



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Metodología para evaluación rápida de susceptibilidad de pérdida de función por sismos en infraestructura hospitalaria

Alicia Rivera Rogel

ADVERTIMENT La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del repositori institucional UPCommons (<http://upcommons.upc.edu/tesis>) i el repositori cooperatiu TDX (<http://www.tdx.cat/>) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual **únicament per a usos privats** emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei UPCommons o TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a UPCommons (*framing*). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del repositorio institucional UPCommons (<http://upcommons.upc.edu/tesis>) y el repositorio cooperativo TDR (<http://www.tdx.cat/?locale-attribute=es>) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual **únicamente para usos privados enmarcados** en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio UPCommons No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a UPCommons (*framing*). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the institutional repository UPCommons (<http://upcommons.upc.edu/tesis>) and the cooperative repository TDX (<http://www.tdx.cat/?locale-attribute=en>) has been authorized by the titular of the intellectual property rights **only for private uses** placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading nor availability from a site foreign to the UPCommons service. Introducing its content in a window or frame foreign to the UPCommons service is not authorized (*framing*). These rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

TESIS DOCTORAL

Metodología para evaluación rápida de susceptibilidad de pérdida de función por sismos en infraestructura hospitalaria

Autora

Alicia Rivera Rogel

Director

Albert Albareda Valls, PhD., Arq.

Tesis presentada al
Programa Tecnología de la Arquitectura, de la Edificación y del Urbanismo de la
Universitat Politècnica de Catalunya
En cumplimiento parcial de los requisitos para el
Grado de Doctora

Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona
Departamento Tecnología de la Arquitectura

Barcelona, julio 2020



Este proyecto de investigación fue posible gracias a la beca de estudios doctorales otorgada a la autora por parte del Gobierno de la República del Ecuador a través de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT).



ANEJOS

Todos los derechos reservados

Alicia Rivera Rogel

2020

Referencias bibliográficas de Anejos se encuentran en el documento principal de la Tesis.
Las fotos contenidas en Anejos se encuentran referenciadas en “Créditos de fotos” del documento principal de la Tesis.

CONTENIDO

Anejo A- EDIFICIOS HOSPITALARIOS	217
Evolución histórica de los tipos de hospitales	217
Detalles arquitectónicos.....	221
Anejo B- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EQUIPOS MÉDICOS Y CURVAS DE FRAGILIDAD SÍSMICA.....	231
Principales equipos médicos.....	231
Curvas de fragilidad sísmica.....	235
Estudio de estados de daños	271
Estado de daños de elementos estructurales	271
Estudio de daños de componentes y sistemas no estructurales	272
Anejo C- DESCRIPCIÓN GENERAL DE CASOS DE ESTUDIO.....	289
Información general de casos de estudio	289
Proceso de calibración de la herramienta automatizada con daños reales	306
Anejo D- INFORMACIÓN DE LA HERRAMIENTA AUTOMATIZADA	315
Pesos iniciales y pesos calibrados.....	315
Formulario físico de la herramienta automatizada propuesta	319

Anejo A- EDIFICIOS HOSPITALARIOS

Este Anejo comprende dos partes. La primera parte, se describe la evolución histórica de los tipos de hospitales. La segunda parte, se presenta algunos detalles arquitectónicos tipo, sin consideraciones sísmicas. El objetivo del Anejo es complementar el Capítulo 2 respecto a la problemática general de los hospitales.

A.1 Evolución histórica de los tipos de hospitales

La historia reciente ofrece una gran diversidad de tipologías arquitectónicas hospitalarias, muchas de ellas originadas para atender la creciente demanda de salud y para contener la propagación de epidemias generadas dentro del establecimiento de salud y para optimizar el funcionamiento del edificio. Sin embargo, con fines de la investigación únicamente se explican las tipologías más relevantes. Dichas tipologías se pueden agrupar según lo citado en [Czajkowski, 1993; Santos, 2003; Fernández, 2006; López, 2011] en cuatro tipos tales como: tipología claustral, tipología pabellonal, tipología de hospital vertical o monobloque en altura y la tipología de hospital horizontal. Las tipologías no desaparecen totalmente con el paso del tiempo, sino que, cíclicamente y sin razones aparentes, vuelven a aparecer [Czajkowski, 1993]. A continuación, se realiza una breve explicación de las diferentes tipologías hospitalarias.

Tipología claustral, utilizada por muchos hospitales durante la Edad Media. Se caracteriza por tener las plantas delimitadas por galerías aporricadas, las cuales servían para la circulación de pacientes, personal médico y servicios hospitalarios, entre otros. Sin embargo, su configuración no favorecía el control de las condiciones climáticas exteriores, es decir presentaba deficiencias a nivel de soleamiento y de ventilación. La Figura A-1 muestra de forma esquemática dicha tipología y su respectiva línea de tiempo.

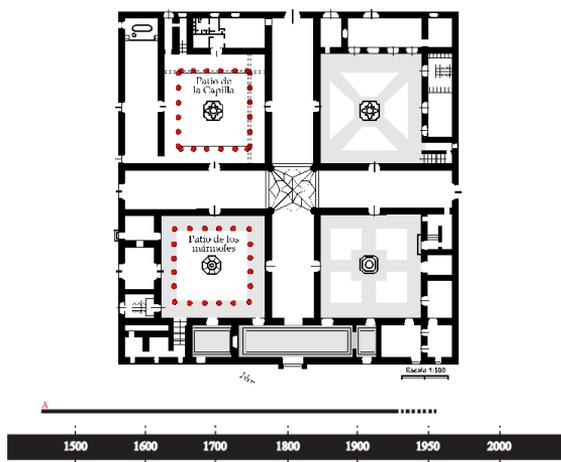


Figura A-1. Planta del Hospital Real de Granada [López, 2011]

La **Tipología pabellonal**, tiene como uno de los máximos exponentes al Hospital de San Bartolomé en Londres, construido en el año 1730. Se identifica por tener edificaciones independientes de acuerdo a las diferentes patologías, logrando de esta manera una relación con todas las fachadas exteriores del edificio. La relación entre los pabellones da lugar a cinco modelos diferentes de arquitectura hospitalaria: i) pabellones ligados por circulaciones abiertas;

ii) pabellones ligados por circulaciones semi-cubiertas; iii) pabellones coligados por circulaciones semi-cubiertas; iv) pabellones ligados por circulaciones cubiertas; y v) pabellones ligados por circulaciones subterráneas. La Figura A-2 ilustra un ejemplo a manera de esquema y su respectiva línea de tiempo.

