

## CAPITULO 6

### EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS HOSPITALES

## CAPITULO 6

### EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS HOSPITALES

#### 6.1 INTRODUCCION

En este capítulo se entrega un resumen con cada uno de los aspectos analizados en la determinación preliminar de la vulnerabilidad sísmica del hospital de Neurocirugía.

Se presentan tablas en que se exponen todos los aspectos analizados, su vulnerabilidad como un elemento independiente y el impacto que esta vulnerabilidad produce en el funcionamiento y capacidad de atención del hospital.

#### 6.2 EVALUACION PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL HOSPITAL DE NEUROCIURUGIA

##### 6.2.1 FICHA DEL HOSPITAL.

A continuación se presentan los datos generales y técnicos que caracterizan al hospital de Neurocirugía y al Servicio de Salud Metropolitano Oriente, al cual pertenece administrativamente.

La información se entrega en dos perfiles hospitalarios que caracterizan primeramente al servicio de salud del que depende el hospital de Neurocirugía y en segundo lugar, al hospital con sus características generales y de emplazamiento físico. Completando este segundo perfil, se entrega un resumen de la información característica de los cuerpos seleccionados en el presente análisis.

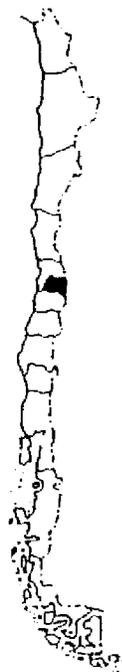
En las tablas 6.1, 6.2 y 6.3 se entregan los perfiles hospitalarios mencionados.

Tabla 6.1 Perfil del Servicio de Salud Metropolitano Oriente.

## PERFIL HOSPITALARIO

### 1. IDENTIFICACION DEL HOSPITAL BASE

- Nombre: **Hospital del Salvador**
- Ubicación
  - Región : **Metropolitana**
  - Provincia: **Santiago**
  - Comuna : **Providencia**
  - Dirección: **Av. Salvador # 364**
- Nivel : **1**
- Superficie Terreno : **135970 m<sup>2</sup>**
- Superficie Construida : **60500 m<sup>2</sup>**
- Número de camas : **994**
- Superficie por cama : **60.87 m<sup>2</sup>/cama**
- Servicios Clínicos Principales
  - Medicina**
  - Cirugía**
  - Traumatología**
  - Oftalmología**
  - Maternidad**
  - Neonatología**
  - Policlínico**
  - Urgencia.**
- Valor Reposición equipamiento: **US\$ 9.124.747**
- Población Asignada: **1.070.392 hab.**
- Número de habitantes por cama: **1076.9 hab/cama**



### 2. IDENTIFICACION SERVICIO DE SALUD

- Servicio de Salud: **Metropolitano Oriente**
- PGB Regional (1986): **502258 pesos de 1991 por habitante**
- Presupuesto del Servicio (1991): **20491 pesos de 1991 por habitante**
- Provincias y Comunas:
  - Santiago: Las Condes, La Reina, Lo Barnechea, Macul, Peñalolén, Providencia, Vitacura, Ñuñoa.**
- Superficie: **1277.6 Km<sup>2</sup>**
- Población: **990927 habitantes (CENSO 1992)**
- Densidad Poblacional: **775.6 hab/Km<sup>2</sup>**
- Superficie de Edif. Hospitales: **108178 m<sup>2</sup>**
- Superficie de Edif. Consultorios: **5901 m<sup>2</sup>**
- Establecimientos de Salud:
  - Hospital Tipo 1: **1**
  - Hospital Tipo 2: **3**
  - Hospital Tipo 3: **1**
  - Hospital Tipo 4: **1**
  - Consultorios: **15**
  - Postas y Estaciones Rurales: **No**
- Número de camas: **1841**
- Superficie por cama: **58.76 m<sup>2</sup>/cama**
- Disponibilidad de camas (Por mil habitantes)
  - en el Servicio de Salud: **3.32 camas/hab**
  - en el Subsector Privado: **6.78 camas/hab**
- N° total de boxes en Consultorios: **280**
- N° total de boxes en Hospitales: **204**
- Personal de Servicio: (Por mil habitantes)
  - Número de Médicos: **1.06**
  - Número de Enfermeras: **0.50**
  - Número de Auxiliares Paramédicos: **3.18**
- Valor Reposición equipamiento: **US\$ 20.027.645**
- Número de habitantes por Cama: **538.3 hab/cama**

