

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 daños 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 VII y VIII en 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., se indica en la tabla 3.7. La descripción de las diferentes categorías de daño se entrega en el Anexo B.

Tabla 3.7 Relación entre el nivel de daños y la densidad de muros (Astroza et al., 1993)

Nivel de Daños	Categoría de Daños	I_3
Leve	0 y 1	> 0.0115
Moderado	2	$0.0085 < I_3 \leq 0.0115$
Severo	3	$0.005 < I_3 \leq 0.0085$
Grave	4 y 5	≤ 0.005

La información usada para obtener esta relación se muestra en la figura 3.2, en la cual se incluyen tanto los edificios chilenos como mexicanos.

Por otro lado, se debe considerar que entre los hospitales chilenos existe gran cantidad de edificios, típicamente los construidos hasta la mitad de la década de los años 50, con predominio de muros de albañilería con dos características fundamentales : se construyeron con unidades de fabricación artesanal y con un confinamiento muchas veces imperfecto, especialmente en torno de las aberturas de los paños (puertas y

ventanas).

Para calificar los edificios con las características antes descritas, se establece un valor límite para el índice de Meli : $(I_3)_{\min}$, usando la siguiente relación con el índice de Juicio Sísmico $(I_{s0})_{\text{ult}}$ de Hirosawa :

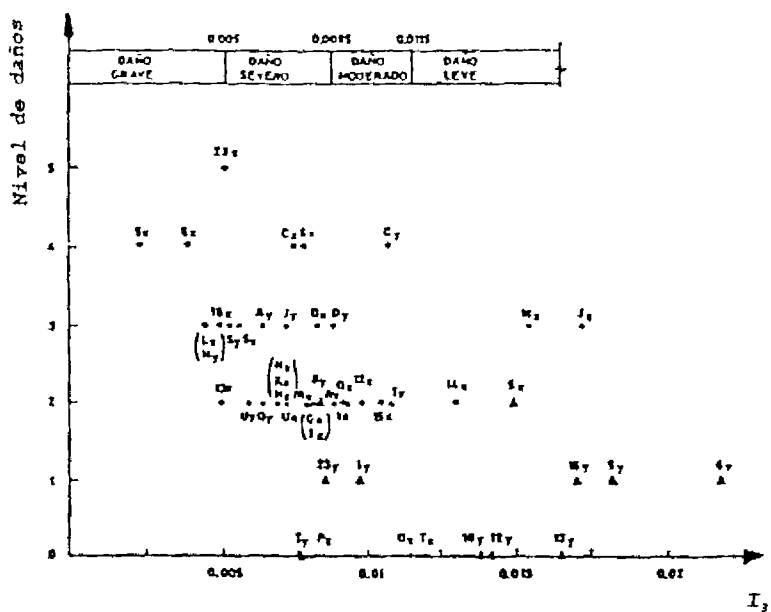
$$(I_{s0})_{\text{ult}} = \frac{[0.6*(0.45*\tau_0 + 0.25*n)]}{W_{0i}} \frac{(n_p+1)}{(n_p+i)} * (I_3)_{\min} \quad (\text{Ec. 3.23})$$

donde :

- i : número del piso analizado.
- W_{0i} : peso promedio por unidad de área de los pisos sobre el considerado, calculado tal como se indica en la expresión 3.
- τ_0 : resistencia básica de corte de la albañilería.
- n : número de pisos del edificio.

Considerando la expresión anterior, se puede esperar un nivel de daño de la categoría 2 (Anexo B) cuando el índice I_3 , para el piso y dirección evaluados, está próximo a $(I_3)_{\min}$ y de categoría 3 para valores de I_3 menores, ante el sismo de magnitud máxima esperada.

Figura 3.2 Relación entre la densidad de muros y el nivel de daños en edificios de albañilería (Astroza et al., 1993)



3.2.4.- Variación de Características del Edificio en Altura.