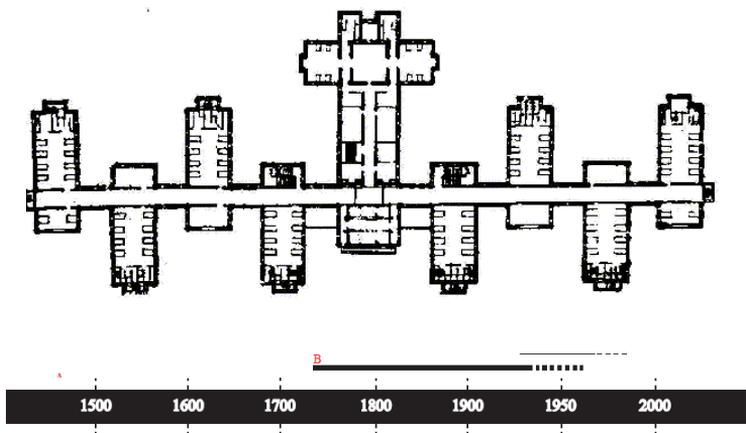


Figura A-2. Planta del Hospital Blackburn de Manchester, Inglaterra [Czajkowski, 1993]

La **Tipología de hospital vertical o monobloque en altura** surge en los Estados Unidos a finales del siglo XIX. Se caracteriza por tener circulaciones verticales, principalmente por los medios mecánicos (ascensores, montacamillas, tubos neumáticos para el transporte de muestras, ropa sucia, etc.). El traslado de los pacientes se efectúa bajo cubierta y se unifican los servicios del hospital (electricidad, saneamiento, equipamiento médico, etc.), logrando de esta manera mejoras en eficiencia y economía. Entre los principales exponentes de esta tipología se tiene en Nueva York el Hospital de la Quinta Avenida, construido en el año 1920, que posee 11 plantas superiores. Asimismo, el Hospital Presbiteriano de Nueva York, construido en el año de 1932, con 22 plantas superiores. La Figura A-3 ilustra la tipología de hospital vertical y su respectiva línea de tiempo.

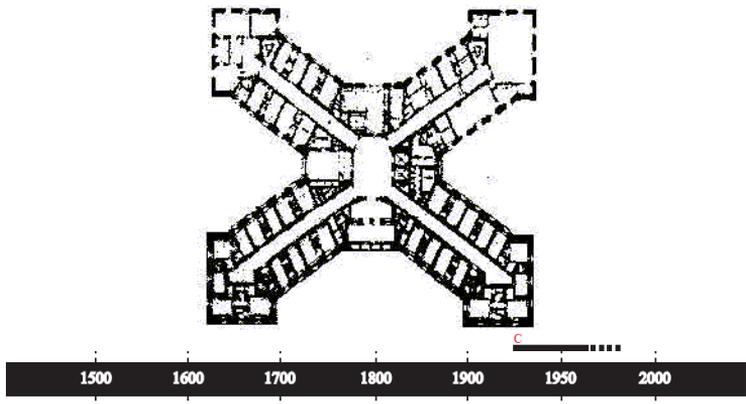


Figura A-3. Hospital de la Quinta Avenida, Nueva York [Czajkowski, 1993]

Una mejora de la tipología monobloque es la denominada *polibloque*, que se desarrolla en varios bloques, muchos de los cuales se encuentran unidos entre sí o por medio de circulaciones horizontales. Por lo general, el bloque principal es la unidad de hospitalización; funcionando muchas veces como hospital autónomo. Dicha tipología en algunos casos se convirtió en ciudad

hospital, tal es el caso del Centro Médico de Nueva York, del año 1932. Posteriormente, con la mejora de servicios surge el modelo denominado *bibloque coligado*, conocido también como “doble bloque” o “avión”, que se caracteriza fundamentalmente por la unión de ambos bloques por medio de un núcleo central (circulaciones verticales). El bloque de menor altura (tres plantas) destinado para la atención al público y servicios de diagnóstico, mientras que, el bloque de mayor altura incluye los servicios de hospitalización, cirugía, laboratorio y servicios generales. Ambos bloques están coligados por circulaciones horizontales, un ejemplo es el Hospital Cantonal de Basilea en Suiza, con una capacidad de 750 camas. Finalmente, la importancia asignada a los servicios de diagnóstico y tratamiento, y su creciente complejidad, llevó a que fueran ubicados en las plantas bajas originando el *modelo bloque basamento*. Entre sus características principales se destaca que, en las dos primeras plantas, a manera de una plataforma, se sitúen los servicios ambulatorios y de diagnóstico, mientras que, en las plantas superiores los servicios de hospitalización y cirugía. Debido al constante avance tecnológico de las instalaciones hospitalarias y, por consiguiente, la necesidad de requerimientos para las futuras ampliaciones y modificaciones, surgieron en la década de los setenta nuevos planteamientos de tipologías hospitalarias. La descripción de la siguiente tipología de hospital horizontal es a partir de los documentos de [Santos, 2003; López, 2011].

Tipología de hospital horizontal, tendencia actual. En la búsqueda constante de flexibilidad de espacios para afrontar la “imprevisibilidad hospitalaria”, surge el concepto de *hospital contenedor*, caracterizado por el uso de estructuras de grandes luces. De esta manera se aprovecha el canto de las estructuras para crear el denominado espacio intersticial para alojar las instalaciones mecánicas y eléctricas, produciendo un incremento en el costo de la estructura. Entre uno de los máximos representantes de la tipología descrita, es el Hospital Greenwich District, ubicado en la ciudad de Londres, cuya luz en la estructura principal era de 19.50 m y en la estructura secundaria de 4.90 m [Santos, 2003]. La Figura A-4 muestra un ejemplo de la tipología de hospital horizontal.

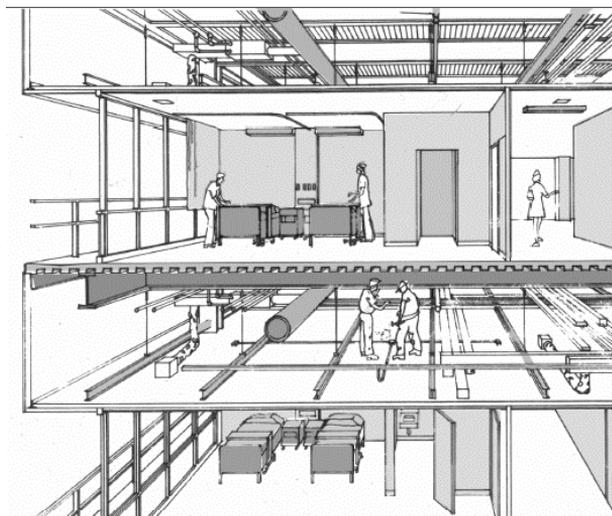


Figura A-4. Sección por el espacio intersticial [FEMA, 2007]

Como consecuencia, del modelo hospital contenedor surgen los denominados *hospitales matriciales*. Es un modelo en forma ortogonal que ocupa grandes superficies y se expande a nivel horizontal, presentando como inconveniente la falta de jerarquización de espacios. Un ejemplo, es el Hospital Universitario en Hamilton, localizado en Canadá, construido en 1983, con capacidad de 840 camas.

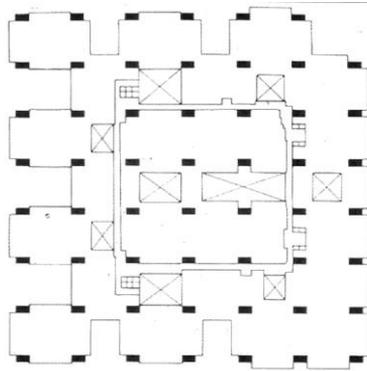


Figura A-5. Hospital matricial [Santos, 2003]

Posteriormente, se crea la tipología arquitectónica denominada *hospital lineal*, caracterizada por tener una vía principal desarrollada a nivel longitudinal, sirviendo de eje articulador para acceder a los diversos espacios. Para visualizar de mejor manera este modelo se presenta en la Figura A-6 el proyecto para el Hospital General de York District.

