

corte, transformando el área de su sección transversal de acuerdo con lo indicado en 3.2.4.2.

3.2.3 ÍNDICE DE DENSIDAD DE MUROS DE MELI

Meli relacionó el nivel de daños producido por el sismo de México de 1985 en los edificios de albañilería de 3 a 5 pisos con el índice de densidad de muros por unidad de piso del edificio. Los edificios analizados se caracterizan por cumplir ciertas condiciones de altura, de simetría de la planta, de rigidez torsional, de regularidad de la elevación y de la existencia de la acción de diafragma rígido a nivel de los pisos y techo; estas condiciones corresponden a las que la norma mexicana de diseño sísmico exige para aplicar el método simplificado de diseño.

El índice de densidad de muros por unidad de piso se calcula con la ecuación:

$$I_{mm} = \frac{\sum A_i}{\sum_{j=1}^{n_p} A_{pj}} \quad \text{Ec 3 18}$$

donde:

$\sum A_i$ = Área total de muros de albañilería equivalente en la dirección y nivel considerado.

$\sum_{j=1}^{n_p} A_{pj}$ = Área de la planta del nivel j.

Seleccionando una muestra de 23 edificios, Meli relacionó el nivel de daños observado con la densidad de muros por unidad de piso del edificio, de los resultados obtenidos por Meli se puede establecer la relación que se indica en la tabla 3.5.

Tabla 3.5: Relación entre la densidad de muros (I_{mm}) y el nivel de daños [Küpfer, 1993].

I_{mm}	NIVEL DE DAÑO
≤ 0.0075	Grave
$0.0075 < I_3 \leq 0.015$	Intermedio
> 0.015	Mínimo

Utilizando el trabajo de Meli, Astroza et al.(1993) establecen un criterio para calificar sísmicamente los edificios de albañilería. La calificación se hace a partir de la relación empírica entre el nivel de daño observado y el índice de densidad de muros propuesto por Meli (1991).

Para determinar la relación indicada se utilizaron los daños observados en este tipo de edificios durante el sismo de Chile del 3 de marzo de 1985, junto con la información usada por Meli. La base de datos son 17 edificios ubicados en la ciudad de Santiago, los que experimentaron distintos niveles de daño durante el sismo del 3 de marzo de 1985. Estos edificios se ubican en distintos sectores de la ciudad donde el grado de intensidad varió entre 8 y 7 grados de la escala de Mercalli Modificada.

La relación entre el nivel de daños y la densidad de muros por unidad de piso propuesta por Astroza et al. 1993, se indica en la tabla 3.6. La descripción de las diferentes categorías de daño se entrega en el Anexo C.

Tabla 3.6: Relación entre el nivel de daños y la densidad de muros, [Astroza et al.,1993].

NIVEL DE DAÑO	CATEGORÍA DE DAÑOS	DENSIDAD DE MUROS I_{mm}
Daño leve	0 y 1	$I_{mm} > 0.0115$
Daño moderado	2	$0.0085 < I_{mm} \leq 0.0115$
Daño severo	3	$0.005 < I_{mm} \leq 0.0085$
Daño grave	4 y 5	$I_{mm} \leq 0.005$

Estas relaciones empíricas se utilizarán en este trabajo para establecer la vulnerabilidad de los pisos en que predominan los muros de albañilería. De esta forma en los pisos que predominan los muros de albañilería, los pocos muros de hormigón armado que existen se incluyen como muros equivalentes de albañilería de igual resistencia al corte, transformando el área de su sección transversal de acuerdo con lo indicado en 3.2.4.2. Tanto en el cálculo del área de los muros de albañilería como de los de hormigón armado se incluye el factor de reducción recomendado por Meli (1991), con lo cual se considera la menor rigidez de los muros en los que la relación entre la altura (H) y la longitud (L) excede de 1.33.