Con el propósito de evaluar las irregularidades a lo alto de la estructura y así poder calificar la regularidad del edificio y por lo tanto detectar ciertos riesgos ante la acción sísmica, se calcula la variación de sus características estructurales básicas con la altura. Estas características son :

- i.- Variación del Area de Planta entre Pisos Consecutivos**
- ii.- Variación de la Resistencia entre Pisos Consecutivos**
- iii.-Variación de la Rigidez de Entrepiso**
- iv.- Variación del Peso entre Pisos Consecutivos**
- v.- Excentricidad en Planta**

Cualitativamente los aspectos anteriores se complementan con el término S_p del método de Hiroswawa.

Los límites que permiten emitir juicios respecto a si las estructuras son regulares o no, se basan en las normas de diseño antisísmico de Costa Rica (1986), de México (1987) y el ATC 22. Para obtener la visión de si se trata de un sistema regular o no, estos límites deben ser considerados en conjunto.

La forma de evaluar estas características y los límites que permiten clasificar su estado de regularidad, es la siguiente :

3.2.4.1.- Variación del Area de Planta entre Pisos Consecutivos.

Esta variación permite detectar posibles estrangulaciones (setback) que presente la planta de la estructura. Al calcular esta superficie se deben distinguir las dos situaciones siguientes :

- i.- La estructura no presenta grandes losas en voladizo (balcones) y por lo tanto el área es la que encierran los ejes sismorresistentes exteriores, es decir no se consideran los voladizos. Esta situación se presenta comunmente en un sistema**

ii.- La estructura presenta grandes zonas en voladizo. En este caso, dada la importante extensión de estas zonas, se deben incluir en el cálculo de la superficie en cada una de las plantas.

Para evaluar esta variación, se calcula la razón entre el área de planta del piso analizado y el área del piso inmediatamente superior, siempre y cuando éste exista. La calificación se hace en función de esta relación y está dada por :

$$0.8 \leq \frac{A_{pi}}{A_{p(i+1)}} \leq 1.4 \quad \text{Bueno}$$

$$0.6 \leq \frac{A_{pi}}{A_{p(i+1)}} < 0.8 \quad \text{o} \quad 1.4 < \frac{A_{pi}}{A_{p(i+1)}} \leq 2.4 \quad \text{Regular}$$

$$\frac{A_{pi}}{A_{p(i+1)}} < 0.6 \quad \text{o} \quad \frac{A_{pi}}{A_{p(i+1)}} > 2.4 \quad \text{Malo}$$

3.2.4.2.- Variación de Resistencia entre Pisos Consecutivos.

Se considera que la resistencia del piso es proporcional al área de la sección transversal de los elementos verticales que resisten la acción del sismo en la dirección analizada.

Para calcular esta área se debe trabajar con el material predominante en el piso y dirección analizada, para ello se hace uso de los factores de transformación FR_1 y FR_2 cuya función en el primer caso es convertir una sección de albañilería a una de hormigón armado de igual resistencia al corte y viceversa en el segundo caso. Las expresiones para calcular estos factores son las siguientes :

$$FR_1 = \frac{(0.23 * \tau_0 + 0.12 * \sigma_0)}{0.29 * \sqrt{f_c}} \quad (Ec. 3.24)$$

$$FR_2 = \frac{1}{FR_1} \quad (Ec. 3.25)$$

donde :

- f_c : resistencia cilíndrica a la compresión del hormigón, en Kg/cm²
- τ_0 : resistencia básica de corte de la albañilería, en Kg/cm²
- σ_0 : tensión normal debido a la acción de las cargas verticales, en Kg/cm² (se calcula de acuerdo a 3.2.1)

Considerando el factor FR_2 ya definido, se calcula el valor del factor FC dado por :

$$FC = \frac{A_h * FR_2}{A_h * FR_2 + A_{alb}} \quad (Ec. 3.26)$$

donde :

- A_h : área total de elementos resistentes de hormigón armado en el piso y dirección analizada.
- A_{alb} : área total de elementos resistentes de albañilería en el piso y dirección analizada.

La determinación del material predominante del piso en la dirección analizada, se hace de acuerdo al 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.

Finalmente, para calificar la variación de resistencia se calcula la razón entre la resistencia del piso analizado y la resistencia del piso inmediatamente superior, siempre y cuando éste exista. La calificación será **Buena** si :

$$\frac{R_i}{R_{i+1}} \geq 0.8$$

de lo contrario, es decir si la razón es menor que 0.8, la situación se califica como **Mala**.

