

# Estudio de vulnerabilidad sísmica estructural, no estructural y funcional de 14 establecimientos de salud de la provincia de Lima

---

Ing. José Francisco Ríos Vara

*Ingeniero Civil, egresado de la Universidad Nacional de Ingeniería*

*Profesor Asociado de la UNI desde 1989*

*Maestría en Gestión de Riesgos de Desastres en la UNI*

*Estudios de especialización en Planeamiento para la*

*Prevención de Desastres en Japón, Indonesia y Colombia.*

*Investigador del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas*

*y Mitigación de Desastres (CISMID) de la UNI*

*Consultor en estudios de vulnerabilidad y riesgo sísmico de*

*zonas urbanas y edificaciones de establecimientos de salud*

---

## Introducción

Mediante el Convenio Específico No.025-2013/MINSA, suscrito entre la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) y el Ministerio de Salud, se encarga a la UNI, a través del Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) de la Facultad de Ingeniería de Civil, el desarrollo de Estudios de Vulnerabilidad Sísmica: Estructural, No Estructural y Funcional en catorce establecimientos de salud de la Provincia de Lima.

Este estudio se ha desarrollado bajo la hipótesis de la ocurrencia de un terremoto seguido de tsunami, en el litoral central del Perú, cuya magnitud podría alcanzar 8 Mw; los expertos estiman que 200 mil viviendas quedarían destruidas y 348 mil inhabitables, esto ocasionaría unas 51 mil muertes y entre 50 mil a 686 mil heridos en Lima y el Callao. Esta sería la demanda contingente que deben atender los servicios de salud, un 10 a 20% de los heridos serán graves y requerirán atención en hospitales de alta complejidad.

Son escenarios probables: que el hospital mantenga su estructura en pie y operativa, que la estructura colapse

pero permita recuperar la función primordial de sus áreas críticas para mantener la atención de emergencias, o que el colapso físico y funcional sea total y haya que evacuar los pacientes y personal herido sobrevivientes hacia otros establecimientos de salud.

Dentro del análisis de Vulnerabilidad Estructural y no Estructural se determinó la susceptibilidad a daños que podrían presentar las instalaciones de los centros hospitalarios, los cuales pueden ser producidos por sismos moderados y severos. Por ello se verificaron los elementos constructivos no resistentes (ciertos muros, tabiques y otros), que generan problemas serios, los cuales dependiendo de la magnitud del daño sufrido ante un evento sísmico, pueden constituir un peligro a la integridad física de los ocupantes, así como al equipamiento instalado sobre estas estructuras.

El estudio se dividió en dos etapas: un estudio cualitativo, y un estudio cuantitativo.

El objetivo del estudio cualitativo fue la identificación de las áreas donde se desarrollará a profundidad el estudio de vulnerabilidad sísmica del hospital como resultado de la inspección integral de las edificaciones e instalaciones

(screening). Se priorizaron aquellas edificaciones donde se encuentran funcionando las áreas críticas del hospital, tales como:

- Servicio de emergencia
- Sala de operaciones
- Unidad de cuidados intensivos
- Hospitalización postoperatorio
- Laboratorios
- Radiología

- Banco de sangre
- Líneas vitales

El estudio cualitativo fue complementado con la evaluación utilizando el Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH), herramienta diseñada y promovida por la Organización Panamericana de la Salud (OPS). El ISH fue aplicado a cada uno de los catorce establecimientos de salud, siendo los resultados de su aplicación lo que se muestra en el Cuadro N° 1:

**Cuadro N° 1**

No.	Establecimiento de salud	Distrito	ISH	Categoría	Área por intervenir (m2)	Sistema Estructural Predominante
1	HOSPITAL SERGIO E. BERNALES	Comas	0.24	C	7,982	Aporticado, albañilería confinada
2	HOSPITAL NACIONAL ARZOBISPO LOAYZA	El Cercado	0.3	C	15,890	Aporticado, albañilería confinada, Albañilería no confinada, adobe
3	HOSPITAL NACIONAL DOS DE MAYO	El Cercado	0.26	C	20,940	Aporticado, albañilería confinada, albañilería no confinada, muros portantes de adobe
4	HOSPITAL MARÍA AUXILIADORA	San Juan de Miraflores	0.33	C	15,550	Aporticado, albañilería confinada
5	HOSPITAL SANTA ROSA	Pueblo Libre	0.38	C	13,391	Aporticado, albañilería confinada
6	HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA	San Martín de Porres	0.35	C	8,104	Aporticado, albañilería confinada
7	HOSPITAL NACIONAL HIPÓLITO UNANUE	El Agustino	0.3	C	28,663	Aporticado, albañilería confinada
8	HOSPITAL DE EMERGENCIAS PEDIÁTRICAS	La Victoria	0.3	C	1,690	Aporticado, albañilería confinada
9	HOSPITAL DE EMERGENCIAS CASIMIRO ULLOA	Miraflores	0.3	C	6,600	Aporticado, albañilería confinada
10	HOSPITAL JOSÉ AUGUSTO TELLO – CHOSICA	Chosica	0.3	C	2,017	Aporticado, albañilería confinada, quincha, muros portantes de adobe
11	HOSPITAL CARLOS LANFRANCO LA HOZ	Puente Piedra	0.21	C	724	Aporticado, albañilería confinada
12	HOSPITAL DE HUAYCÁN	Ate	0.41	B	862	Aporticado, albañilería confinada
13	HOSPITAL NACIONAL DOCENTE MADRE NIÑO SAN BARTOLOMÉ	El Cercado	0.29	C	11,089	Aporticado, albañilería confinada
14	INSTITUTO NACIONAL MATERNO PERINATAL	El Cercado	0.3	C	9,602	Aporticado, albañilería confinada

Es importante precisar que la metodología de aplicación del ISH concluye que de acuerdo al número del índice obtenido, los establecimientos se dividen en tres categorías, según el Cuadro N° 2:

Índice seguridad	Tipo de categoría	¿Qué se tiene que hacer?
0 – 0.35	Categoría C	Medidas urgentes son requeridas inmediatamente ya que el estado integral de la instalación de salud no está en condiciones de proteger adecuadamente a los pacientes y empleados durante y después de un desastre.
0.36 – 0.65	Categoría B	Medidas necesarias son requeridas en algún momento ya que el estado integral de la instalación de salud puede potencialmente poner en riesgo las vidas de pacientes y empleados durante y después de un desastre.
0.66 – 1	Categoría A	Medidas preventivas son sugeridas en algún momento ya que el estado de la instalación de salud puede permitir que daños aceptables ocurran después de un desastre, reduciendo la seguridad integral de la instalación de salud.

De los catorce establecimientos evaluados con el ISH, 13 de ellos son de categoría C, y solo uno de ellos, de categoría B.

La segunda etapa del estudio se basó en un estudio cuantitativo sobre aquellas edificaciones donde funcionan los servicios críticos del establecimiento, y donde además su calificación con la evaluación cualitativa fue muy baja. Este estudio comprendió, entre otras actividades trabajos

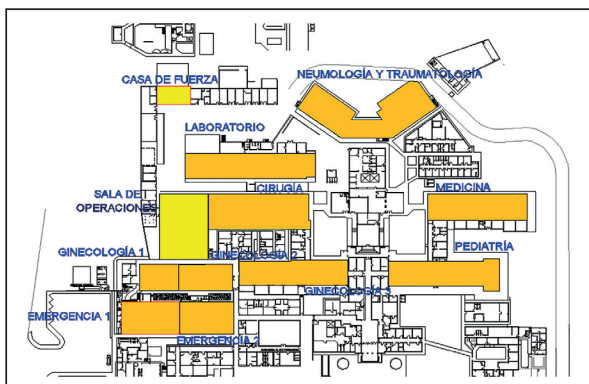


Figura N° 1: Hospital Sergio Bernales

de campo, extracción de muestras de concreto endurecido, ensayo de micro trepidaciones, estudio de mecánica de suelos, identificación de elementos estructurales y no estructurales que van a intervenir en el modelo matemático, esta información sirvió para alimentar el modelo numérico de las edificaciones y proceder a su respectivo análisis.