Considerando que en los edificios en estudio las albañilerías se construyen en su mayoría con unidades de fabricación artesanal y con un confinamiento muchas veces imperfecto, los valores límites para calificar la vulnerabilidad estructural se establece usando la relación entre el índice de Hirosawa y el índice de Meli, dada por:

$$I_{10} = \frac{[0.6 * (0.45 * \tau_n + 0.25 * n_i)]}{w_{oi}} * \frac{(n+1)}{(n+i)} * I_{mm} \quad \text{Ec. 3.19}$$

donde:

- i = Número del piso analizado
- τ_n = Resistencia básica de corte de la albañilería.
- n_i = Número de pisos analizado por sobre el piso.

3.2.4 VARIACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO CON LA ALTURA

La determinación de la variación de las cualidades estructurales a lo alto del edificio se realiza como un dato adicional para detectar las irregularidades que representan ciertos riesgos ante la acción de un sismo.

Con este propósito y complementando las características consideradas en el término S_D del índice I_h del método de Hirosawa, se reúne información sobre:

- i) Variación del área de planta entre pisos consecutivos.
- ii) Variación de la resistencia entre pisos consecutivos.
- iii) Variación de la rigidez de entrepiso.
- iv) Excentricidad del piso.
- v) Variación del peso entre pisos consecutivos.

Para evaluar cualitativamente estas variaciones se hace uso de los límites que establecen las normas de diseño sísmico [Costa Rica, 1986; México, 1987; FEMA, 1989] para identificar los sistemas regulares. Estos límites deben ser evaluados en conjunto para calificar la regularidad de la estructura.

La forma de calcular estas propiedades y los límites con los que se hace la calificación de cada una de ellas, se detallan a continuación.

3.2.4.1 VARIACIÓN DEL ÁREA DE LA PLANTA ENTRE PISOS CONSECUTIVOS.

Esta variación deja en evidencia las posibles estrangulaciones que puede presentar la planta de la estructura. El área de la planta se calcula a partir del área encerrada por los ejes sismorresistentes exteriores.

La calificación del edificio desde este punto de vista se realiza con la relación entre el área de la planta del piso analizado (A_{pi}) y el área del piso inmediatamente superior (A_{pi+1}), siempre y cuando exista éste, y considerando:

$0.8 \leq \frac{A_{pi}}{A_{pi+1}} \leq 1.4$	Bueno
$0.6 \leq \frac{A_{pi}}{A_{pi+1}} < 0.8$ \vee $1.4 < \frac{A_{pi}}{A_{pi+1}} \leq 2.4$	Regular
$\frac{A_{pi}}{A_{pi+1}} < 0.6$ \circ $\frac{A_{pi}}{A_{pi+1}} > 2.4$	Malo

3.2.4.2 VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA ENTRE PISOS CONSECUTIVOS.

Para determinar esta variación se considera que la resistencia es proporcional al área de la sección transversal de los elementos que resisten la acción sísmica en la dirección analizada. Para calcular las áreas se trabaja con el material que predomina en el piso y en la dirección analizada, para lo cual se hace uso de los factores de transformación FR_1 y FR_2 con los que se transforma una sección de albañilería a una de hormigón armado de igual resistencia al corte y una sección de hormigón a una de albañilería de igual resistencia al corte respectivamente. Las expresiones de estos factores son las siguientes.

$$FR_1 = \frac{(0.23 \cdot \tau_o + 0.12 \cdot \sigma_o)}{0.29 \cdot \sqrt{f'_c}} \quad \text{Ec. 3.20}$$

donde:

f'_c = Resistencia cilíndrica a la compresión del hormigón, en kgf/cm^2 .

τ_o = Resistencia básica de corte de la albañilería, en kgf/cm^2 .

σ_o = Tensión normal debido a la acción de las cargas verticales, en kgf/cm^2 .

El valor de la tensión normal se calcula como se describe en el índice de Hiroswa.