3.2.4.3.- Variación de Rigidez de Entrepiso.

La rigidez de entrepiso se calcula considerando los elementos resistentes verticales : muros y columnas. La forma de calcular la rigidez se establece comparando la mayor o menor capacidad de deformación por flexión versus la deformación por esfuerzo de corte de los elementos considerados.

De esta forma, se debe analizar la estructura, con el propósito de poder distinguir lo siguiente :

a.- La estructura posee un sistema estructural de muros de hormigón armado o albañilería, cuyas longitudes son considerables o en el caso de muros de albañilería, cuando éstos no presentan confinamiento con elementos de hormigón armado que proporcionen capacidad resistente a la flexión, se pondera mayormente su deformación por corte.

b.- La estructura posee un sistema estructural de marcos o de machones de hormigón armado o albañilería confinada, con longitudes pequeñas y por lo tanto de mayor deformación por flexión.

Considerando lo anterior, la rigidez se calcula de la manera siguiente :

i.- La rigidez de columnas y de machones como los descritos en b.-, mediante la expresión :

$$k_{x \text{ ó } y} = \frac{12 * E * I}{h^3} \quad (\text{Ec. 3.27})$$

donde :

h : altura libre del elemento.
E : módulo de elasticidad del material del elemento.
I : momento de inercia de la sección transversal bruta.

ii.- La rigidez de los elementos que clasifiquen como en a.-, a través de :

$$k_{x \text{ ó } y} = \frac{G * A}{h} \quad (\text{Ec. 3.28})$$

donde :

h : altura libre del elemento.
G : módulo de corte del material del elemento.
A : área de la sección transversal bruta.

El cálculo del momento de inercia en los elementos de hormigón armado, considera los anchos colaborantes de los muros perpendiculares según las recomendaciones de la norma ACI-318 (ACI,1984). En el caso que se calcule la rigidez a través de su área bruta, ésta no considera anchos colaborantes. En los muros de albañilería confinada en tanto, la inercia se calcula aplicando el criterio de la sección transformada, es decir se calcula la inercia de una sección equivalente de albañilería, que da cuenta de la presencia de los pilares de confinamiento de hormigón. Cuando el cálculo se efectúa utilizando su área, se considera la sección geométrica del elemento, no llevándola a su sección transformada.

Las propiedades mecánicas (E y G) de los materiales se calculan de acuerdo a :

$$\begin{array}{lcl} \text{Hormigón} & : & E_c = 19000 * (R_{c28})^{1/2} \\ & & G_c = 0.4 * E_c \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Albañilería} & : & E_m = 1000 * f'_m \\ & & G_m = 0.3 * E_m \end{array}$$

Habiendo calculado la rigidez de todos los elementos verticales resistentes, en las dos direcciones de la planta, se obtiene la rigidez de entrepiso para cada dirección como sigue :

$$K_{x \text{ o } y} = \Sigma (k_{x \text{ o } y}) \quad (\text{Ec. 3.29})$$

Para calificar la variación de rigidez, se deben calcular las dos razones siguientes :

i.- Relación entre la rigidez del piso inmediatamente superior al analizado y la rigidez del piso.

ii.- Relación entre el promedio de la rigidez de los tres pisos superiores consecutivos al analizado y la rigidez del piso.

La variación se califica como **Bueno** cuando :

$$0.5 < \frac{K_{i+1}}{K_i} \leq 1.5$$

$$\frac{\frac{1}{3} * \sum_{j=i+1}^{i+3} K_j}{K_i} \leq 1.25$$

De no cumplir estos límites la situación califica como **Malo**.

3.2.4.4.- Variación de Peso entre Pisos Consecutivos.

Se calcula el peso de cada piso concentrándolo en el nivel de la losa de cielo respectiva (cubicación sísmica), para esto no sólo se considera el peso propio de la losa y las vigas que son de este nivel, sino que también se incluyen los pesos propios, hasta la mitad de la altura, de los elementos resistentes verticales (muros y columnas) que llegan a la losa de cielo, tanto superior como inferiormente a ella.

