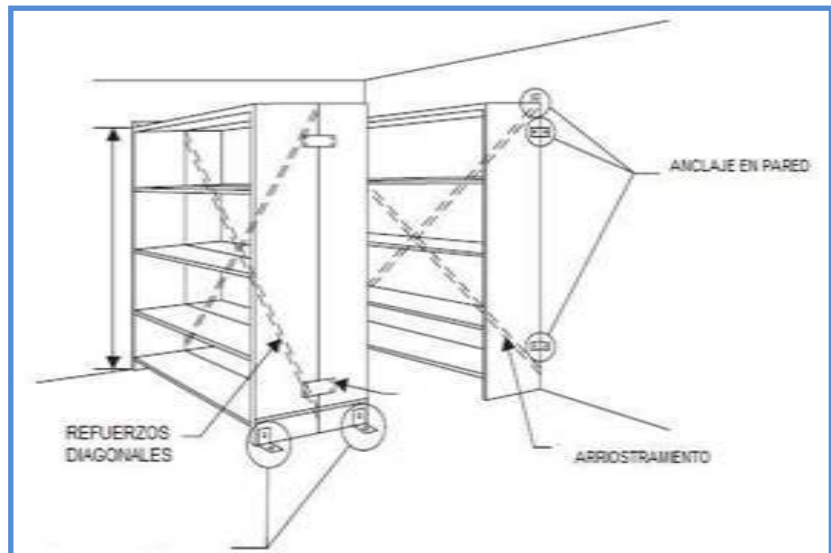


Capítulo 8

Manual para la Reducción del Riesgo Sísmico generado por los Elementos No Estructurales



Reducción del Riesgo Sísmico en Edificaciones Escolares de Venezuela

Informe Técnico

Responsable: Oscar A. López (IMME–FI-UCV)

8.- MANUAL PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO GENERADO POR LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

8.1.- Participantes

- Prof. Ricardo Bonilla.
- Br. Carlos Espluga.

8.2.- Manual

El documento que se presenta a continuación contiene la versión preliminar del Manual para la Reducción del Riesgo Sísmico Generado por los Elementos No Estructurales en Edificaciones Escolares Venezolanas.

8.2.1.- Introducción

El objetivo de este manual es identificar las fuentes de daño a las personas, los bienes o al funcionamiento en las edificaciones escolares, ocasionados por los elementos no estructurales una vez afectados por acciones sísmicas y proponer acciones para reducir el riesgo.

El fin principal es preservar la vida y reducir las heridas o lesiones que pueden generar los elementos no estructurales durante un evento sísmico, sin embargo, estas medidas adicionalmente ayudaran a reducir los daños a los bienes, facilitarán la evacuación de las estructuras seriamente afectadas y beneficiarán el funcionamiento post-sísmico de estas instalaciones.

Los daños a las personas pueden ser generados directamente por el desprendimiento de objetos, muebles, mampostería o indirectamente por los derrames, incendios, cortos circuitos que se produzcan como consecuencia de un sismo.

Este manual esta dirigido a los responsables de administrar las edificaciones escolares, la mayoría de las recomendaciones podrán ser atendidas por ellos sin mayor orientación profesional, mientras que otras deberán ser implementadas con la asistencia de un profesional.

8.2.2.- Conceptos

A continuación se presentan algunos conceptos que permitirán una mejor comprensión de este manual a sus usuarios, así como a estar más informado sobre el tema.

- Elementos estructurales y no estructurales

Una edificación ubicada en zona sísmica debe contar con una estructura capaz de resistir las fuerzas promedio generadas por un sismo, estas partes de la estructura son las columnas, las vigas, los muros estructurales, los arriostramientos diagonales, las fundaciones, los pilotes y cualquier otro dispositivo especialmente diseñado para reducir las fuerzas en estos elementos estructurales. En las edificaciones adicionalmente están presentes una infinidad de elementos y contenidos que pueden interactuar con el sistema estructural o que simplemente pueden ser afectados por las aceleraciones generadas por un sismo, estos elementos llamados no estructurales pueden ser: Cielo raso, mampostería, ventanas, equipos de oficina, muebles, equipos de ventilación y acondicionamiento de aire,

maquinarias, productos almacenados, bombonas de gas, entre otros. Normalmente el comportamiento sísmico de los elementos no estructurales no es considerado por los ingenieros en el diseño y ejecución de un edificio, razón por la cual aun cuando el comportamiento estructural de un edificio sea satisfactorio, los elementos no estructurales pueden generar daños a sus ocupantes, a los que circulan por sus alrededores, a los bienes contenidos y a los que se encuentren en las cercanías de la edificación.