Para establecer el predominio de los elementos verticales de hormigón armado o de albañilería en un piso y una dirección dada, se usa el siguiente criterio:

i) Si $FC \leq 0.2$ predominan los muros de albañilería.

ii) Si $FC \geq 0.8$ predominan los muros de hormigón armado.

donde

$$FC = \frac{\sum A_h \cdot FR_2}{\sum A_h \cdot FR_2 + \sum A_a} \quad \text{Ec 3.21}$$

$$FR_2 = \frac{1}{FR_1} \quad \text{Ec. 3.22}$$

en que:

ΣA_h = Suma de área de elementos resistentes de hormigón en la dirección y nivel analizado.

ΣA_a = Suma de área de elementos resistentes de albañilería en la dirección y nivel analizado.

La calificación del edificio desde este punto de vista se realiza con la relación entre la resistencia del piso (R_i) y la resistencia del piso inmediatamente superior (R_{i+1}). La calificación es buena cuando la relación cumple $\frac{R_i}{R_{i+1}} \geq 0.8$ en caso contrario es considerada mala.

3.2.4.3 VARIACIÓN DE LA RIGIDEZ.

La rigidez de entrepiso de los muros y columnas se calculan de manera simplificada mediante la ecuación:

$$k = \frac{12 \cdot E \cdot I}{h^3} \quad \text{Ec. 3.23}$$

donde:

- h** = Altura libre del elemento.
- E** = Módulo de elasticidad del material del elemento.
- I** = Momento de inercia de la sección transversal bruta.

En el cálculo del momento de inercia de la sección transversal de los muros de hormigón armado, se considera la contribución de los muros perpendiculares según las recomendaciones de la norma ACI-318 [ACI, 1984]. La inercia de los muros de albañilería confinada se calcula aplicando el método de la sección transformada para considerar la heterogeneidad de la sección, trabajando con una sección equivalente de albañilería

La rigidez del entrepiso en cada una de las direcciones en que se orientan los elementos que forman la estructura sismorresistente está dada por:

$$K_{xx} \vee K_{yy} = \sum k_{xx} \vee \sum k_{yy} \quad \text{Ec 3.24}$$

Para calificar el edificio desde este punto de vista se calcula la relación entre la rigidez del piso inmediatamente superior al analizado (K_{i+1}) y la del piso (K_i) y la relación entre el promedio de la rigidez de los tres pisos consecutivos ($1/3 * \sum K_j$) al piso analizado y la rigidez del piso (K_i). Se considera que el edificio es bueno cuando:

$$0.5 < \frac{K_{i+1}}{K_i} \leq 1.5 \quad \vee \quad \frac{1}{3} * \frac{\sum_{j=i+1}^{i+3} K_j}{K_i} \leq 1.25$$

3.2.4.4 EXCENTRICIDAD

La excentricidad de cada piso se calcula con las rigideces traslacional y torsional de entrepiso utilizando un solo piso a la vez y aceptando un comportamiento del tipo corte (no acoplado). Los límites para calificar el edificio desde este punto de vista se establecen en función de la relación de la excentricidad (e_{ix} o e_{iy}) entre el centro de gravedad y el centro de rigidez en una de las direcciones de la planta y el largo de la planta en la dirección de la excentricidad (l_i). Para calificar la situación se considera que si:

$\frac{e_i}{l_i} \leq 0.1$	Bueno
$0.1 < \frac{e_i}{l_i} < 0.2$	Regular
$\frac{e_i}{l_i} \geq 0.2$	Malo

3.2.4.5 VARIACIÓN DEL PESO.

El peso de los pisos se calcula considerando las cargas de peso propio y un 25% de la sobrecarga de diseño. Para el caso de los hospitales chilenos se usa la sobrecarga de 300 kgf/m² recomendada por la norma NCh1537.Of86 [INN, 1986].