Del diagnóstico del comportamiento estructural frente a un sismo moderado y severo se concluyó lo siguiente:

- Existen edificaciones que presentan distorsiones de entrepiso que superan al límite de protección de contenido para un sismo severo (0.003) y moderado (0.0015).
- El esfuerzo de corte máximo durante un sismo severo obtenido para los bloques en ambas direcciones, supera el valor de la resistencia al corte de la albañilería estimado de acuerdo a la norma técnica E.070.
- En general se observa que las estructuras están rigidizadas por los muros de albañilería, los cuales sufrirían durante un sismo severo, por estar cerrando los vanos de los pórticos. Sin embargo, las estructuras poseen una baja resistencia al corte, por lo que se recomienda la rigidización mediante elementos de concreto armado, sean estas muros de corte o ensanchamiento de columnas de concreto armado.
- La ubicación de estos elementos será en función de un re-análisis del modelo estructural donde se consideren este tipo de elementos adicionados al modelo original.

Las figuras del 1 al 14, muestran los resultados gráficos del estudio desarrollado. En ella, se aprecia los edificios con nivel de vulnerabilidad alto (en rojo), con vulnerabilidad media (en naranja), con vulnerabilidad baja (en amarillo), y no vulnerable (en verde):

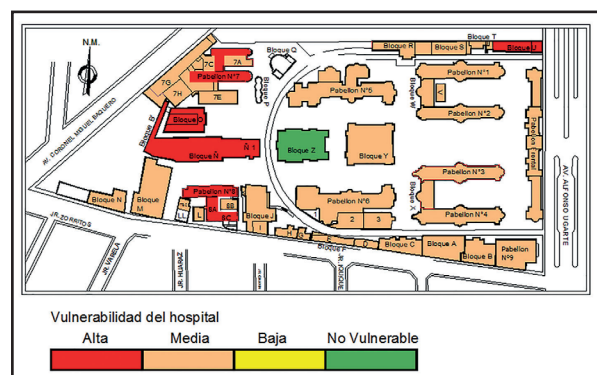


Figura N° 2: Hospital Arzobispo Loayza

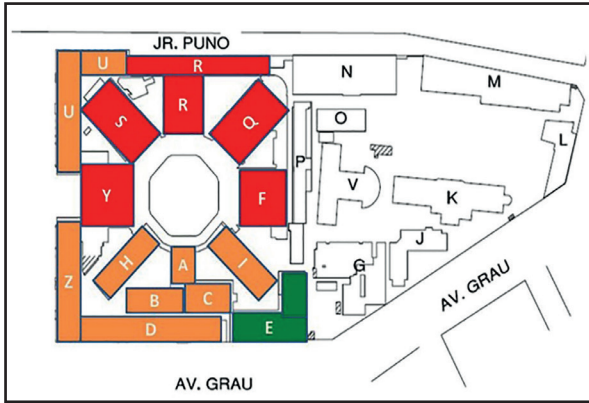


Figura Nº 3: Hospital Dos de Mayo

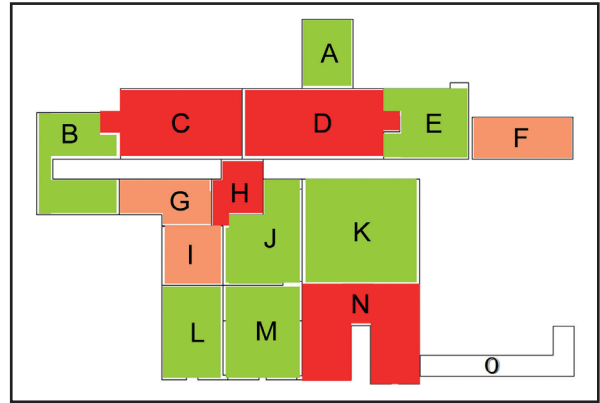


Figura Nº 4: Hospital María Auxiliadora

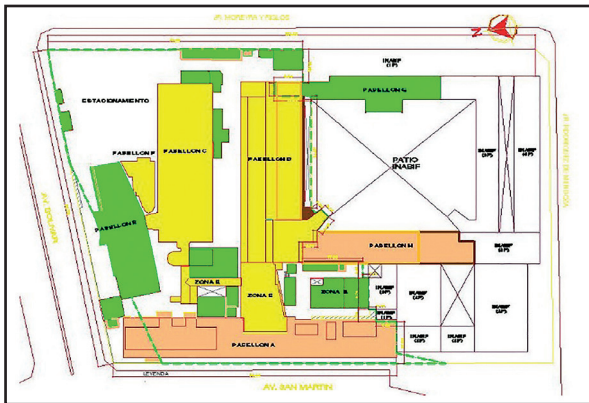


Figura Nº 5: Hospital Santa Rosa

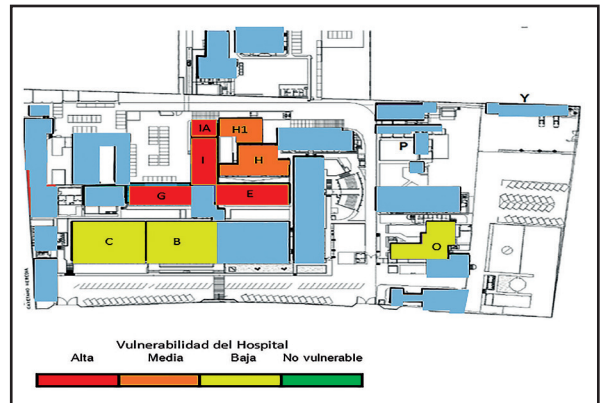


Figura Nº 6: Hospital Cayetano Heredia

**Diagnostico sismico para el Hospital Hipolito Unanue**

⇒ Distorsión Máxima entrepisos.  
(Sectores A-A2-B-B2-C-C2-D-E-F-G-I-JK) 0.4/1000 - 2.3/1000

⇒ Fallas posibles  
Fisuras sobres muros.  
Rotura de vidrios.  
Bloqueo de puertas.  
Caída de equipamientos