- Tipos de daños que pueden generar los elementos no estructurales:

Los daños pueden ser clasificados como sigue:

a) Daños personales

Heridas, lesiones y hasta la muerte de los ocupantes o los transeúntes próximos al edificio ocasionados por los elementos no estructurales durante un sismo. Dentro de este daño podemos incluir las dificultades de evacuación de un edificio que puede resultar como consecuencia de los daños en los elementos no estructurales ocasionados por un sismo.

b) Daños a la propiedad

En muchas estructuras los componentes, mecánicos, eléctricos y arquitectónicos son más costosos que la estructura principal, de modo que los daños a la propiedad suelen ser costosos. Los daños a la propiedad pueden ser directos, aquellos que resultan de reponer los elementos no estructurales a su estado original, e indirectos, todos aquellos costos y trabajos que son necesario para restituir la información que se pueda perder.

c) Pérdida de funcionalidad

Adicional a los daños personales y a la propiedad, también la estructura puede perder su operatividad después del sismo. En el caso de las escuelas esto es importante no solo por el importante papel que éstas desempeñan en la sociedad, sino por el uso como estructura de emergencia para atención médica o para damnificados que se suele dar a estas edificaciones.

- Causas del daño en los elementos no estructurales

Los sismos pueden generar sobre los elementos no estructurales:

a) Fuerzas inerciales

Cuando actúa un movimiento sísmico mueve una estructura su base se desplaza y acelera, mientras que el resto de la estructura experimenta fuerzas inerciales. Estas fuerzas inerciales afectaran tanto a la estructura, como a los elementos no estructurales y serán más grande en la medida en que la masa sea mayor o si la aceleración se incrementa. La fuerza inercial sobre los elementos no estructurales puede hacer que estos oscilen, se deslicen, volteen o golpeen entre si. Entre los elementos sensibles a estas fuerzas podemos mencionar: Cielo raso, estantes, equipos de oficina, muebles, maquinarias, productos almacenados, entre otros.

b) Distorsión interna del edificio

Como respuestas a las fuerzas inerciales la estructura del edificio se deforma, la distorsión entre la altura de un piso se llama deriva y puede ser responsable de los daños a los elementos no estructurales que se encuentren conectados entre dos pisos consecutivos tales como: Paredes, ventanas, tuberías, entre otros.

c) *Distorsión entre juntas del edificio*

Una junta es una separación que se planifica entre dos edificios que están próximos pero que son distintos en cuanto a su comportamiento sísmico. La junta permite que las estructuras se comporten de manera independiente. Todos los elementos no estructurales que pasen de un edificio a otro a través de esta junta pueden sufrir daños, estos pueden ser, tuberías, mampostería, ventanas, entre otros.

8.2.3.- Como Usar Este Manual

Los componentes no estructurales contenidos en este manual están clasificados en 3 secciones:

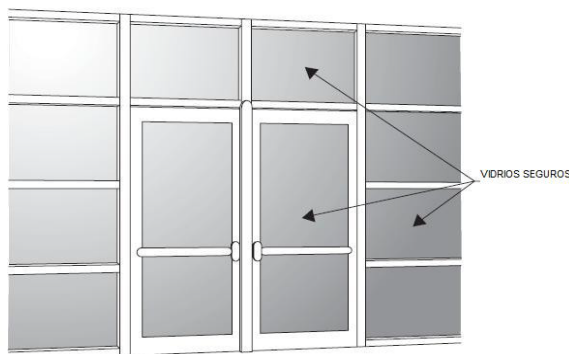
- Arquitectónicos
- Mobiliario y Equipos
- Instalaciones para Edificios

Dentro de cada sección se encuentra una hoja de información de cada uno de los elementos no estructurales de edificaciones escolares venezolanas. Cada hoja de información ofrece:

- Una descripción de una situación potencialmente peligrosa.
- Recomendaciones para reducir el riesgo.

a) *Arquitectónico*

- Ventanas: La mayoría de las ventanas que se encuentran en estas edificaciones son del tipo pivotantes o de romanilla, estas por lo general no poseen vidrios de seguridad haciendo que éstas representen un peligro a las personas que se encuentran cerca durante un sismo.