# PERFIL HOSPITALARIO

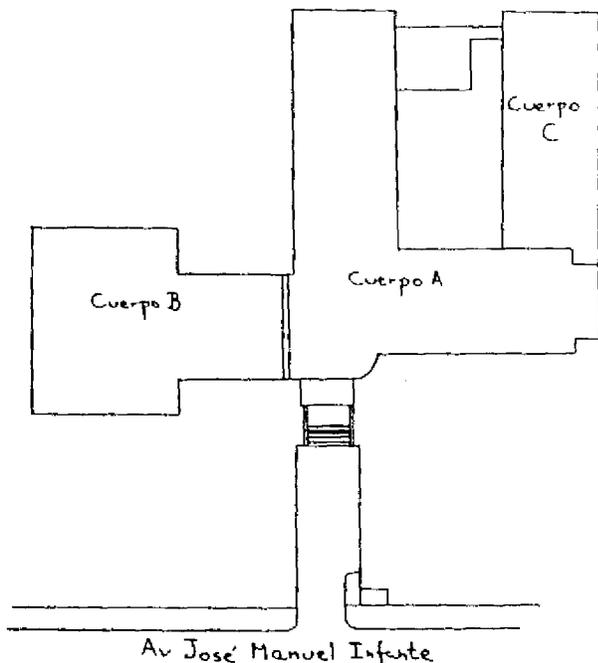
## 1. DATOS GENERALES

- Nombre: Hospital de Neurocirugía
- Ubicación
  - Región: Metropolitana
  - Provincia: Santiago
  - Comuna: Providencia
  - Dirección: José Manuel Infante # 553
- Servicio de Salud: Metropolitano Oriente
  - Población: 990.927 hab.
  - Superficie: 1277.6 km<sup>2</sup>
- Nivel : 2
- Superficie Terreno : 6351 m<sup>2</sup>
- Superficie Construida : 7500 m<sup>2</sup>
- Número de camas : 139
- Superficie por cama : 53.96 m<sup>2</sup>/cama
- Población Asignada: 8.344.811 hab.
- Número de Habitantes por cama: 60034 hab/cama
- Valor Reposición Equipamiento: US\$ 2.830.017
- Servicios Clínicos Principales
  - Cirugía, Medicina, Medicina Infantil.
- Personal de Servicio:
  - Número de Médicos: 44
  - Número de Enfermeras: 37
  - Número de Auxiliares: 145

## 2. CARACTERISTICAS FISICAS

- Número de Cuerpos: 3
- Rango de Edad del hospital: 1950-1980
- Rango número de pisos: 4-7
- Existen planos disponibles: Si
- N° Boxes de urgencia: 3
- Superficie Urgencia: 150 m<sup>2</sup>
- Hospital posee:
  - Consultorio
  - Policlínico
  - CDT
- Sistemas de Apoyo
  - Sist. Eléctrico
    - c: 17.000 KWh/mes i: 80 hrs.
    - Gas Industrial
      - c: i: hrs.
    - Oxígeno
      - c: 5.000 m<sup>3</sup>/mes i: aprox. 1 mes.
      - Agua Potable
        - c: 2400 m<sup>3</sup>/mes i: 72 hrs.
        - Alimentación
          - c: i: días
          - Comunicación
  - Sistemas de Seguridad contra Incendios
    - Brigadas contra incendios
    - Sistema de alarmas
    - Extintores
    - Red Seca
    - Red Húmeda
    - Red Inundada
  - Organización frente a desastres
    - Capacitación de Personal
    - Realización de Simulacros
    - Señalización de vías de escape

## CROQUIS GENERAL DEL HOSPITAL



**Tabla 6.3 Características de los cuerpos A y B, Hospital de Neurocirugía.**

**a. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES**

- Cuerpo: A
- Año de Construcción: 1950-1952
- Número de Pisos: 7
- Estado del Cuerpo: Bueno
- Tipo de Suelo: II
- Intensidad máxima esperada: 7.7 MM.
- Sistema estructural: Muros y marcos de hormigón armado.
- Tipo de Fundación: Zapatas continuas.
- Calidad de materiales:
  - Hormigón :  $f'_c = 136 \text{ Kg/cm}^2$
  - Albañilería :  $\tau_o = 3 \text{ Kg/cm}^2$
  - Acero de refuerzo:

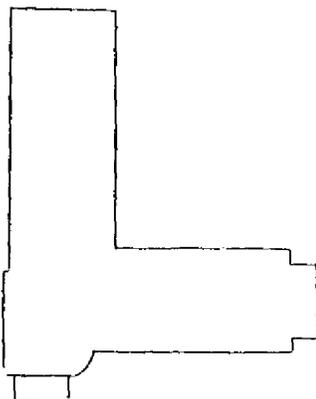
**b. VARIACION DE CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES**

- Area de Planta
  - Variación de áreas: 2.51
  - Situación: Malo
- Resistencia
  - Variación de resistencia: 0.77
  - Situación: Malo
- Excentricidad
  - Excentricidad:
  - Situación:
- Distribución de Peso
  - Variación de peso: 1.32
  - Situación: Regular
- Resumen de Índices Piso 2 (no se evaluó piso 1):
 

Transversal	Longitudinal
· $I_m$ : 65.65	· $I_m$ : 38.70
· $I_c$ : 8.06	· $I_c$ : 21.30
· $I_p$ : 18.04	· $I_p$ : 22.17
· $I_b$ : 0.35	· $I_b$ : 0.21

  - $I_b$  menor:
  - $I_b = 0.21$  (piso 2)

- Planta Tipo del Cuerpo:



**a. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES**

- Cuerpo: B
- Año de Construcción: 1950-1952
- Número de Pisos: 6
- Estado del Cuerpo: Bueno
- Tipo de Suelo: II
- Intensidad máxima esperada: 7.7 MM.
- Sistema estructural: Muros y marcos de hormigón armado; muros de albañilería en dos últimos niveles.
- Tipo de Fundación: Zapatas continuas.
- Calidad de materiales:
  - Hormigón :  $f'_c = 136 \text{ Kg/cm}^2$
  - Albañilería :  $\tau_o = 3 \text{ Kg/cm}^2$
  - Acero de refuerzo:

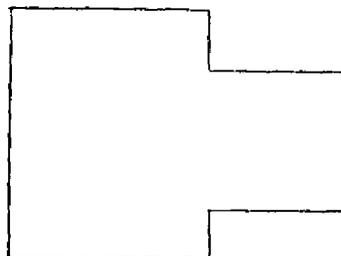
**b. VARIACION DE CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES**

- Area de Planta
  - Variación de áreas: 3.75
  - Situación: Malo
- Resistencia
  - Variación de resistencia: 0.97
  - Situación: Bueno
- Excentricidad
  - Excentricidad: 0.22
  - Situación: Malo
- Distribución de Peso
  - Variación de peso: 2.72
  - Situación: Malo
- Resumen de Índices Piso 1:
 

Transversal	Longitudinal
· $I_m$ : 62.95	· $I_m$ : 119.45
· $I_c$ : 7.08	· $I_c$ : 6.60
· $I_p$ : 15.54	· $I_p$ : 8.63
· $I_b$ : 0.47	· $I_b$ : 0.75

  - $I_b$  menor:
  - $I_b = 0.13$  (piso 5)

- Planta Tipo del Cuerpo:



### 6.2.2 VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

En la tabla 6.4 se entrega el resumen de la estimación preliminar de la vulnerabilidad estructural de los cuerpos analizados para el hospital de Neurocirugía. Esta vulnerabilidad se determina de acuerdo a tres niveles: Baja, Media y Alta. El rango de vulnerabilidad media a su vez se ha subdividido, de acuerdo con las consideraciones indicadas en el capítulo 3, en los rangos de vulnerabilidad Media-Baja, Media y Media-Alta.

Tabla 6.4 Vulnerabilidad Estructural de los Cuerpos Analizados para el Hospital de Neurocirugía.

CUERPO	VULNERABILIDAD
A	MEDIA
B	MEDIA - ALTA

### 6.2.3 VULNERABILIDAD NO ESTRUCTURAL

En las tablas 6.5, 6.6 y 6.7 se detalla la situación de los elementos no estructurales; dichos elementos se han desglosado de acuerdo a los siguientes grupos: elementos arquitectónicos, equipamiento y líneas vitales. También se entrega el impacto que estos elementos tienen sobre el funcionamiento del sistema; dicha determinación es realizada considerando la cantidad y ubicación de cada elemento.