Para calificar el edificio desde este punto de vista se calcula la relación entre el peso del piso analizado (W_i) y el peso del piso inmediatamente superior (W_{i+1}), considerando que:

$0.85 \leq \frac{W_i}{W_{i+1}} \leq 1.15$	Bueno
$0.5 \leq \frac{W_i}{W_{i+1}} < 0.85$ o $1.15 < \frac{W_i}{W_{i+1}} \leq 1.5$	Regular
$\frac{W_i}{W_{i+1}} < 0.5$ o $\frac{W_i}{W_{i+1}} > 1.5$	Malo

3.2.5 DETERMINACIÓN DE ÍNDICES A CALCULAR

Como los índices descritos en los puntos 3.2.1, 3.2.2 y 3.2.3, dependen del tipo de material del edificio, es necesario ver cual es el que predomina. Para esto se calcula el factor FC; definidos en el punto 3.2.4.2, que define que índices son aplicables en cada piso y dirección de análisis.

Dependiendo de las características del piso en la dirección considerada, los índices que se determinan son los siguientes:

- i) Predominio de los muros de hormigón armado. En estos casos se calculan los índices: I_{sm} , I_{sc} , I_{st} e I_h .
- ii) Predominio de los muros de albañilería. En estos casos se calculan los índices: I_h e I_{mm} .
- iii) Predominio de los pórticos de hormigón armado o cuando no predominan ni los muros de hormigón armado ni los muros de albañilería ($0.2 < FC < 0.8$). En estos casos se

calculan el índice: I_h .

Independientemente de los índices que se utilicen, a todas las estructuras se les analiza la características descritas en el punto 3.2.4.

3.2.6 COMENTARIOS AL CÁLCULO DE LA VULNERABILIDAD.

Método de Hirosawa

Es conveniente destacar algunos aspectos relacionados con el cálculo del índice I_h , que establece la capacidad que el edificio proporciona para calificarlo desde el punto de vista de su vulnerabilidad estructural.

Término E_0

Al revisar los términos que intervienen en la expresión con la que se calcula E_0 , es conveniente comentar lo siguiente:

- i) De acuerdo con los detalles de diseño usados en los muros de los edificios de hormigón armado construidos en Chile, se observa que en los edificios revisados no se encuentran muros que correspondan al tipo A_{m1} .
- ii) La cubicación de los edificios seleccionados permite observar que en los edificios estructurados con muros de hormigón armado y albañilería, los pesos por unidad de área en los distintos niveles de la edificación superan los 1000 kgf/m^2 . Esta característica se debe a la magnitud del espesor de los muros que forman la estructura sismorresistente, al uso de tabique divisorios pesados (albañilerías estucadas), recubrimiento de baldosas de cemento en los pisos, etc.

Esta característica de los edificios seleccionados se indica con el propósito de destacar que cualquier índice que se utilice para calificar la vulnerabilidad estructural deberá considerar esta característica para entender que a igualdad de áreas de muros el comportamiento será más inseguro en la medida que el peso por piso sea mayor debido al aumento de las fuerzas de reactivas.

- iii) En la ecuación de E_0 interviene un factor de reducción (α_i), cuya magnitud depende

de las características de las subestructuras verticales que forman el sistema sismorresistente en cada dirección de la planta y cuya falla controla la estabilidad del edificio.

Revisando los valores de este factor se comprueba que lo más desfavorable para una edificación es que existan columnas cortas, muros de relleno de albañilería sin refuerzos o muros de albañilería sin refuerzos (por ejemplo sin sus dos columnas de confinamiento cuando se trata de un muro de albañilería confinada). Teniendo en cuenta lo desfavorable que puede resultar en la magnitud de E_o la presencia de este tipo de elementos, es necesario considerar el efecto que puede tener su falla en la estabilidad del edificio, total o parcial.

Sobre el particular, Murakami et al.(1992) reconocen que si la falla de estos elementos no compromete la estabilidad de la estructura, el cálculo de E_o debe hacerse despreciándolos. Esto ocurre cuando este tipo de elementos se presenta en pequeña cantidad y su ubicación en la planta permite la transmisión de las cargas gravitacionales por el resto de los elementos sismorresistentes.

Teniendo en cuenta lo anterior, en el cálculo de E_o se debe hacer un análisis de los efectos que tiene la presencia de elementos con falla frágil (columnas cortas, muros de relleno de albañilería sin refuerzo y muros de albañilería reforzados inadecuadamente) para evitar un cálculo del valor de E_o que pueda resultar muy conservador.