PELIGROS:
LAS VENTANAS PODRIAN ROMPERSE ANTE UN SISMO Y PODRIA OCASIONAR LESIONES A LOS OCUPANTES O A QUIENES CIRCULEN EN LAS CERCANÍAS.

RECOMENDACIONES:
PARA VENTANAS EN NIVELES SUPERIORES COLOCAR UNA MALLA METALICA QUE IMPIDA LA CAIDA DE LOS VIDRIOS. COLOCAR LOS VIDRIOS DE SEGURIDAD EN FACHADA COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA.

Figura 8.1.- Ventanas

- Puertas: Son elementos de una o dos hojas fijadas a un marco mediante bisagras, estos elementos por ser puntos de entradas y salidas de un área. Representan un riesgo ante un sismo ya que pueden atascarse obstaculizando o impidiendo la salida de sus ocupantes.

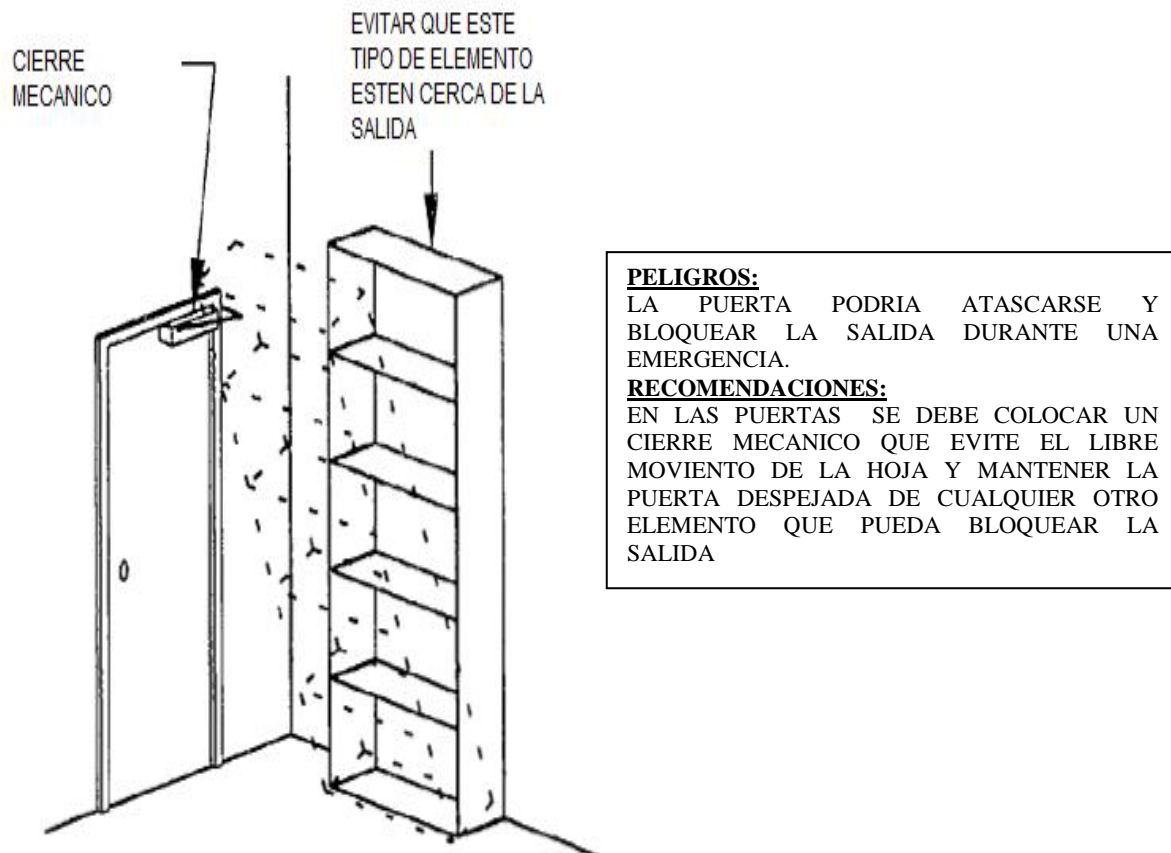
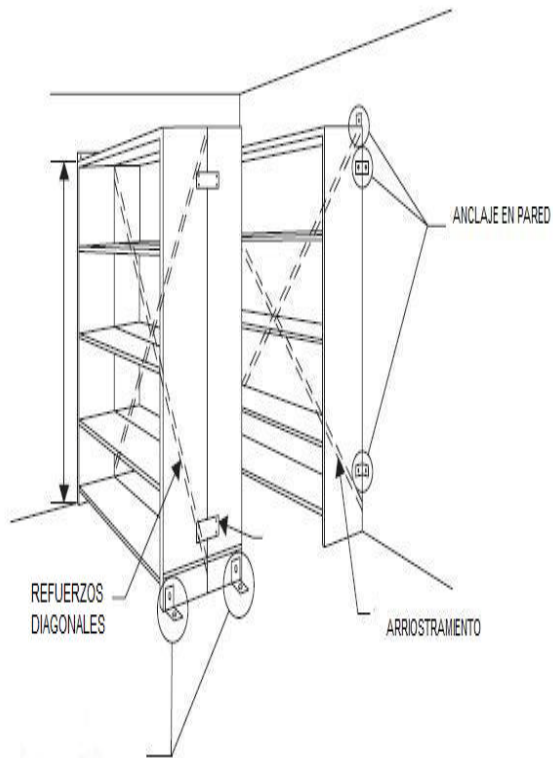