Además de los pesos propios de los elementos estructurales ya descritos y que caracterizan a cada edificio, se deben hacer las siguientes consideraciones que influyen en el cálculo del peso sísmico :

i.- **Sobrecarga de Diseño.** En el caso de los hospitales chilenos se considera un valor, de acuerdo a lo recomendado por la norma NCh1537 Of.86, de 300 Kg/m² reducido a un 25% .

ii.- **Elementos de Arquitectura y Terminaciones.** En este punto se incluyen las divisiones interiores, los pavimentos interiores y la techumbre. En este estudio se consideran los siguientes valores :

- **Divisiones interiores.** En el caso que las divisiones interiores correspondan al mismo tiempo a muros estructurales, su peso está considerado dentro de la cubicación de los elementos resistentes verticales. Cuando las divisiones interiores de la planta no son elementos estructurales resistentes, y son especificados como tabiquerías dentro de los planos arquitectónicos, generalmente constituidos de albañilería dispuesta en aparejo del tipo pandereta o sogá o bien se trata de materiales más livianos como volcanita, situación típica del sistema estructural de marcos espaciales, se considerará un peso de la tabiquería de 55 Kg/m² .

- **Pavimentos interiores.** Se considera que los pisos de baldosas de cemento pesan 100 Kg/m² . Este valor es real al considerar la situación en terreno de los hospitales.

- **Techumbre.** Se considera un valor de 60 Kg/m² .

La situación de variación de pesos se determina considerando la razón entre el peso del piso analizado y el peso del piso inmediatamente superior, de acuerdo al siguiente criterio :

$$0.85 \leq \frac{W_i}{W_{i+1}} \leq 1.15 \quad \text{Bueno}$$

$$0.5 \leq \frac{W_i}{W_{i+1}} < 0.85 \quad \text{o} \quad 1.15 \leq \frac{W_i}{W_{i+1}} < 1.5 \quad \text{Regular}$$

$$\frac{W_i}{W_{i+1}} < 0.5 \quad \text{o} \quad \frac{W_i}{W_{i+1}} > 1.5 \quad \text{Malo}$$

3.2.4.5.- Excentricidad en Planta.

Se calcula la excentricidad entre el centro de gravedad y el centro de rigidez de la planta, de cada piso, calculando la rigidez como se detalla en el punto 3.2.4.3. De esta forma se detectan posibles problemas torsionales que afecten la estructura.

Para calificar este aspecto, se recurre a la razón entre la excentricidad en la dirección analizada (e_x ó e_y) y el largo de la planta en esa dirección (L_x ó L_y). El criterio de calificación es el siguiente :

$$\frac{e_x \text{ ó } y}{L_x \text{ ó } y} \leq 0.1 \quad \text{Bueno}$$

$$0.1 < \frac{e_x \text{ ó } y}{L_x \text{ ó } y} < 0.2 \quad \text{Regular}$$

$$\frac{e_x \text{ ó } y}{L_x \text{ ó } y} \geq 0.2 \quad \text{Malo}$$

3.2.5.- Determinación de Índices de Vulnerabilidad Estructural a Calcular.

Para establecer los índices que permitan emitir un juicio válido respecto a la vulnerabilidad de las estructuras estudiadas, se deben considerar las características del edificio, fundamentalmente material predominante y sistema estructural, aspectos que se consideraron para la generación de los índices y su posterior calibración.

El análisis anterior, se debe efectuar por cada piso y dirección evaluados, distinguiéndose las siguientes situaciones :

i.- Predominio de los muros de hormigón armado. En este caso se deben calcular los índices I_2 , I_1 , I_e e I_t .

ii.- Predominio de los muros de albañilería. En este caso se deben calcular los índices I_2 e I_3 .

iii.- Predominio de un sistema estructural de marcos de hormigón armado o cuando no predomina ni el hormigón armado ni la albañilería ($0.2 < FC < 0.8$). En estos casos sólo se calcula el índice I_2 .