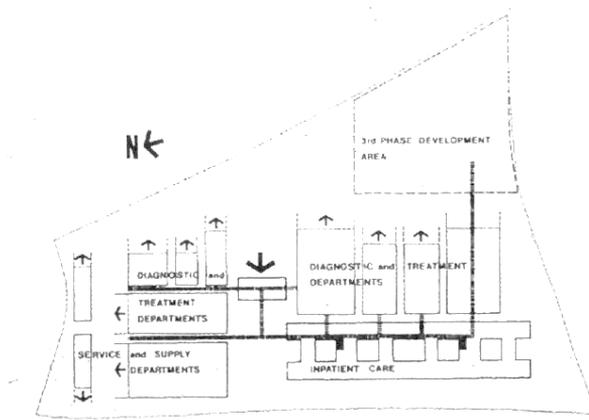


Figura A-6. Hospital general York District [Santos, 2003]

A partir de los antecedentes antes mencionados, nace la tendencia de una mayor humanización de los edificios hospitalarios en lo que respecta a escala y relación con el entorno circundante. Su diseño renuncia a la compacidad entre las plantas, haciendo énfasis al uso variado de los patios y de los pequeños jardines. Un claro ejemplo es el Hospital del Mar, Barcelona, España, diseñado por los arquitectos Manuel Brullet y Albert de Pineda.

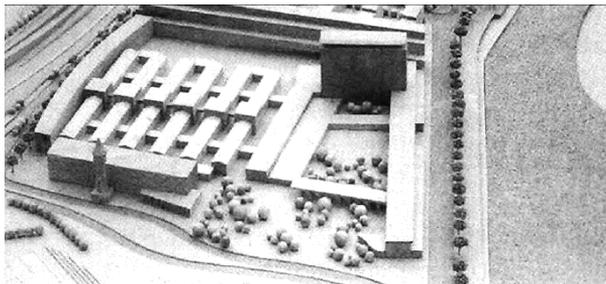


Figura A-7. Hospital del Mar [Santos, 2003]

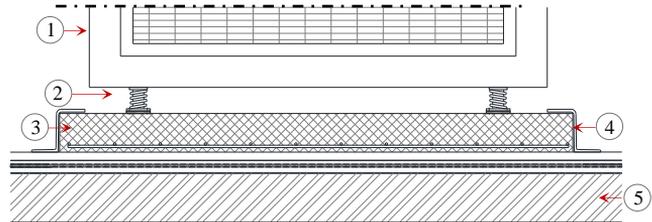
A.2 Detalles arquitectónicos

Este anejo presenta detalles arquitectónicos tipo tanto de equipos críticos como sistemas distribuidos en infraestructuras hospitalarias sin consideraciones sísmicas. Los detalles arquitectónicos son de acuerdo a la información general proporcionada por GJ Ingenieros y visitas de campo a diferentes hospitales en Barcelona. Este Anejo sirve de apoyo a la descripción del Capítulo 2, apartado 2.1.

Bancadas de hormigón armado para equipos

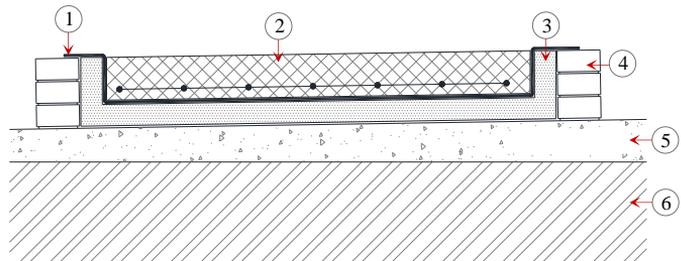
1. Equipo;
2. Amortiguadores;
3. Losa de hormigón armado;
4. Capa impermeabilizante;
5. Forjado

Figura A-8. Bancada de hormigón armado 1



1. Lámina plástica antihumedad;
2. Losa de hormigón armado;
3. Lámina antivibratoria;
4. Ladrillos revestidos;
5. Pavimento de cubierta;
6. Forjado

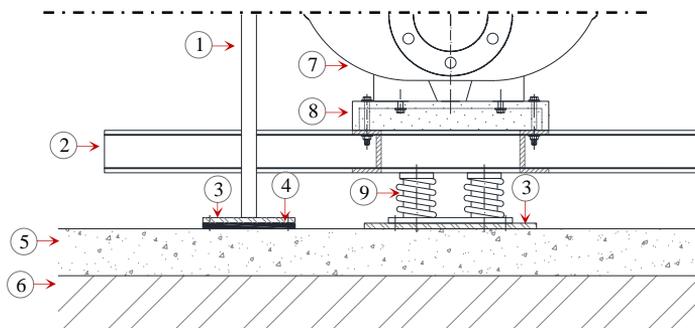
Figura A-9. Bancada de hormigón armado 2



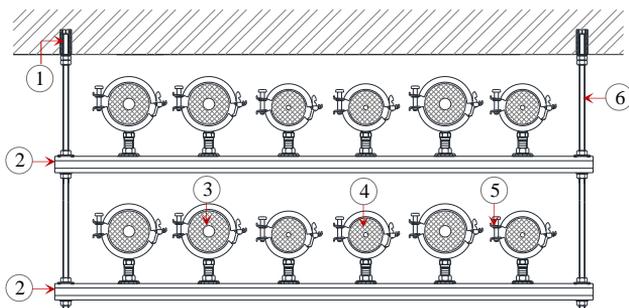
Bancadas metálicas para equipos

1. Perfil L;
2. Perfil laminado;
3. Placa de apoyo;
4. Alfombrilla antivibratoria;
5. Pavimento sala de máquinas;
6. Forjado;
7. Equipo;
8. Soporte fabricante;
9. Amortiguadores metálicos de baja frecuencia

Figura A- 10. Bancada metálica

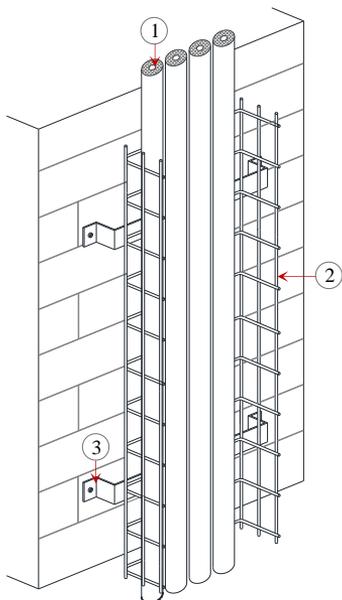


SopORTE de tuberías



- 1. Anclaje mecánico de expansión (sin consideración sísmica); 2. Carril; 3. Tubería; 4. Aislante de protección; 5. Abrazadera isofónica (pieza de sujeción); 6. Varilla roscada

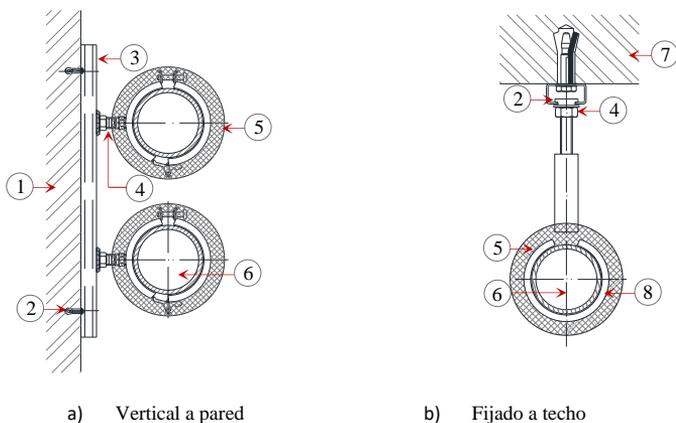
Figura A-11. Soporte suspendido a techo



- 1. Tubería; 2. Bandeja de soporte; 3. Anclaje cada 1.20 m

Figura A-12. Tuberías en paredes

SopORTE de tuberías mediante carril DIN



a) Vertical a pared

b) Fijado a techo

- 1. Pared; 2. Anclaje mecánico de expansión (sin consideración sísmica); 3. Carril; 4. Tuerca; 5. Aislante de protección; 6. Tubería; 7. Forjado; 8. Abrazadera isofónica (pieza de sujeción).