Figura 8.2.- Puertas

- Paredes: Las paredes pueden estar adosadas o no a la estructura. En ambos casos, estas pueden desplazarse o volcarse total o parcialmente ante un sismo. Esta falla representa un peligro para los ocupantes y para los transeúntes externos. Adicionalmente la tabiquería que falla puede obstaculizar la evacuación del edificio.

b) Mobiliarios y Equipos

- Estantes y Archivadores: Son elementos que normalmente se encuentran ubicados en algún ambiente y éste al no estar sujeto a la pared puede presentar un peligro por impacto a personas cerca del área u obstaculizar la salida de los ocupantes.



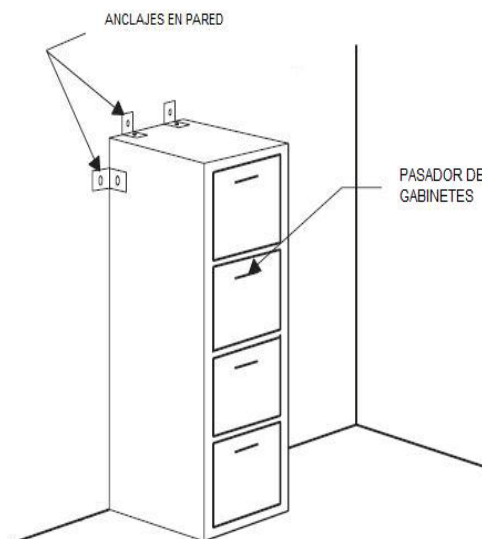
PELIGRO:

-SI LOS ESTANTES NO ESTAN FIJADOS PODRIAN DESPLAZARSE Y VOLCAR CON LA POSIBILIDAD DE LESIONAR AQUELLOS OCUPANTES QUE ESTEN CERCA Y/O BLOQUEAR LA SALIDA MAS CERCANA.

RECOMENDACIONES:

-ANCLAR LOS ESTANTES Y SIMILARES TANTO EN LA PARED COMO EN EL PISO PARA EVITAR DESPLAZAMIENTO Y VOLCAMIENTO.
 -UTILIZAR REFUERZOS DIAGONALES PARA EVITAR DEFORMACIONES.
 -LOCALIZAR LOS ELEMENTOS MAS PESADOS EN LOS NIVELES INFERIORES

Figura 8.3.- Estantes



PELIGROS:

-LAS CABINAS QUE NO POSEAN ANCLAJES PODRIAN VOLCARSE DURANTE UN SISMO.

-SI LOS GABINETES NO SE ASEGURAN TAMBIEN PUEDEN ABRIRSE Y CAER.