3.3 VULNERABILIDAD DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Los daños que produce un sismo en los elementos no estructurales de un hospital pueden producir variados trastornos, tales como la obstrucción de accesos, daños a pacientes o funcionarios del hospital debido a caída de objetos pesados, paralización de actividades claves debido a la pérdida de equipos y cortes de suministros básicos como agua y energía eléctrica, entre otros. Para evitar que estos daños se produzcan, hay que analizar aquellas actividades que se requieran que funcionen una vez terminado el sismo, y detectar los posibles riesgos.

Para cada tipo de riesgo se selecciona un método apropiado y sencillo de protección. Estos métodos deben considerarse en términos de aplicabilidad, aunque en muchos casos parezcan innecesarios en condiciones normales del hospital.

3.3.1 ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES EN ESTUDIO

Los elementos no estructurales considerados en este estudio se pueden subdividir tres grandes grupos: componentes arquitectónicos, equipamiento y líneas vitales.

- i) Componentes arquitectónicas: Cielo falso, tabiques, parapetos, cornisas, ventanas, chimeneas, etc.
- ii) Equipamiento:
 - a.- Sistemas eléctricos y mecánicos de apoyo: Ascensores, calderas, transformadores, grupos electrógenos, compresores, motobombas, equipo de lavandería y cocina, etc.
 - b.- Equipos y contenidos: Equipos médicos, utensilios clínicos, recipientes, muebles, etc.
- iii) Líneas vitales: Red de agua potable, red eléctrica, red de aguas servidas, red de gases clínicos, incluyendo los cilindros de gases.

La vulnerabilidad sísmica de cada uno de estos grupos se debe analizar por separado, debido a la función que desempeñan y a la forma en que se encuentran dispuestos en la estructura, sin embargo el criterio de evaluación es similar para los grupos.

3.3.2 MÉTODOS DE EVALUACIÓN SÍSMICA

Los elementos no estructurales y especialmente los equipos y maquinarias, se pueden calificar sísmicamente en vulnerables o no a través de cinco métodos básicos [McGavin, Gary L., 1981]:

3.3.2.1 ANÁLISIS MATEMÁTICO

Los modelos matemáticos deben considerar el equipo (o elemento), sus componentes, condiciones de apoyo y vinculación con la estructura soportante, y pueden ser aplicados en casi todos los tipos de equipos y maquinarias, sin importar la categoría del equipo dentro del hospital. Sin embargo, este tipo de análisis requiere de información de las características físicas del elemento o equipamiento, tales como, distribución de masas, rigidez, capacidad de disipación de energía, elementos internos, etc.

Por ello, se utiliza principalmente cuando se requiere que el equipo funcione después del sismo, es decir, durante el terremoto se debe garantizar su integridad estructural.

Se puede realizar un análisis estático o dinámico de los equipos o maquinaria, esto depende de lo rígido que sea el equipo, recomendándose un análisis estático en aquellos equipos rígidos y que sólo necesitan un sistema adecuado de anclajes.

3.3.2.2 PRUEBAS SÍSMICAS

Cuando los equipos, o elementos en general, son complejos y no se conocen adecuadamente sus propiedades físicas o los modelos matemáticos son muy limitados, se pueden realizar pruebas en laboratorio para estimar el posible comportamiento que va a tener un elemento dado en caso de sismo.

El objetivo de este tipo de pruebas es producir un movimiento sísmico en laboratorio, que simula el movimiento del piso del edificio que está definido por el espectro de respuesta provisto en los requerimientos de diseño.

Los dos principales tipos de pruebas sísmicas son las pruebas de comprobación y las pruebas de fragilidad.

Las pruebas de comprobación se usan para estudiar el comportamiento de equipos bajo requerimientos y condiciones específicas.

Las pruebas de fragilidad determinan la capacidad máxima del equipo para formas

de ondas simples y múltiples. en una forma de mostrar la complacencia con futuros requerimientos. Las pruebas de fragilidad concluyen cuando el equipo falla por uno u otro mecanismo.