Figura A-13. Soportes para distribución

1. Forjado; 2. Varilla roscada; 3. Carril; 4. Abrazadera isofónica (pieza de sujeción); 5. Aislante de protección; 6. Anclaje mecánico de expansión (sin consideración sísmica);

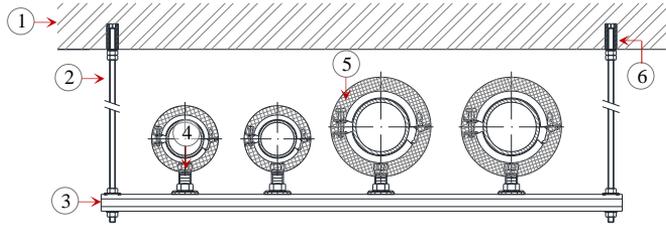


Figura A-14. Soporte suspendido a techo

1. Carril; 2. Varilla roscada; 3. Aislante de protección; 4. Tubería; 5. Abrazadera isofónica (pieza de sujeción)

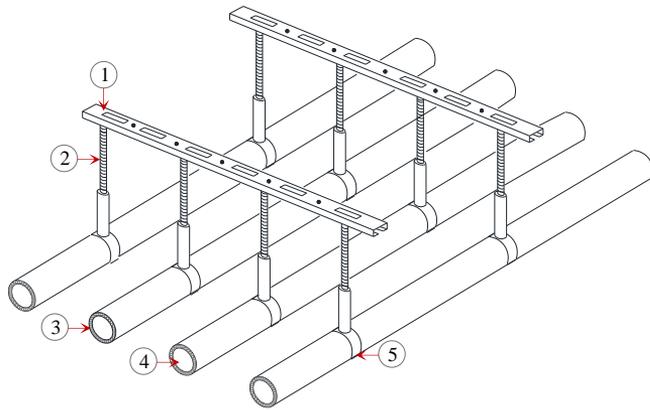


Figura A-15. Soporte de tuberías

1. Forjado; 2. Varilla roscada; 3. Tubería; 4. Soporte rigidizador; 5. Dilatador; 6. Anclaje mecánico de expansión (sin consideración sísmica); 7. Punto fijo

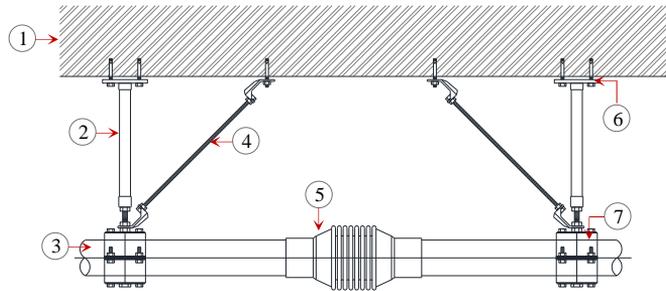


Figura A-16. Dilatación en tuberías lineales

1. Dilatador; 2. Pasa tubos de acero negro; 3. Tubería

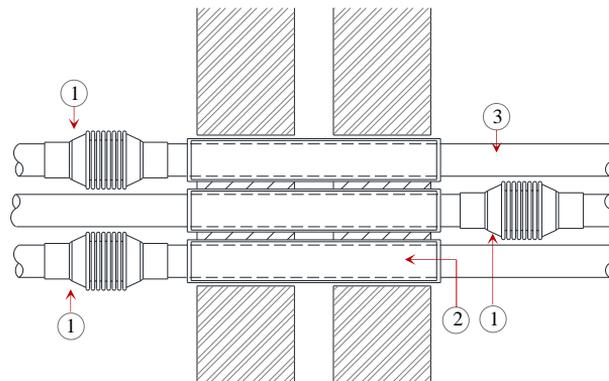
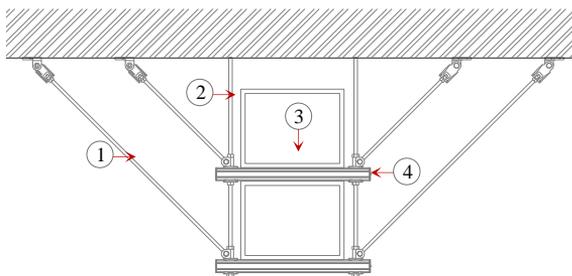
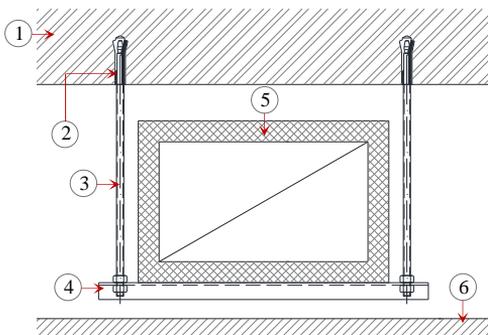


Figura A-17. Dilatación en juntas de dilatación



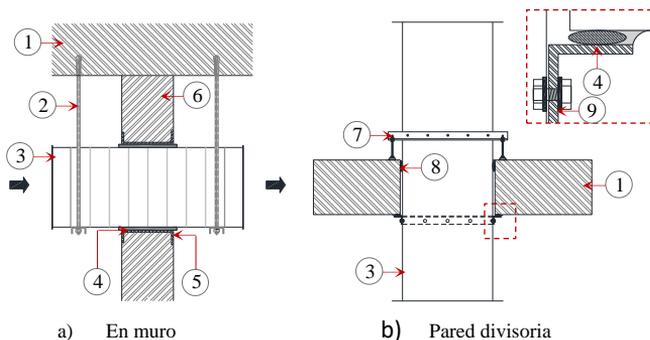
1. Arriostre transversal; 2. Varilla roscada; 3. Conductos de aire; 4. Carril

Figura A-18. Soporte de conductos



1. Forjado; 2. Perno mecánico de expansión (sin consideración sísmica); 3. Varilla roscada; 4. Perfil metálico galvanizado en "L"; 5. Conducto de plancha galvanizada aislado exteriormente; 6. Falso techo

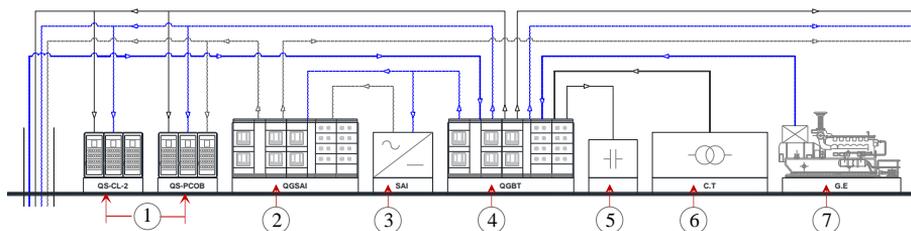
Figura A-19. Soporte de conducto de plancha galvanizada



1. Forjado; 2. Varilla roscada; 3. Conducto de aire; 4. Sello flexible para humo y fuego; 5. Marco metálico; 6. Pared; 7. Perfil; 8. Tira de goma selladora; 9. Tuerca