3.2.6.- Comentarios

En la aplicación de los métodos de evaluación, es conveniente hacer algunos comentarios sobre las características de los edificios que influyen en los valores obtenidos para algunos de los indicadores.

i.- En los edificios estudiados se puede comprobar que no existen muros de hormigón armado del tipo A_{m1} . Lo anterior influye en el cálculo del factor E_0 del método de Hirosawa.

ii.- Los hospitales más antiguos y que están asociados a un sistema estructural en base a muros de hormigón armado y/o albañilería, se caracterizan por ser bastante más pesados que 1000 Kg/m^2 . Esto se debe fundamentalmente a un mayor espesor de muros, los que por concepción arquitectónica, muchas veces corresponden a las divisiones interiores. Además las terminaciones típicas (estucos y pavimentos) son de peso considerable.

Es importante destacar que el valor de los índices I_2 e I_t es sensible al peso de las estructuras, esto se explica al considerar que a igualdad de espesor de muros, la estructura será más insegura en la medida que aumente el peso, lo cual se debe al aumento de las fuerzas reactivas.

iii.- Al establecer el valor a los factores de reducción α_1 , presentes en el cálculo de E_0 , se debe analizar el efecto en la estabilidad total ó parcial del edificio, que puede tener la presencia de elementos de falla frágil, tales como muros de albañilería sin refuerzo, muros de albañilería de relleno sin refuerzo y muy especialmente columnas cortas, por cuanto una decisión que los valore excesivamente desde el punto de vista de la vulnerabilidad del sistema, puede determinar valores del índice I_2 muy conservadores.

Es así que debe considerarse el efecto de despreciar la

presencia de aquellos elementos de falla frágil (Murakami, 1992). Esto es válido, cuando su número es pequeño y existen otros elementos sismorresistentes que garanticen un flujo de las cargas y la estabilidad del sistema estructural.

iv.- En otro aspecto, debe reconocerse que al resultar la estructura vulnerable sísmicamente, a través de algún índice, esto por sí sólo debe motivar un estudio más detallado que considere una evaluación mediante métodos de cálculo estructural más refinados.

3.3.- VULNERABILIDAD DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Al igual que en el caso estructural, los aspectos no estructurales pueden ser evaluados mediante procedimientos que van desde aquellos eminentemente cuantitativos hasta los de naturaleza más cualitativa.

Los primeros corresponden a análisis matemáticos o a pruebas en condiciones simuladas y que tienen un respaldo numérico y/o experimental, en tanto que aquellos procedimientos más cualitativos se basan principalmente en la experiencia y en la observación de la disposición física en terreno de los elementos evaluados.

A continuación se describen los métodos y procedimientos estudiados y se especifican las metodologías aplicadas para evaluar los elementos no estructurales que se han seleccionado para este estudio preliminar.

3.3.1.- Métodos de Evaluación Sísmica.

Existen fundamentalmente 4 métodos para evaluar la vulnerabilidad de los componentes no estructurales [MGavin, 1981]. Cada uno de estos métodos posee características que los hacen clasificables dentro de los tipos cuantitativos y/o experimentales o bien cualitativos.

3.3.1.1.- Métodos Cuantitativos y Experimentales.

Existen dos métodos :

i.- Pruebas Sísmicas. Consisten en simular un movimiento sísmico en laboratorio, definiendo el movimiento del piso por el espectro de respuesta previsto en los requerimientos de diseño.

Para validar los resultados de las pruebas, se necesita reproducir en laboratorio tanto las condiciones de servicio y

orientación del equipo como el espectro de respuesta del edificio y la duración del movimiento entre otras características.

Las pruebas sísmicas son de dos tipos : de Comprobación y de Fragilidad.

Las pruebas de comprobación estudian el comportamiento del equipo bajo condiciones y requerimientos específicos. Las pruebas de fragilidad determinan la capacidad máxima del equipo ante ondas simples y múltiples, concluyendo cuando el equipo falla por algún mecanismo.

Este método puede resultar de elevado costo y por lo tanto se recomienda su uso en equipos que deben seguir funcionando durante y después del sismo, equipos de mayor importancia dentro del hospital y que resulten complicados para un análisis matemático.

ii.- Análisis Matemático. Este método se utiliza principalmente cuando se requiere que el equipo funcione después del sismo, es decir durante el terremoto se debe garantizar su integridad estructural.

Consiste en un análisis numérico que considera los equipos o maquinarias bajo condiciones estáticas o dinámicas, dependiendo de lo rígido del equipo. Se recomienda un análisis estático en equipos rígidos y que sólo necesitan un sistema adecuado de anclajes.