Para realizar estas pruebas se necesita saber las condiciones de servicio del equipo para poder simularlas en laboratorio, descripción de la orientación del equipo, espectro de respuesta del edificio y duración del movimiento entre otras cosas.

Este tipo de prueba puede ser demasiado caro, por lo que se recomienda usarlo cuando se requiere un conocimiento completo del equipo.

3.3.2.3 EXPERIENCIAS PASADAS

En muchas ocasiones el equipo y principalmente los elementos arquitectónicos y las redes de líneas vitales del hospital, pueden ser calificados de vulnerables o no por su comportamiento en sismos pasados o por el comportamiento de sistemas similares en otros centros hospitalarios. En estos casos se requiere evaluar con precaución las condiciones en las cuales se encuentra el equipamiento en función de lo que fue la demanda sísmica y el comportamiento sísmico de la estructura que lo contenía en el evento previo. Es así que no se debe evaluar de la misma manera un equipo localizado en un piso bajo de un hospital y otro ubicado en altura. Si bien son los mismos equipos y la experiencia del equipo en un piso bajo es buena, puede que no lo sea en otros lugares de una estructura debido a las distintas características del movimiento en función de la posición donde se ubica un elemento.

3.3.2.4 CRITERIO DE UN GRUPO DE EXPERTOS

El grupo de expertos es un método excelente para ser usado en la revisión de centros hospitalarios existentes que no han recibido un detallamiento sísmico adecuado.

Este grupo puede calificar los elementos estructurales a través de inspecciones, estudio de detalles arquitectónicos y sugerir mecanismos o instalaciones para reducir la vulnerabilidad de estos elementos.

3.3.2.5 COMBINACIÓN DE LOS ANTERIORES

Dependiendo de la complejidad de los elementos y del dinero destinado a estos estudios, es posible hacer una combinación de los métodos anteriores.

3.3.3 PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN SÍSMICA DEL HOSPITAL

Como este estudio es de carácter preliminar, se usa el último método de evaluación sísmica propuesto anteriormente, es decir se ve si los elementos son vulnerables o no analizando su comportamiento en sismos anteriores y considerando los criterios de un grupo de expertos.

El estudio se resume básicamente en seis pasos:

3.3.3.1 SELECCIÓN DE SERVICIOS CLÍNICOS

En primer lugar se determinan aquellos servicios que son indispensables para la atención de público una vez ocurrido el sismo, entre estos se encuentra :

- Servicio de urgencia.
- Esterilización.
- Pabellones y salas de recuperaciones.
- Laboratorio.
- Banco de sangre.
- Imageneología.
- Sala de calderas.
- Farmacia.
- Lavandería.
- Alimentación.
- UCI/UTI.
- Hemodiálisis.
- Archivos.
- Movilización y Transporte.

3.3.3.2 SELECCIÓN DE EQUIPOS MÉDICOS Y MAQUINARIA

En esta etapa se seleccionan aquellos equipos y maquinaria indispensables para mantener funcionando los servicios.

Tabla 3.7: Lista de equipos seleccionados por servicio.