Figura A-20. Pasa conductos

Instalación eléctrica

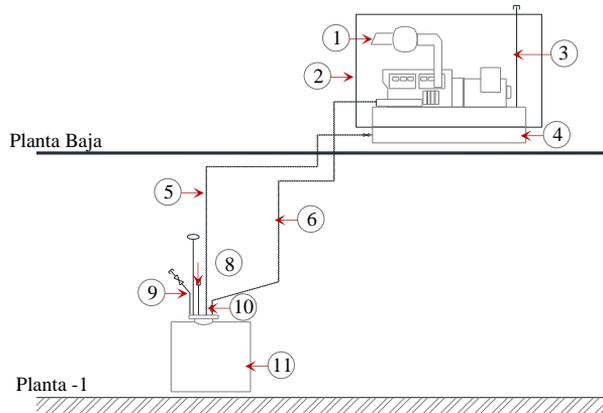


1. Celdas de entrada y salida de media tensión; 2. Cuadro general de circuitos SAI; 3. SAI; 4. Cuadro general de baja tensión; 5. Sistema de compensación de factor de potencia; 6. Centro de transformación; 7. Grupo electrógeno.

Figura A-21. Instalaciones eléctricas

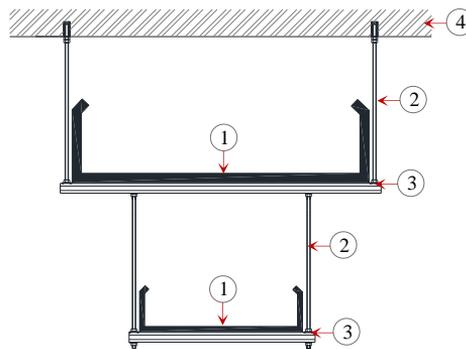
1. Descarga tubos de escape;
2. Grupo electrógeno;
3. Ventilación;
4. Depósito diario de gasóleo
5. Rebosadero;
6. Impulsión;
7. Corta fuegos;
8. Sonda de nivel;
9. Boca de carga;
10. Grupo de presión de gasóleo;
11. Depósito de gasóleo

Figura A- 22. Esquema de instalación de combustible para grupo electrógeno



1. Bandeja;
2. Varilla roscada;
3. Carril;
4. Forjado

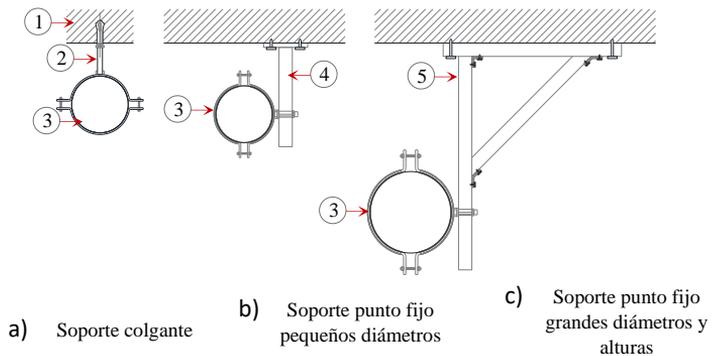
Figura A- 23. Bandejas eléctricas y de comunicaciones



Instalación de saneamiento

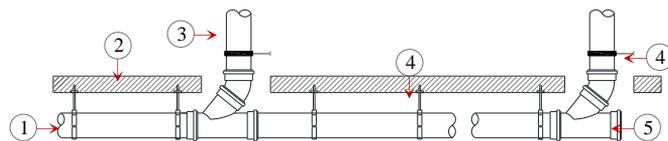
1. Forjado;
2. Soporte colgante;
3. Tubería;
4. Soporte punto fijo (diámetros pequeños);
5. Soporte punto fijo (diámetros y alturas grandes)

Figura A- 24. Soporte de tuberías plásticas

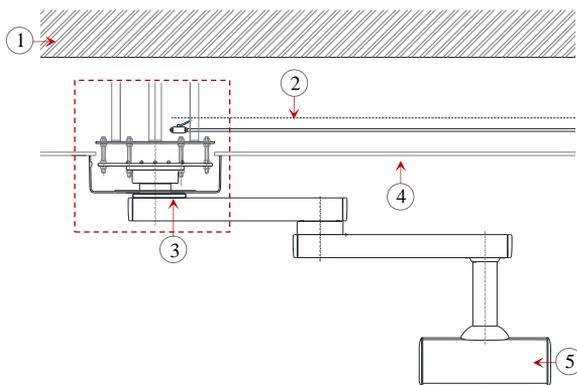


1. Colector colgado;
2. Forjado;
3. Bajante;
4. Abrazadera fija;
5. Registro de inspección y limpieza

Figura A- 25. Colectores colgados

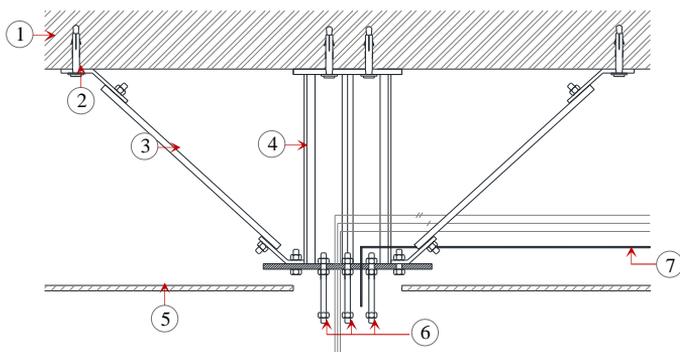


Equipamiento médico



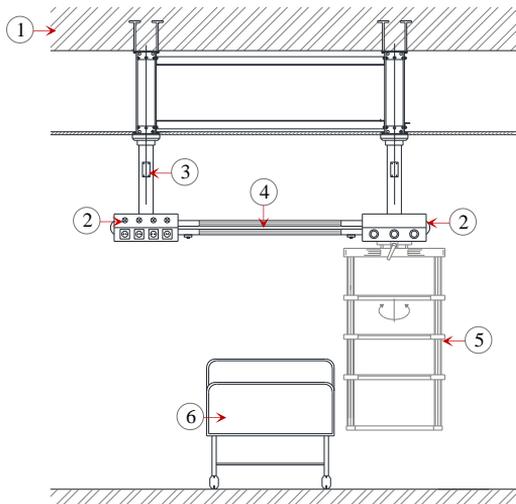
1. Forjado; 2. Acometida de gases y electricidad; 3. Placa de instalaciones; 4. Falso techo; 5. Lámpara quirúrgica