3.3.1.2.- Métodos Cualitativos.

Existen dos métodos :

iii.- Experiencias Pasadas. Corresponde a evaluar los componentes no estructurales en función de su disposición en terreno, considerando el comportamiento ante sismos pasados de estos mismos sistemas o aprovechando el conocimiento del comportamiento de sistemas similares en otros edificios.

iv.- Criterio de un Grupo de Expertos. Este grupo puede estimar la vulnerabilidad de los componentes no estructurales inspeccionando en terreno su disposición y a la vez sugerir mecanismos de mitigación de su vulnerabilidad.

Una 5ª alternativa es una combinación de los métodos descritos, los cuales serán utilizados dependiendo de los objetivos del trabajo y de los recursos disponibles.

3.3.2.- Elementos No Estructurales en estudio.

La selección de los elementos no estructurales se hace considerando el concepto fundamental de resguardar la integridad de la función del **sistema hospital** ante un evento sísmico.

Los componentes no estructurales seleccionados para este estudio se clasifican en tres grupos :

- **Elementos Arquitectónicos.** Se incluyen tabiques, cielos falsos, sistemas de iluminación, ventanas, parapetos, chimeneas, estanterías, cornizas y antenas, entre otros.

- **Lineas Vitales.** Se evaluarán las instalaciones más críticas en caso de catástrofe, las cuales son : sistema de energía eléctrica, abastecimiento de Oxígeno y agua potable y sistema de alcantarillado.

- **Equipamiento.** Se distinguen dos tipos :

i.- Médicos y de Apoyo al Diagnóstico. Estos equipos corresponden a lo incluidos en los servicios destacados en la tabla 3.8, con la excepción de Servicios Generales.

ii.- Industrial. Este equipamiento es el asociado a Servicios Generales, y corresponde al indicado en la tabla 3.8.

3.3.3.- Procedimiento de Evaluación Sísmica Utilizado.

El procedimiento usado en este estudio para la evaluación sísmica de los elementos no estructurales, se caracteriza por cuatro directrices fundamentales, con las cuales se logra una evaluación preliminar del sistema.

Estas directrices son :

i.- Se hace el estudio considerando los **métodos cualitativos** descritos anteriormente.

ii.- La evaluación general del hospital se basa en la elección adecuada de los servicios clínicos y generales críticos en caso de un evento sísmico y de los equipos médicos y de apoyo, vitales para su adecuado funcionamiento.

Los servicios y equipos seleccionados se establecen en la tabla 3.8.

iii.- Clasificación del equipamiento respectivo en términos de su incidencia en la función normal del servicio y del hospital, de acuerdo a lo propuesto por McGavin. Las categorías de esta clasificación se establecen en la tabla 3.9.

iv.- La calificación de la vulnerabilidad no estructural se basa en la apreciación de los elementos en forma individual para posteriormente analizar el impacto que generaría su falla en el sistema hospital como un todo.

La vulnerabilidad de los elementos y su impacto o riesgo al sistema, se clasifica en alguno de los siguientes estados : **BAJA** , **MEDIA** o **ALTA** .

En la escala anterior, el estado de vulnerabilidad **BAJA** indica que el sistema no será dañado o el nivel de impacto será bajo. En

tanto que en una vulnerabilidad **Alta** el riesgo de daño o impacto en el funcionamiento del sistema son elevados.

Las tablas 3.10 y 3.11 indican respectivamente, algunos de los aspectos a considerar en la evaluación de la vulnerabilidad de los elementos no estructurales y en el impacto al sistema.

En la tabla 3.10, cada nivel de vulnerabilidad : Baja, Media y Alta, está asociado implícitamente a un estado de mantención del elemento : Bueno, Regular y Malo, respectivamente.

En la clasificación adoptada, no se consideran criterios de costo al momento de determinar la vulnerabilidad.