⇒>A-A2-B-B2-C-C2-D-E-F-G-I-JK Vulnerabilidad Alta

⇒>Estimación del costo directo por Reforzamiento: S/ 2'400,000

Vulnerabilidad Estructural  
Alta Media Baja No

Figura Nº 7: Hospital Hipólito Unanue

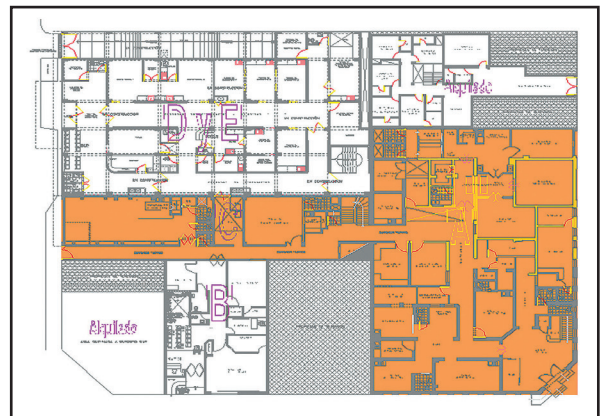


Figura Nº 8: Hospital de Emergencias Pediátricas

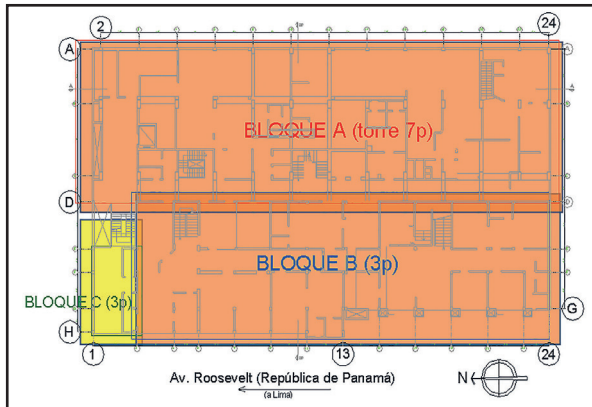


Figura Nº 9: Hospital Casimiro Ulloa

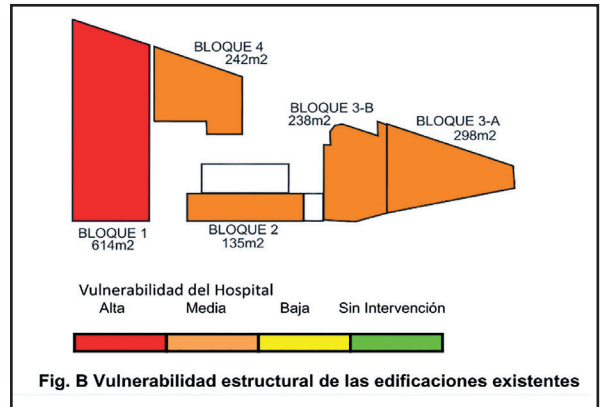


Figura Nº 10: Hospital José Augusto Tello, Chosica

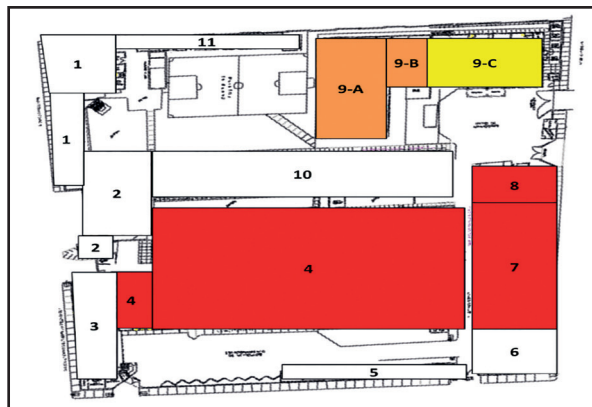


Figura Nº 11: Hospital Carlos Lanfranco La Hoz

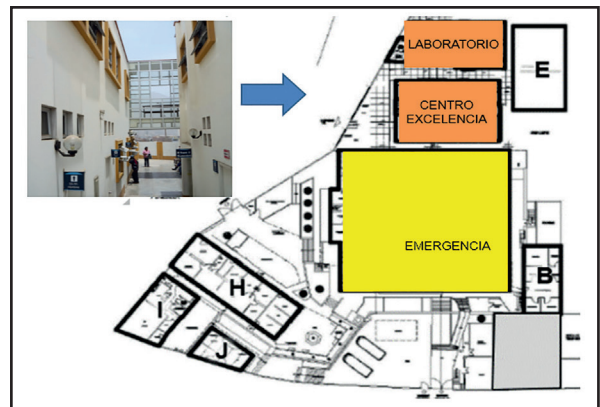


Figura Nº 12: Hospital de Huaycán

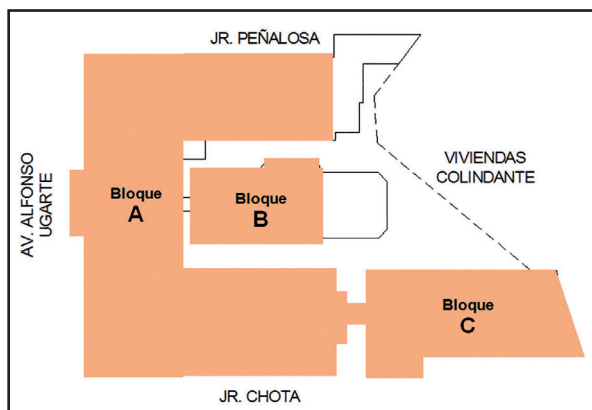


Figura Nº 13: Hospital San Bartolomé

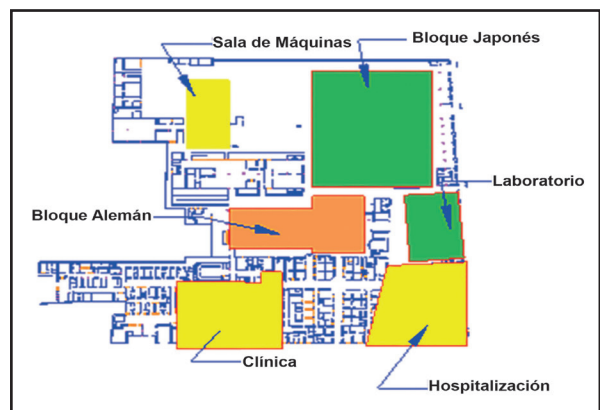


Figura Nº 14: Instituto Materno Perinatal

Como resultados de estos estudios se determinó el área por intervenir y se estimó el costo aproximado de intervención, tal como se muestra en Cuadro N° 3:

Cuadro N° 3

No.	Establecimiento de salud	Área por intervenir (m2)	Componente Estructuras (S/.)	Componente Arquitectura (S/.)	Componente Líneas Vitales (S/.)	Costo Aprox. Intervención (S/.)
1	HOSPITAL SERGIO E. BERNALES	7,982	1,500,001	461,539	346,154	2,307,694