Figura A- 26. Lámpara quirúrgica



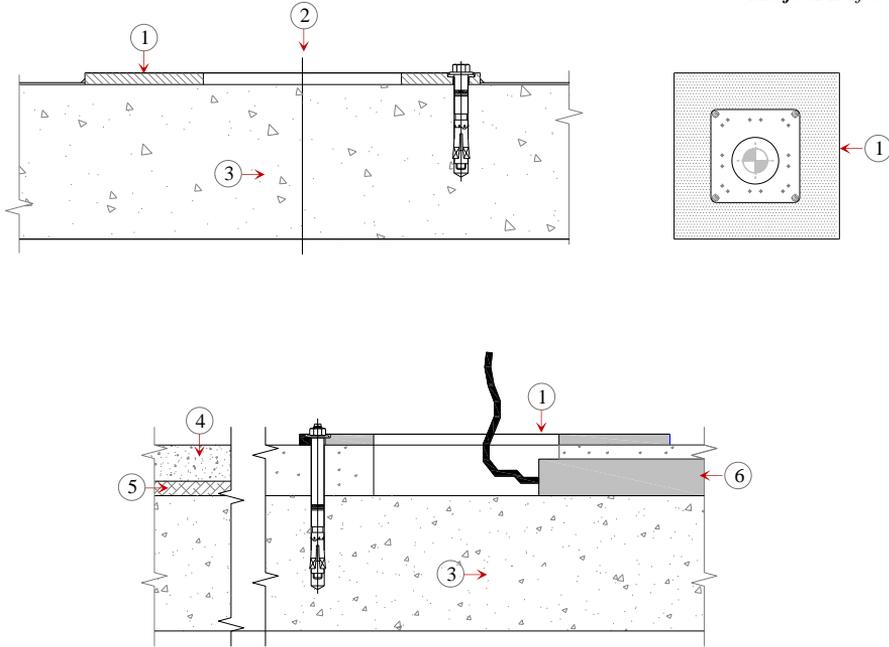
1. Forjado; 2. Tacos de expansión (sin consideración sísmica); 3. Soporte rigidizador; 4. Perfiles separadores; 5. Techo falso; 6. Varillas roscadas; 7. Conexión

Figura A- 27. Detalle de anclaje de lámpara quirúrgica



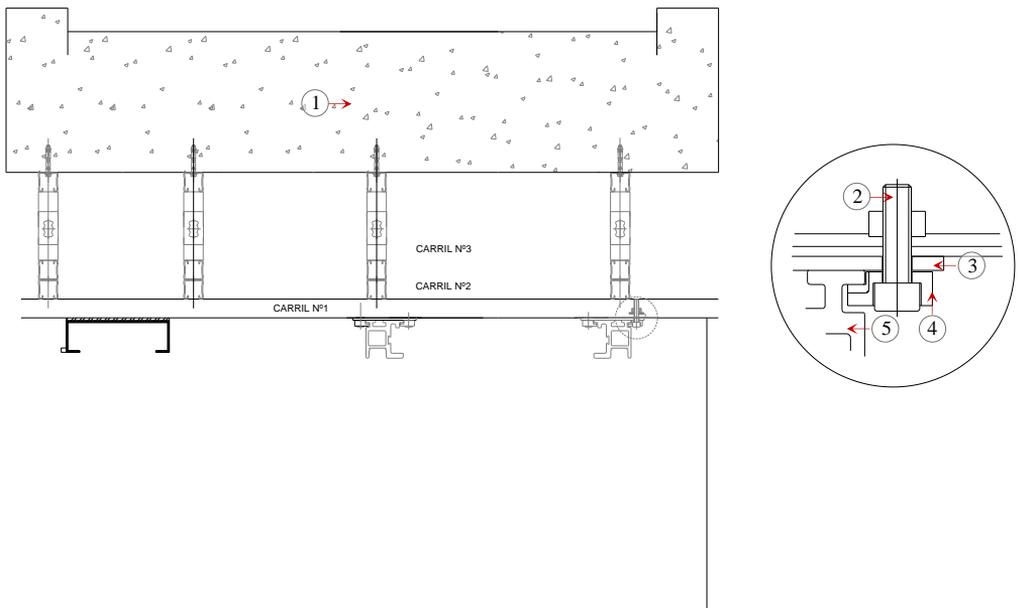
1. Forjado; 2. Tomas de gases y electricidad; 3. Módulo de instalaciones; 4. Luminaria; 5. Carro móvil; 6. Cama

Figura A- 28. Cabecero suspendido



1. Placa anclaje mesa de paciente; 2. Salida de cables; 3. Forjado; 4. Mortero; 5. Aislamiento; 6. Canal ciego

Figura A- 29. Fijación de mesa de paciente



1. Forjado; 2. Tornillo; 3. Placa aislante; 4. Abrazadera; 5. Riel longitudinal.

Figura A- 30. Fijación de rieles

Gases medicinales

- 1. Varilla roscada;
- 2. Abrazadera de platina;
- 3. Tubería de gas médico;
- 4. Chapa de base

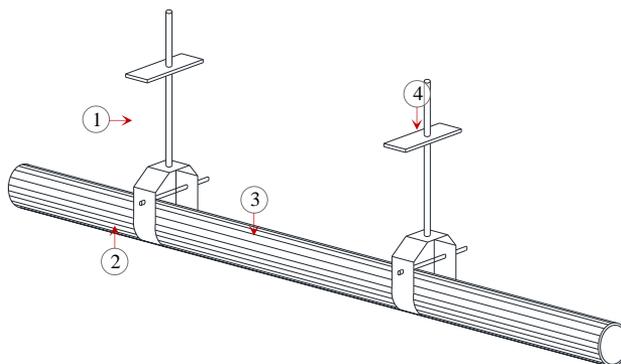


Figura A- 31. Soporte de tuberías de gases medicinales

- 1. Forjado;
- 2. Varilla roscada;
- 3. Perfil metálico;
- 4. Abrazadera;
- 5. Taco químico

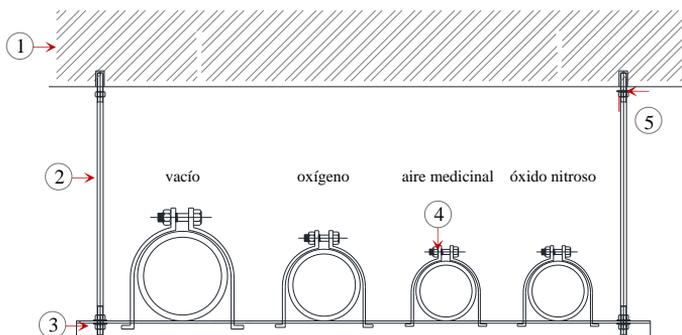


Figura A- 32. Soporte a forjado de gases medicinales

- 1. Pared;
- 2. Perfil metálico;
- 3. Abrazadera;
- 4. Taco de expansión

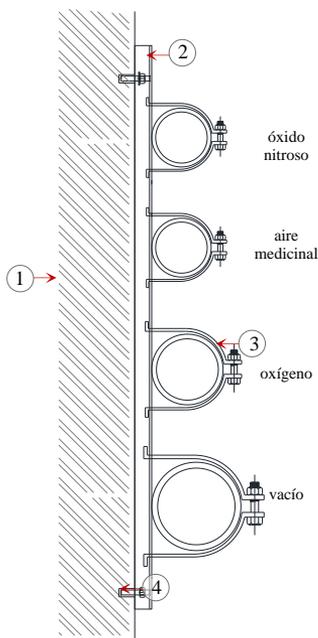
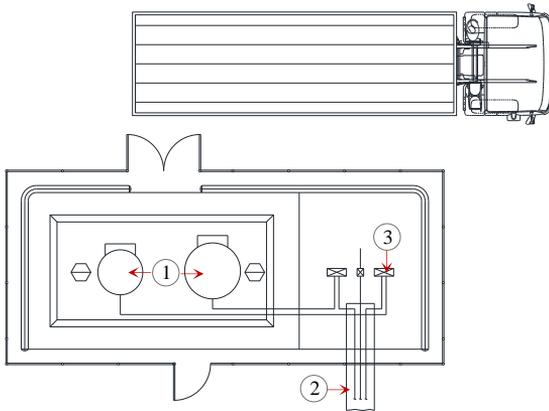
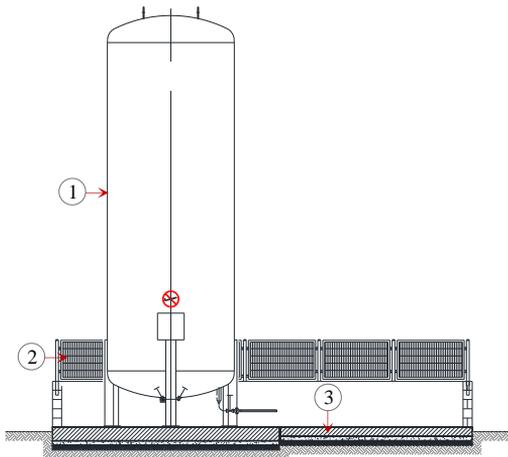