RECOMENDACIONES:

-EL ARCHIVADOR DEBE ANCLARSE EN LA PARED USANDO UNAS LAMINAS DE ACERO Y PERNOS.

-LOS GABINETES DEBEN TENER UN SEGURO.

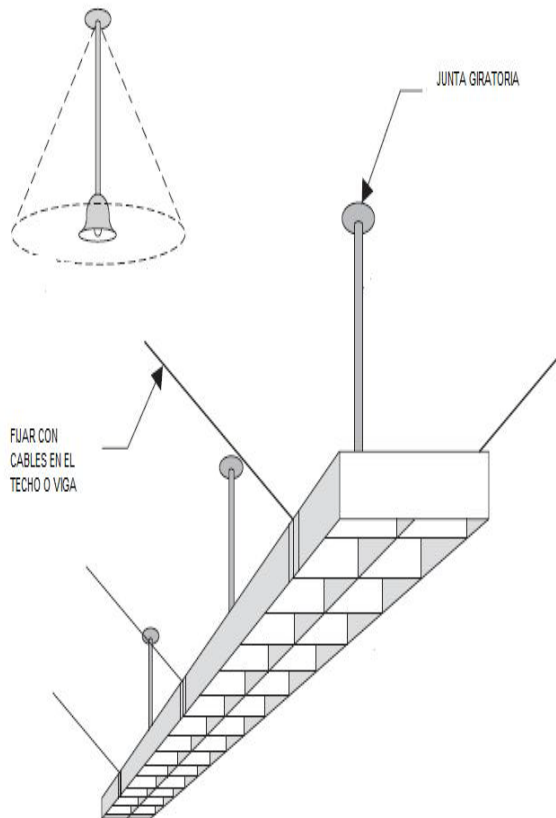
-COLOCAR LOS CONTENIDOS MÁS PESADOS EN NIVELES INFERIORES

-UBICAR LOS ARCHIVADORES LEJOS DE LAS SALIDAS Y PASILLOS PRINCIPALES

-MANTENER SIEMPRE LOS GABINETES CERRADOS Y CON SEGURO.

Figura 8.4.- Archivadores

- Lámparas y Ventiladores: Pueden ser elementos de techo o de pared. Debe asegurarse que estén bien anclados, sin embargo se recomienda utilizar ventiladores y lámparas de pared porque tienen un área de impacto menor al de techo.



PELIGROS:

LAS LAMPARAS QUE ESTAN SUSPENDIDAS PODRIAN CAERSE ANTE UN SISMO Y OCASIONAR CORTOCIRCUITOS E INICIARSE UN INCENDIO

SI SE ENCUENTRAN CERCA DE OTROS ELEMENTOS CON EL VAIVEN PODRIAN DAÑAR OTROS ELEMENTOS QUE ESTEN CERCA

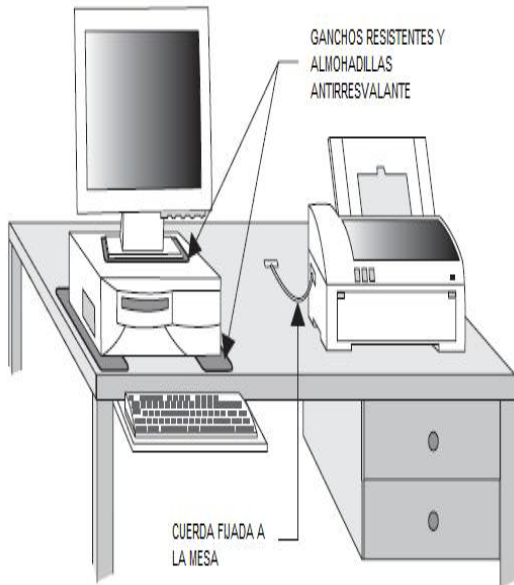
RECOMENDACIONES:

-SE DEBEN ADICIONAR CABLES QUE SE FIJEN LONGITUDINAL Y TRANSVERSALMENTE AL ELEMENTO Y SE ANCLAN EN EL TECHO

-PARA EL CASO DE UNA LAMPARA SIMPLE EN SUSPENSION SE DEBE DEJAR ESPACIO ENTRE OTROS ELEMENTOS QUE LO RODEEN DE MANERA QUE NO EXISTAN CONTACTO U OBSTRUCCION EN CUALQUIER DIRECCION

Figura 8.5.- Lámparas y Ventiladores

- Aires Acondicionados: estos pueden ser sistemas compactos o en partición donde el evaporador y condensador están separados, si no están bien anclados al techo o pared pueden representar un riesgo para los ocupantes en caso de sismo.
- Equipos de Computación: Estos elementos se encuentran simplemente apoyados sobre mesas por lo que podrían desplazarse, caerse y ocasionar daño a los ocupantes durante un sismo, deben fijarse con paños adherentes entre mesa y elemento o fijarlas a la pared mediante una cuerda en la base de éstos.