Tabla 3.8 Servicios y Equipos a Evaluar

Servicios	Equipos
Urgencia	<ul style="list-style-type: none"> - Monitores Electrocardiógrafo desfibrilador - Capnógrafo - Oxímetro de Pulso - Bomba de Aspiración - Bomba de Infusión - Estufa Radiante - Respiradores
Esterilización	<ul style="list-style-type: none"> - Autoclave - Pupinel - Esterilizador en Oxido Etileno - Bodegas de Material estéril y no estéril
Recuperación y Pabellones	<ul style="list-style-type: none"> - Lámpara de Pabellón - Monitores de Signos Vitales - Máquina de Anestesia con Ventilador - Electrobisturí - Equipo de Laparoscopia - Intensificador de Imágenes - Laringoscopios - Electroestimulador - Electrodiatermia - Mesa Quirúrgica
Lab. Clínicos y Bco. de Sangre	<ul style="list-style-type: none"> - Analizador Bioquímico - Analizador de Gases - Analizador de Orina - Analizador de Funcionamiento Pulmonar - Bilirrubinómetro - Centrífuga Refrigerada - Contador de Hematíes Automático - Analizador Elisa - Equipo Iontofor - Electrofotómetro - Estufa de Cultivo - Fotómetro de Llama - Freezer Banco de Sangre - Gamma Cámara - Destilador de Agua - Contador Gamma - Contador Geiger - Microscopio Inmunoflujo - Microscopio Operatorio - Microscopio Universal - Microcentrifuga - Refrigerador Banco de Sangre - Refrigerador Industrial - Osmómetros - Phmetro
Rayos	<ul style="list-style-type: none"> - Equipo de Rayos X - Ecotomógrafo o Ultrasonido - T.A.C - Equipo Revelador y Procesador de Placas
Servicios Generales	<ul style="list-style-type: none"> - Ascensor y/o Montacarga - Extractores de Aire - Calderas

Tabla 3.9 Categorías de equipos según McGavin.

Tipo	Descripción
A	<i>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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>Sistemas, subsistemas o equipos requeridos para el funcionamiento prolongado de la unidad.</i>
D	<i>Sistemas, subsistemas o equipos portátiles que no se encuentran en la categoría A.</i>

Tabla 3.10 Aspectos a considerar en la Vulnerabilidad de Elementos No Estructurales