Tabla 6.5 Vulnerabilidad de Elementos No Estructurales del Hospital de Neurocirugía. Elementos Arquitectónicos.

ITEM	Descripción	Ponderado r	Vulnerabilidad	Comentario	Impacto en el Sistema
<b>ELEMENTOS ARQUITECTONICOS</b>					
Divisiones y Tabiques	Pesadas	70	MEDIA	- Posible daño 2 últimos niveles Cuerpo B.	ALTO
	Livianas	30	NO ANALIZADO		
Fachadas			NO ANALIZADO		
Recubrimientos			NO ANALIZADO		
Vidrios	J. Flexible	10	NO ANALIZADO		
	J. Rígida	90	MEDIA	- No existe holgura entre vidrio y marco - Se han realizado mejoras en cuanto a protección. - Cantidad apreciable de tabiquerías vidriadas en salas de hospitalización	ALTO
Cielos Falsos	Continuos	80	MEDIA	- Su ubicación se reduce a áreas pequeñas y algunos pasillos	MEDIO
	Americano	20	NO ANALIZADO	- Ubicados en el sector Administrativo	MEDIO
Techos			NO ANALIZADO		
Cornisas, Parapetos, Chimeneas, Letreros			NO APLICABLE		
Antenas			NO APLICABLE		
Iluminación		100	ALTA	- En general no se tienen dispositivos de amarre de tubos fluorescentes. - No pudo analizarse la situación de los anclajes de este sistema.	ALTO
Escaleras		100	MEDIA	- Escalas solidarias a estructura rígida. - Escala exterior a Cuerpo C presenta deficiencias en su unión con este cuerpo	ALTO

Tabla 6.6 Vulnerabilidad de Elementos No Estructurales del Hospital de Neurocirugía. Equipamiento.

ITEM	Descripción	Ponderador	Vulnerabilidad sísmica	Comentario	Impacto en el Sistema
<b>EQUIPAMIENTO</b>					
Médico y de Apoyo al Diagnóstico		50	MEDIA-BAJA	- Mejoras introducidas en el sistema de apoyos.	ALTO
		50	ALTA	- Equipos ubicados en mesas esbeltas. - Equipos ubicados en mesas sin protección al deslizamiento.	ALTO
Industrial	Ascensor	100	BAJA	- Emplazamiento adecuado. - Requieren de constantes reparaciones debido a su antigüedad y alto uso.	ALTO
	Montacarga	100	NO ANALIZADO		MEDIO
	Calderas	100	BAJA	- Emplazamiento adecuado. - Buen estado operacional.	ALTO
	Estanque Compensado		NO APLICABLE		
	Motobombas	100	BAJA	- Emplazamiento adecuado. - Conexiones flexibles.	ALTO
Oficina			NO ANALIZADO		
Mobiliario	Estanterías y mesas de equipos clínicos.	70	ALTA	- Estanterías sin anclajes. - Mesas esbeltas.	ALTO
	De oficina.	30	NO ANALIZADO		BAJO
Contenidos	Médico	100	ALTA	- Sin protección.	ALTO

Tabla 6.7 Vulnerabilidad No Estructural del Hospital de Neurocirugía. Líneas Vitales.

ITEM	Ponderador	Vulnerabilidad	Comentario	Impacto en el Sistema
<b>RED DE AGUA POTABLE</b>				
- Generación- Conexión	100	BAJA	- Motobombas ancladas.	ALTO
- Red de distribución	100	MEDIA	- Falta de dispositivos en las juntas de dilatación.	ALTO
- Almacenaje	100	BAJA	- Estanques adecuados.	ALTO
- Independencia		MEDIA	- 2 días.	ALTO
<b>RED DE OXIGENO</b>				
- Estanque Criogénico	100	BAJA	- Dispositivos de anclaje adecuados.	ALTO
- Red de distribución	100	MEDIA	- Hay dispositivos en la junta de dilatación sólo en algunos pisos. - No se tienen válvulas de cierre en cada servicio.	ALTO
- Almacenamiento de Cilindros	100	MEDIA-ALTA	- Hay pocos sistemas de amarre. - Hay cilindros de gases peligrosos (Oxido de Etileno, Hidrógeno).	ALTO
- Cilindros de uso local y de almacenamiento intermedio	100	MEDIA-ALTA	- Hay cilindros en pasillos sin sistemas de amarre.	ALTO
- Independencia		BAJA	- > 10 días	ALTO
<b>RED DE ALCANTARILLADO</b>				
- Red de Evacuación	100	MEDIA	- Antigüedad del servicio.	ALTO
<b>SISTEMA DE ENERGIA ELECTRICA</b>				
- Grupo Electrónico	100	BAJA	- Conexiones flexibles. - Emplazamiento adecuado.	ALTO
- Transformadores	100	ALTA	- Falta de anclajes.	ALTO
- Red de distribución		NO ANALIZADO		
- Independencia		MEDIA	- 80 hrs.	ALTO