PELIGROS:

SI NO SE FIJAN LAS COMPUTADORAS Y PERIFERICOS PODRIAN CAER E IMPACTAR CONTRA OCUPANTES CERCA DEL ÁREA Y/O BLOQUEAR LA SALIDA DEL ENTORNO.

PUEDE OCURRIR CORTOS CIRCUITOS POR LOS CABLEADOS Y PRODUCIR UNA DESCARGA ELECTRICA QUE AFECTE A LOS OCUPANTE O SE INICIE UN INCENDIO.

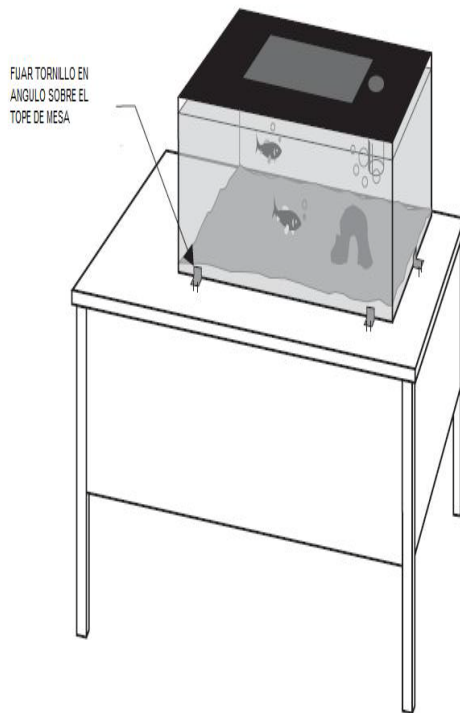
RECOMENDACIONES:

-FIJAR LA BASE DEL MONITOR CON PLETINAS DE MATERIAL RESISTENTE A LA MESA O AL CPU. ESTE A SU VEZ DEBE APOYARSE SOBRE UNA ALMOHADILLA ANTIRRESBALANTE O ANCLARSE A LA MESA. LOS PERIFERICOS PUEDEN FIJARSE A LA MESA CON UN CABLE.

-REUBICAR LAS COMPUTADORAS Y PERIFERICOS LEJOS DE LA PUERTA DE SALIDA

Figura 8.6.- Equipos de Computación

- Obras de Arte: Son muy frecuentes en todas las edificaciones escolares del país. El peso y la altura determinan el grado de vulnerabilidad que pueden presentar por desplazamiento o volcamiento.
- Peceras: En su mayoría se apoyan libremente sobre una mesa sin ningún tipo de anclaje que impida el desplazamiento y volcamiento por lo que lo hace vulnerable y riesgoso para los ocupantes durante un sismo.



PELIGROS:

LAS PECERAS SIMPLEMENTE APOYADAS SOBRE LA MESA PODRIAN DESPLAZARSE Y CAERSE ANTE UN MOVIMIENTO SISMICO LO CUAL PODRIA IMPACTAR SOBRE LOS OCUPANTES QUE ESTEN CERCA, BLOQUEAR LA SALIDA E INNUNNDAR LA ZONA AFECTADA.