2	HOSPITAL NACIONAL ARZOBISPO LOAYZA	15,890	2,145,000	660,000	495,000	3,300,000
3	HOSPITAL NACIONAL DOS DE MAYO	20,940	5,720,000	1,760,000	1,320,000	8,800,000
4	HOSPITAL MARÍA AUXILIADORA	15,550	3,575,000	1,100,000	825,000	5,500,000
5	HOSPITAL SANTA ROSA	13,391	5,642,000	1,736,000	1,302,000	8,680,000
6	HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA	8,104	4,186,000	1,288,000	966,000	6,440,000
7	HOSPITAL NACIONAL HIPÓLITO UNANUE	28,663	1,560,000	480,000	360,000	2,400,000
8	HOSPITAL DE EMERGENCIAS PEDIÁTRICAS	1,690	1,092,000	336,000	252,000	1,680,000
9	HOSPITAL DE EMERGENCIAS CASIMIRO ULLOA	6,600	2,698,722	830,376	622,782	4,151,880
10	HOSPITAL JOSÉ AUGUSTO TELLO – CHOSICA	2,017	1,683,500	518,000	388,500	2,590,000
11	HOSPITAL CARLOS LANFRANCO LA HOZ	724	365,300	112,400	84,300	562,000
12	HOSPITAL DE HUAYCÁN	862	1,365,000	420,000	315,000	2,100,000
13	HOSPITAL DOCENTE MADRE NIÑO SAN BARTOLOMÉ	11,089	6,188,217	1,904,067	1,428,050	9,520,334
14	INSTITUTO NACIONAL MATERNO PERINATAL	9,602	2,600,000	800,000	600,000	4,000,000
<b>Total</b>		143,104	40,320,740	12,406,382	9,304,786	62,031,908

## Conclusiones

- De acuerdo a los resultados del estudio de vulnerabilidad de 14 establecimientos de salud en Lima, medidas urgentes son requeridas inmediatamente ya que el estado integral de la instalación de salud no está en condiciones de proteger adecuadamente a los pacientes y empleados durante y después de un desastre.
- Se estima un costo directo de reforzamiento de 62 millones de Nuevos Soles.
- Los resultados de los estudios de vulnerabilidad estructural deben conducir a la realización de proyectos y ejecución de obras de reforzamiento estructural. El tipo de intervención será definido en el expediente técnico.
- Se recomienda que los edificios de los bloques antiguos sean sometidos a un proceso de restauración con anuencia de las entidades competentes, a fin de dotarlos de seguridad estructural, sin alterar su condición de ser patrimonio cultural.
- De ser necesario, se recomienda que se concreten los estudios de diseño y construcción de nuevas edificaciones, en reemplazo de las existentes. Para ello, se recomienda el uso de aisladores sísmicos, que tienen una duración de 50 años y que minimiza el daño en los edificios en casos de sismos, incrementando la seguridad hasta en ocho veces más que con la construcción tradicional.
- El proceso de vulnerabilidad estructural de una edificación es dinámico; es decir, si no se toman medidas correctivas, la vulnerabilidad estructural va aumentando con el tiempo.