#### 6.2.4 VULNERABILIDAD DE LOS SERVICIOS CLINICOS Y DE APOYO

En la tabla 6.8 se entrega el grado de vulnerabilidad de los servicios clínicos y de apoyo, considerando los elementos estructurales y no estructurales que pueden afectar su funcionamiento una vez ocurrido el sismo.

Tabla 6.8 Vulnerabilidad de los servicios clínicos y de apoyo del hospital de Neurocirugía.

SERVICIO	UBICACION	VULNERABILIDAD	ASPECTOS VULNERABLES
URGENCIA	Cuerpo C (Piso 1)	NO ANALIZADO	
UTI	Cuerpo C (Piso 2)	MEDIA	- Emplazamiento de equipos médicos. - Tabiques vidriados.
PABELLONES	Cuerpo B (Piso 2)	MEDIA	- Emplazamiento de equipos en mesas esbeltas. - Tabiques internos vidriados.
IMAGENOLOGIA	Cuerpo A (Piso 1 y 2)	MEDIA	- Vulnerabilidad acotada por la vulnerabilidad estructural del cuerpo A
SALA DE CALDERAS	Cuerpo B (Piso Zócalo)	BAJA	
ESTERILIZACION	Cuerpo C (Piso Zócalo)	BAJA	- Emplazamiento de la estantería de material estéril.
ALIMENTACION	Cuerpo A (Piso Zócalo)	NO ANALIZADO	
ORGANIZACION		MEDIA-ALTA	- No hay ensayos para planificar acciones frente a situaciones de emergencia
CIRCULACION		MEDIA	- No hay señalización adecuada de vías de escape. - Problemas de acceso-salida de algunos servicios (Administración)
COMUNICACION		MEDIA	- Sólo existe central telefónica

#### 6.2.5 VULNERABILIDAD ASOCIADA AL HOSPITAL DE NEUROCIRUGIA

Considerando los antecedentes entregados anteriormente, se puede asignar en forma preliminar al Hospital de Neurocirugía una vulnerabilidad sísmica del tipo MEDIA.

Esta calificación se respalda en gran medida por el comportamiento que tuvo este hospital durante el terremoto del 3 de Marzo de 1985 y a la estructuración de sus cuerpos A y B en los que, a excepción de los dos últimos pisos del cuerpo B, se ha determinado vulnerabilidades situadas en los rangos de Media y Baja respectivamente. Debe destacarse que en forma individual al cuerpo B se le ha asignado preliminarmente una vulnerabilidad estructural Media-Alta.

Los elementos arquitectónicos en general presentan una buena disposición considerando que la estructura es rígida; sin embargo, debe ponerse especial atención en el sistema de iluminación ya que presenta una vulnerabilidad sísmica alta.

El equipamiento médico presenta una disposición que en el caso de los equipos de gran tamaño puede calificarse de bueno, pero en el caso de los equipos de tamaño reducido como bombas de infusión, monitores de signos vitales, equipos de laboratorio, etc. esta disposición presenta una vulnerabilidad mayor. Se destacan las mejoras realizadas actualmente y que tienen como objetivo el mejorar el emplazamiento de muchos de estos elementos.

En relación a las líneas vitales se destaca que los aspectos negativos son en general la disposición de las redes de distribución para el caso de la red de oxígeno y agua potable, la antigüedad de las instalaciones en el caso de la red de alcantarillado y las conexiones a las redes externas en el caso de la red de energía eléctrica. Todas las redes vitales tienen una vulnerabilidad sísmica Media.

Por su parte, los servicios clínicos que han sido evaluados presentan en general una vulnerabilidad Media y Baja.