Elemento	Vulnerabilidad		
	Baja	Media	Alta
1.-Tabiques divisorios y Fachadas	<ul style="list-style-type: none"> - Existe holgura con el sistema estructural flexible - Hay seguridad al volcamiento y vaciamiento - Se ubica en una estructura muy rígida 	<ul style="list-style-type: none"> - No existe independencia con el sistema estructural. - La estructura es rígida 	<ul style="list-style-type: none"> - No existe independencia con el sistema estructural. - Sistema estructural flexible - Posibilidad de volcamiento o vaciamiento
2.-Vidrios	<ul style="list-style-type: none"> - Existe holgura entre el vidrio y marco de ventana - Unión entre el vidrio y el marco de ventana flexible o deslizante. - Posee protección (láminas adhesivas, malla interior metálica, etc). - Sistema estructural rígido 	<ul style="list-style-type: none"> - Existe holgura limitada entre vidrio y marco de ventana - No poseen protección. - Sistema estructural rígido 	<ul style="list-style-type: none"> - No existe holgura entre vidrio y marco. - No posee protección. - Estructuración flexible
3.-Cielos Falsos	<ul style="list-style-type: none"> - Arriostrado lateral y verticalmente - Ubicado bajo losa rígida - De pequeña dimensión. - Confinado por muros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Paños pequeños sin arriostramiento. - Se ubica en sector confinado por muros 	<ul style="list-style-type: none"> - Sin arriostramiento - Paños grandes - Losa flexible.
4.-Iluminación	<p>Sin Cielo Falso :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anclaje adecuado - Cubierta segura y si no tiene cubierta, con protección en los tubos. <p>Con Cielo Falso :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anclaje adecuado. - Cubierta segura, y si no tiene cubierta con protección en los tubos. - Suspensión independiente de cielo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Anclaje adecuado - Cubierta y algunos tubos, sin sistemas de amarre para evitar su caída. 	<ul style="list-style-type: none"> - Anclaje inadecuado - No hay sistemas de amarre de tubos ni cubiertas
5.-Recubrimientos	<ul style="list-style-type: none"> - Elemento de apoyo rígido (espesor importante). - espesor del enlucido 2cm o menor. - buena adherencia (no soplado). - Sin muestra de agrietamiento y filtración. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elemento de apoyo de gran superficie - Buena adherencia - espesor medio de 3 a 4cm. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gran espesor del enlucido. - Mala adherencia - Muestras de agrietamiento y filtraciones.
6.-Escaleras	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura auto-soportante - Apoyos deslizantes con dimensión adecuada - Capacidad de deformación acorde con la flexibilidad de la estructura - Elementos de cierre con vulnerabilidad baja. 	<ul style="list-style-type: none"> - Unida a una estructura rígida. - Elementos de cierre con vulnerabilidad media 	<ul style="list-style-type: none"> - Unida a una estructura flexible. - Elementos de cierre con vulnerabilidad alta. - Apoyo deslizante con dimensión inadecuada
7.-Chimenea	<ul style="list-style-type: none"> - Material : Hormigón reforzado, Acero. - Relación de aspecto baja. - Anclajes y fundación adecuados. - Recubrimiento adecuado - Arriostramientos 	<ul style="list-style-type: none"> - Albañilería reforzada - Relación de aspecto baja. 	<ul style="list-style-type: none"> - Material frágil. - Esbelta. - Anclaje, arriostramiento y fundación inadecuado
8.-Parapetos, Cornizas, Letreros	<ul style="list-style-type: none"> - Liviano y refuerzo adecuado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesado y refuerzo limitado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesado y refuerzo inadecuado.
9.-Mobiliario	<ul style="list-style-type: none"> - Anclaje adecuado - Posee dispositivo de seguridad para su contenido - Estructura resistente 	<ul style="list-style-type: none"> - Anclaje adecuado - Falta protección de contenido. - Estructura resistente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Anclajes y apoyos inadecuados. - No existe protección de contenido. - Estructura débil.
10.-Lineas Vitales	<ul style="list-style-type: none"> - Independencia mayor que 4 días. - Abastecimiento seguro de servicios críticos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Independencia entre 1 y 4 días - Abastecimiento seguro de servicios críticos 	<ul style="list-style-type: none"> - Independencia menor de 1 día. - No abastece a la mayoría de servicios críticos.
11.-Equipamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Alta tolerancia a la vibración - Apoyo seguro. - Baja esbeltez. - Conexiones flexibles. - Ubicación segura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mediana tolerancia a la vibración - Parcialmente apoyado. - Mediana esbeltez. - Conexiones flexibles - Ubicación segura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Baja tolerancia a la vibración - Apoyo inadecuado - Conexiones rígidas. - Ubicación insegura.
12.-Condiciones en la Junta de Dilatación	<ul style="list-style-type: none"> - Existe junta adecuada en todo elemento que la cruce (tabiquerías, cielos falsos, tuberías, etc) - Sistema rígido o flexible. - Aislamiento y protección. - Limpia 	<ul style="list-style-type: none"> - No existe junta en elementos que la cruzan - Sistema rígido. - Protección - Limpia 	<ul style="list-style-type: none"> - No existe junta en elementos que la cruzan. - Sistema flexible. - Sucia

Tabla 3.11 Aspectos a evaluar en el Impacto en el Sistema de Elementos No Estructurales

Elemento	Impacto		
	Bajo	Medio	Alto
Tabiques, Vidrios, Cielo Falso, Iluminación, Recubrimientos, Mobiliario	- Ubicación en lugares donde no hay pacientes y de baja ocupación. - Cantidad ilimitada.	- Ubicación en lugares de moderada ocupación de pacientes. - Cantidad limitada.	- Ubicación en lugares de alta ocupación de pacientes, de ocupación de pacientes en estado crítico y de alta circulación.
Fachadas, Escaleras, Chimeneas, Cornizas, Parapetos, Letreros, Condiciones en la Junta de Dilatación	- Ubicación en zonas de escasa circulación y escasa ocupación.	- Ubicación en zonas de circulación moderada y baja aglomeración.	- Ubicación en zonas de alta circulación, de concentración de personas y de ocupación de pacientes en estado crítico.
Equipamiento y Contenidos : i) Médico y de Apoyo al Diagnóstico ii) Industrial iii) de Oficina	**		** **