Figura A- 33. Soporte a pared de gases medicinales



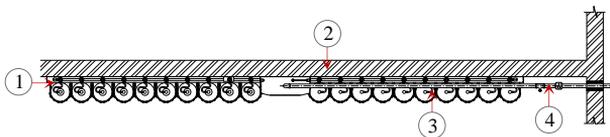
1. Depósitos; 2. Conexión al abastecimiento; 3. Evaporadores

Figura A-34. Planta general de la instalación de oxígeno y nitrógeno



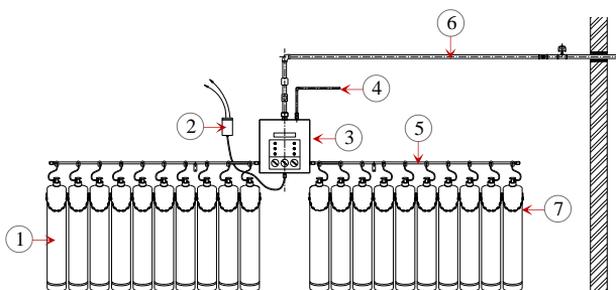
1. Depósito; 2. Cerramiento; 3. Bancada de hormigón armado

Figura A-35. Elevación de la instalación de oxígeno y nitrógeno



2. Colector de botellas; 2. Pared; 3. Botellas de gas; 4. Línea principal de alimentación

Figura A-36. Colector interior de gas médico



1. Botellas de gases medicinales; 2. Circuito de la alimentación de emergencias; 3. Cuadro reductor de presión e inversor; 4. Línea de ventilación; 5. Colector metálico; 6. Línea principal de alimentación; 7. Cadenas de sujeción metálicas (sin consideración sísmica)

Figura A-37. Válvula administradora de suministro de gas médico

Anejo B- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EQUIPOS MÉDICOS Y CURVAS DE FRAGILIDAD SÍSMICA

Este anejo es complemento del Capítulo 3, incluye las tablas resumen de los principales elementos que forman parte del equipo médico asociadas a sus características generales. Además, describe las principales fragilidades sísmicas empleadas en esta investigación, así como la descripción de cada estado de daño de cada curva de fragilidad.

B.1 Principales equipos médicos

Se presenta la descripción de los principales equipos médicos de Servicio de Diagnóstico y Tratamiento, Servicio de Análisis y Medicación, Servicios Generales y Gases Médicos, respectivamente. La referencia bibliográfica de esta información se describe en el subapartado 3.1.1 de la Tesis.

Tabla B- 1. Principales equipos médicos del Servicio de Diagnóstico y Tratamiento

Elementos	Geometría (mm) ^a			Peso (kg)	Tipo de instalación ^b				Material
	A	H	L		Anclado		Apoyo		
					F	P	R	F	
Diagnóstico por imágenes									
TAC: Gantry	930	2040	2380	1900	-	-	-	x	Metálico
TAC: Mesa de paciente	685	1067	2300	386	-	-	-	x	
TAC: Consola de operación con monitor y accesorios	905	1176	1200	90	-	-	-	-	
TAC: Monitor color LCD	239	414	427	10	x	-	-	-	
TAC: Armario ordenador CRC	885	762	609	120	-	-	-	x	
TAC: Transformador (isotran plus)	521	1131	551	316	-	-	-	x	
Equipos móviles: Ecógrafo	620	1050	1070	272	-	-	x	-	
Equipos con anclaje al pavimento: Telemando	218	-	295	1600	x	-	-	-	
Equipos rayos X convencional: Mesa de paciente	685	1067	2700	360	-	-	x	-	
Equipos rayos X convencional: Soporte de techo	-	-	-	400	x	-	-	-	
Equipos rayos X convencional: Equipos colgados de pared (bucky mural)	600	800	150	160	-	x	-	-	Metálico
Resonancia Magnética Nuclear RMN (Equipo): Imán	2278	2505	1838	< 6100	-	-	-	x	
RMN (Equipo): Mesa de paciente	560	947	2500	260	-	-	x	-	

Elementos	Geometría (mm) ^a			Peso (kg)	Tipo de instalación ^b				Material
	A	H	L		Anclado		Apoyo		
					F	P	R	F	
RMN (Equipo): Armario de control y adquisición de datos	550	1955	800	265	-	-	-	x	
RMN (Equipo): Armario de refrigeración por líquido	600	1958	800	300	-	-	-	x	
RMN (Equipo): Amplificador de gradiente	1110	1955	800	914	-	-	-	x	
RMN (Equipo): Consola del operador (pieza más grande)	1200	120	200	10	-	-	-	-	
Hemodinámica									
Mesa de paciente	560	947	2500	452	-	-	x	-	
Soporte de techo	-	-	-	488	x	-	-	-	
Consola para elementos de control y monitores	905	1176	800	60	-	-	-	-	
Sistema de imagen	-	-	-	750	x	-	-	x	Metálico
Soporte protección anti -x y lámpara luz fría	-	-	-	76	x	-	-	-	
Armario de control del sistema	600	1300	400	270	-	-	-	x	
Armario de cableado	600	900	300	120	-	-	-	x	
Medicina Nuclear									
Equipos apoyados en piso (PET-TAC): Gantry	1600	2040	800	2900	-	-	-	x	
PET-TAC: Mesa paciente	685	1067	2300	400	-	-	x	-	
PET-TAC: Consola operador (incluye monitor y teclado)	905	1176	800	20	-	-	-	-	
PET-TAC: Unidad de distribución de potencia	600	1300	400	363	-	-	-	x	
Equipos apoyados en piso (Gammacámara): Gantry	1600	2040	800	2900	-	-	-	x	
Gammacámara: Mesa paciente	685	1067	2300	400	-	-	x	-	Metálico
Gammacámara: Consola operador (incluye monitor y teclado)	905	1176	800	20	-	-	-	-	
Gammacámara: Colimador	-	-	-	50 - 131	-	-	-	x	
Gammacámara: Carro de colimador	-	-	-	65	-	-	x	-	
Equipos móviles	600	900	400	23	-	-	x	-	
Recipientes gammateca de almacenamiento productos radioactivos	1035	2000	850	200	-	-	-	x	Ac. Inox.
Radioterapia									
Equipo acelerador lineal (soporte y Gantry)	1600	2040	800	5748	-	-	-	x	Metálico