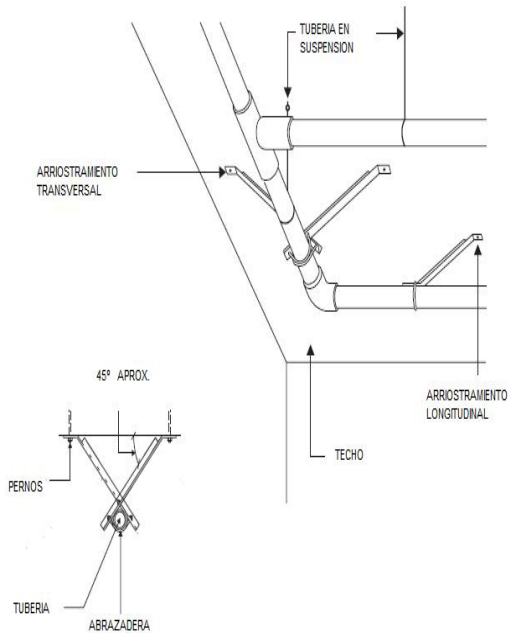
RECOMENDACIONES:

-FIJAR LA PECERA MEDIANTE UN ANGULO Y TORNILLOS A LA MESA EN CAD ESQUINA DE LA PECERA
-UBICAR LAS PECERAS LEJOS DE LAS SALIDAS DEL SITIO

Figura 8.7.- Peceraz

d) Instalaciones para Edificios

- Tuberías: En general pueden ser tuberías de electricidad, gas o agua. Pueden ubicarse por encima de los cielos rasos y suspendidos desde el techo o piso. La posibilidad de poder moverse horizontalmente lo hace vulnerable ante un eventual sismo.
- De Gas: Las instalaciones de gas en este caso la bombona que distribuye el fluido debe estar ubicado en un sitio seguro y alejado de los ocupantes del edificio, a lo largo de la red deberían estar instalados sensores que detecten fuga de gas y cerrar el paso del mismo.
- Contra Incendios: Los dispositivos contra incendio si no están bien fijados pueden ser vulnerables ante un eventual sismo y podrían fallar para su uso en un posible incendio



PELIGRO:

-TUBERIAS SIMPLEMENTE SUSPENDIDAS PODRIAN FALLAR E IMPACTAR CON LOS OCUPANTES DE LA EDIFICACION.

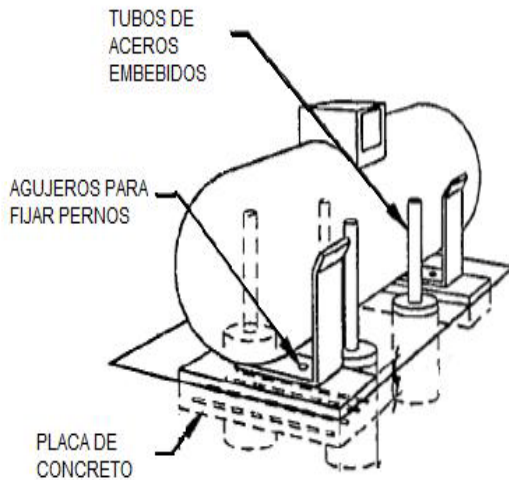
RECOMENDACIONES:

-ASEGURAR LAS TUBERIAS CON ELEMENTOS DIAGONALES (45° RESPECTO AL TECHO) EN EL EJE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DE LA MISMA

-EL DISEÑO DE ESTOS ELEMENTOS DEBE ESTAR DETERMINADO POR UN INGENIERO ESTRUCTURAL

-UTILIZAR UNA ABRAZADERA ADECUADA PARA LA TUBERIA DONDE SE FIJAN ESTOS ELEMENTOS AL TUBO

Figura 8.8.- Tuberías



PELIGROS:

LOS TANQUES DE GAS APOYADOS SOBRE SU BASE PODRIAN EXPANDERSE Y CONTRAERSE DURANTE UN SISMO

RECOMENDACIONES:

-HACER UNA LOSA EN TIERRA DE CONCRETO ARMADO Y FIJAR PLANCHAS SOBRE LA PLACA CON PERNOS ASI COMO EMPOTRAR TUBOS DE ACERO EMBEBIDOS EN CONCRETO AMBOS BORDEANDO EL CONTORNO DEL TANQUE.