SERVICIOS	EQUIPOS	SERVICIOS	EQUIPOS
Servicio de Urgencia	<ul style="list-style-type: none"> - Monitor Electrocardiografo Desfibrilador. - Capnografo. - Oximetro de Pulso. - Bomba de aspiración. - Bomba de Infusión. - Estufa Radiante. - Respiradores 	Servicios de Laboratorios Clínicos y Banco de Sangre	<ul style="list-style-type: none"> - Analizador Bioquímico. - Analizador de Gases. - Analizador de Orina. - Analizador de Funcionamiento Pulmonar. - Bilirrubinómetro. - Centrifuga Refrigerada. - Contador Hemáticos Automático. - Analizador Elisa. - Equipo Iontofor. - Electrofotómetro. - Estufa de Cultivo. - Fotómetro de Llama. - Freezer Banco de Sangre. - Gamma Cámara. - Contador Geiger. - Microscopio Inmunoflujo. - Microscopio Operatorio. - Microscopia Universal. - Microcentrifuga. - Refrigerador Banco de Sangre. - Refrigerador Industrial. - Osmómetro. - Phmetro.
Servicio de Esterilización	<ul style="list-style-type: none"> - Autoclave. - Pupinel. - Esterilizador en Oxido Etileno. 	Servicio de Rayos	<ul style="list-style-type: none"> - Equipo de Rayos X. - Ecotomógrafo o Ultrasonido. - Equipo Procesador y Revelador de Placas.
Servicio de Recuperación y Pabellones	<ul style="list-style-type: none"> - Lámpara de Pabellón. - Monitores de Signos Vitales. - Máquina de Anestesia con Ventilador. - Electrobisturi. - Equipo de Laparoscopia. - Intensificador de Imágenes. - Laringoscopio. - Electroestimulador. - Mesa Quirúrgica. 	Servicios Generales	<ul style="list-style-type: none"> - Calderas. - Extractores de Aire. - Ascensores y/o Montacargas.

3.3.3.3 CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS

Una vez identificados los equipos, se clasifican considerando lo propuesto por Mc Given (1981) que los distingue en las cinco categorías indicadas en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8: Clasificación de equipos [Mc Given, 1981]

Tipo A	Sistema, subsistema o equipo requerido para el funcionamiento del sistema principal o para el apoyo de la vida, o que en su falla puede afectar directamente o adversamente el funcionamiento de otro sistema o equipo crítico.
Tipo B	Sistemas, subsistemas o equipos requeridos para el apoyo de funciones básicas. La unidad que depende de este sistema puede funcionar en forma limitada si ocurre una falla.
Tipo C	Sistemas, subsistemas o equipos requerido para el funcionamiento prolongado de la unidad.
Tipo D	Sistemas, subsistemas o equipos portátiles que no se encuentran en la categoría A.
Tipo E	Sistemas, subsistemas o equipos misceláneos o de apoyo de diagnóstico.

3.3.3.4 VISUALIZACIÓN DE POSIBLES RIESGOS

En esta parte del estudio se ven los posibles riesgos y daños típicos que se pueden encontrar en los centros hospitalarios por causas de sismos.

Entre los posibles riesgos se encuentra:

- Recipientes con sustancias ácidas o contaminantes sin un sistema de adherencia o topes en los bordes de la mesa.
- Ubicación de equipos sobre otros equipos sin un sistema de amarre o colocados sobre estructuras inestables.
- Un riesgo potencial lo presenta la gran cantidad de artefactos de vidrios y cajas pesadas que se colocan en la parte superior de estantes y sin un sistema de soporte.
- Equipos pesados portátiles dejados sin frenos ni anclajes en corredores obstruyendo el paso.
- Equipos o muebles pesados apoyados en muros, se pueden mover o volcar por el movimiento del piso o flexión de los muros, colocando gente en peligro.

Entre los daños que se encuentran en los hospitales después de un sismo, se pue-

den mencionar:

- Desplazamiento de camas, equipos pesados y caída de objetos, obstruyendo las salidas.
- Volcamiento y vaciamiento de estantes esbeltos, especialmente en bodegas.
- Caída de equipos que están que no están debidamente anclados.
- Corte de comunicaciones, agua potable, electricidad, etc.

3.3.3.5 VISITA A TERRENO

Conociendo el comportamiento que pueden tener los elementos no estructurales en caso de sismo, se programan visitas a los centros hospitalarios con el fin de verificar si están preparados para soportar un evento de este tipo.

3.3.3.6 RECOMENDACIONES

Después de analizar el estado en que se encuentran los elementos no estructurales, se procede a ver cuales se pueden clasificar como vulnerables y cuales no.

Dependiendo de la calificación del equipo, se proponen mecanismos de seguridad para aquellos que los requieran y se dan recomendaciones que aseguren un buen comportamiento de los distintos elementos durante el sismo.