-COLOCAR DISPOSITIVOS QUE DETECTEN FUGA DE GAS EN LAS TUBERIAS QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DE LA EDIFICACION PARA QUE AUTOMATICAMENTE SE CIERRE LA LLAVE DE PASO

Figura 8.9.- Instalaciones de Gas

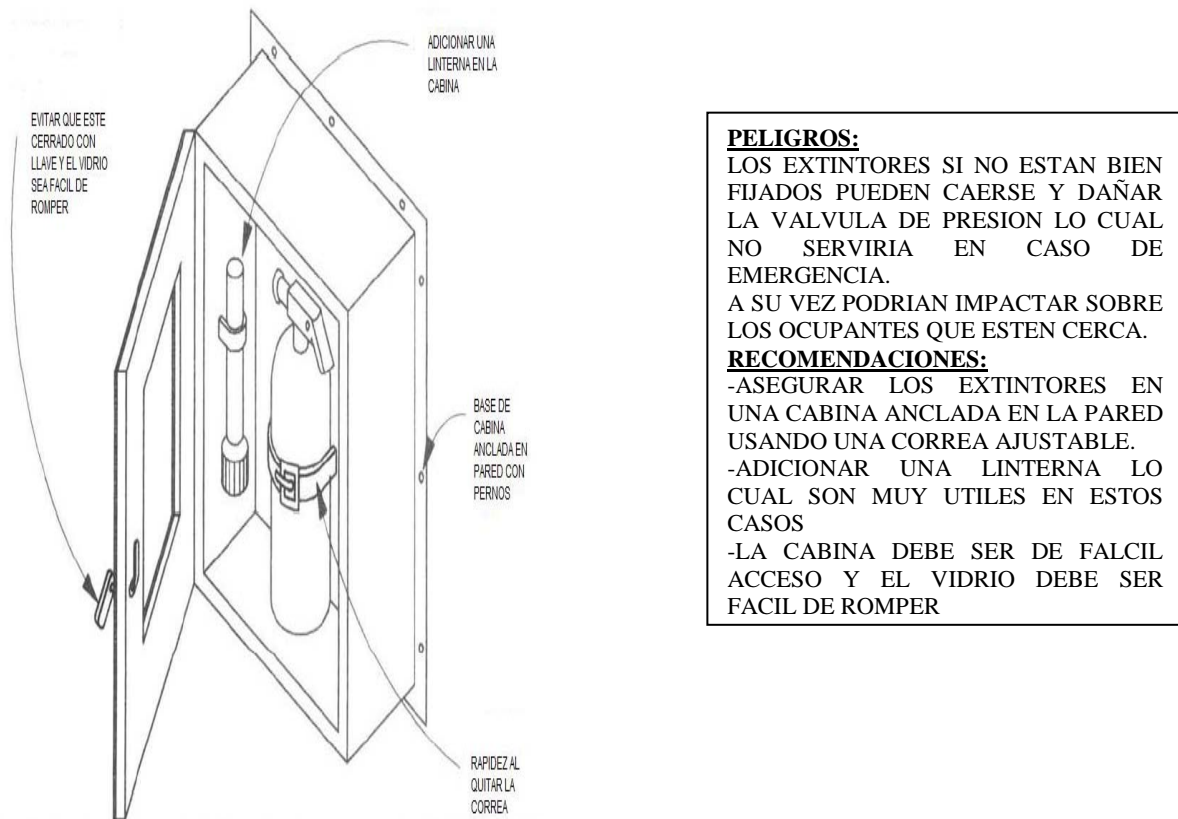


Figura 8.10.- Instalaciones Contra Incendios

8.3.- Referencias

- FEMA (1994). *Reducing the Risk of Nonstructural Earthquake Damage*. Libro en línea Consultado el 20 mayo de 2008 en: <http://www.fema.gov/plan/prevent/earthquake/pdf/fema-74-reducing-1.pdf>
- López, O., Hernández, J., Del Re, G. y Puig, J. (2004). *Reducción del Riesgo Sísmico en Escuelas de Venezuela*. Boletín Técnico IMME. Vol. 42. N°3 P.33-56
- Safina Melone, Salvador (2003). *Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones Esenciales* [Libro en línea]. Consultado el 21 mayo de 2008 en: <http://www.tesisenxarxa.net/tesis-upc/available/tdx-0225103-164824//13capitulo4.pdf>
- Comisión Ad-Hoc, FUNVISIS, 2001. *Edificaciones Sismoresistentes*. Norma COVENIN 1756-2001, FONDONORMA, Caracas, 232 págs.
- Bule S., Wadih R. (2008). *Incidencia de Los Elementos No Estructurales Sobre la Vulnerabilidad Sísmica en las Edificaciones Escolares*. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela, Caracas.