Elementos	Geometría (mm) ^a			Peso (kg)	Tipo de instalación ^b				Material
	A	H	L		Anclado		Apoyo		
					F	P	R	F	
Camilla	685	1067	2300	4	x	-	-	-	
Puestos control equipos (incluye monitor y teclado)	905	1176	800	20	-	-	x	-	
Equipo simulador	950	2049	1300	-	-	-	-	x	
Equipos móviles	600	900	400	23	-	-	x	-	
Diálisis									
Cama eléctrica	900	700	2000	142	-	-	x	-	Metálico
Cabecero	3000	130	650	15	-	x	-	-	
Equipos de diálisis	490	1470	490	100	-	-	x	-	
Soporte para bombas de infusión y soportes de sueros	600	1950	600	7	-	-	x	-	Ac. Inox.
Equipos y mesas móviles	600	900	400	23	-	-	x	-	
Esterilizador	996	1954	1336	50	-	-	x	-	
Endoscopia									
Mesa de endoscopia	600	900	1900	150	-	-	x	-	Metálico
Equipo de endoscopia	490	1470	490	100	-	-	x	-	
Torreta de endoscopia	-	-	-	80	x	-	-	-	
Equipos y mesas auxiliares móviles	600	900	400	23	-	-	x	-	Ac. Inox.
Lavadoras desinfectoras de escopios	900-2200	1000	800	380	-	-	-	x	
Armarios de escopios	1200	2000	500	200	-	-	x	-	

a. A (ancho); H (altura); L (longitud)
b. F (forjado); P (pared); R (ruedas)

Tabla B- 2. Principales equipos médicos de Servicio de Análisis y Medicación

Elementos	Geometría (mm) ^a			Peso (kg)	Tipo de instalación ^b				Material
	A	H	L		Anclado		Apoyo		
					F	P	R	F	
Laboratorio									
Poyatas	-	-	-	-	-	x	-	-	
Cabinas de trabajo	1550	2200	750	250	-	-	-	x	
Neveras y congeladores	600	2000	615	100	-	-	-	x	
Microscopios	-	-	-	7.5	-	-	-	-	
Ultracentrífugas	790	880	690	390	-	-	-	x	Metálico
Incubadoras	834	1675	930	278	-	-	-	-	
Cabinas de seguridad	1200	2200	800	204	-	-	-	x	
Cámara frigorífica y Banco de sangre	850	1740	790	180	-	-	-	x	
Bancos de muestras	1600	900	800	200	-	-	-	x	
Racks de animalario	1200	1650	600	-	-	-	-	x	
Central lavado instrumental	1500	1200	700	200	-	-	-	x	Ac. Inox.
Farmacia									
Carruseles horizontales de medicamentos	-	-	-	-	-	-	-	x	Metálico

Elementos	Geometría (mm) ^a			Peso (kg)	Tipo de instalación ^b				Material
	A	H	L		Anclado		Apoyo		
					F	P	R	F	
Carruseles verticales de medicamentos (tres columnas)	1943	1969	686	460	-	-	-	x	
Laboratorio de fórmulas magistrales	-	-	-	-	-	-	-	x	
Cabinas de preparación de parenterales y citostáticos	1200	2200	800	210	-	-	-	x	
Almacén de productos inflamables	-	-	-	-	-	-	-	x	

a. A (ancho); H (altura); L (longitud)
b. F (forjado); P (pared); R (ruedas)

Tabla B- 3. Principales equipos médicos de servicio de Servicios Generales y de Apoyo

Elementos	Geometría (mm) ^a			Peso (kg)	Tipo de instalación ^b				Material
	A	H	L		Anclado		Apoyo		
					F	P	R	F	
Estelización									
Lavadesinfectoras	7020	17680	7360	50	-	-	-	x	
Autoclaves de vapor y de baja temperatura	1000	1720	900	600	-	-	-	x	Ac. Inox.
Almacén de material estéril (estanterías)	900	1600	400	250	-	x	-	-	
Morgue y autopsias									
Mesa de autopsias	800	905	2600	220	-	-	x	-	
Torreta de instalaciones	-	-	-	80	-	-	x	-	
Carro hidráulico eleva – cadáveres	725	-	2550	110	-	-	x	-	Ac. Inox.
Cámaras frigoríficas (2 cadáveres)	1100	2200	1950	600	-	-	-	x	
Túmulo mortuario refrigerado	900	1315	2450	550	-	-	-	x	
Cocina									
Aparatos de cocción y lavado	1200	1100	800	240	-	-	-	x	
Campanas	3000	900	2000	180	x	-	-	-	Ac. Inox.
Cámaras frigoríficas	3500	2400	2200	600	-	-	-	x	
Repisas	-	-	-	-	-	-	-	x	
Lavandería									
Aparatos de lavado, centrifugado y planchado	702	1528	2500	350	-	-	-	x	Metálico
Carros	720	1200	1500	90	-	-	x	-	Ac. Inox.
Estanterías	900	1800	400	-	-	-	-	x	Metálico
Almacenes									
Zona almacenamiento en pallets	-	-	-	-	-	-	-	x	Plást. o Madera

a. A (ancho); H (altura); L (longitud)
b. F (forjado); P (pared); R (ruedas)

Tabla B- 4. Principales equipos médicos de Gases Médicos

Elementos	Geometría (mm) ^a			Peso (kg)	Tipo de instalación ^b				Material
	A	H	L		Anclado		Apoyo		
					F	P	R	S	
Gases medicinales y de vacío									
Depósito exterior de oxígeno y nitrógeno	2300	6000	-	12000	-	-	-	x	
Baterías de botellas de oxígeno, aire comprimido respirable, dióxido de carbono y CO ₂	6000	1300	300	2200	-	x	-	-	Metálico
Sala bombas de vacío	5000	900	4000	1850	-	-	-	x	
Sala compresores de aire	5000	2000	4000	2010	-	-	-	x	Metálico
Distribución de tuberías de gases medicinales	-	-	-	-	x	-	-	-	Cobre
Tomas de gases en pared o cabeceros	100	100	80	0.2	-	x	-	-	Plástico
Depósito de gases criogénicos	5000	2000	4000	2010	-	-	-	x	Metálico
a. A (ancho) y diámetro en depósitos de oxígeno y nitrógeno; H (altura); L (longitud)									
b. F (forjado); P (pared); R (ruedas); S (suelo)									

B.2 Curvas de fragilidad sísmica

Las curvas de fragilidad indican la probabilidad de alcanzar un determinado nivel de daño (DS) en la estructura o en los componentes y sistemas no estructurales en función de la demanda sísmica. La demanda sísmica es caracterizada por un parámetro de demanda denotado EDP (Engineering Demand Parameter) o un IM (Intensity Measure). Para su mejor comprensión este Anejo se encuentra organizado de la siguiente manera. Por un lado, las Tablas B-5 a B-7 describen los parámetros que definen las fragilidades sísmicas estructurales para pórticos de hormigón armado, muros de corte de hormigón armado, y pórticos de hormigón armado con paredes de relleno de mampostería sin refuerzo. Asimismo, se considera el número de plantas o altura del edificio y el diseño sísmico considerado según el código de diseño utilizado, calificado como alto, medio y bajo. Las Figuras B-1 a B-3 resumen las probabilidades de alcanzar distintos niveles de daño en función de EDP: desplazamiento espectral (m) para el caso de estudio 9, localizado en Chile, Hospital Dr. Guillermo Grant Benavente “La Torre de Paciente Crítico”.

Las Tablas 12 a 18 describen los parámetros de las fragilidades sísmicas de componentes y sistemas no estructurales clasificadas por subcategorías. Las Figuras B-4 a B-10 resumen las probabilidades de alcanzar distintos niveles de daño en función de los valores de la deriva promedio a lo alto del edificio $\bar{\delta}$, aceleración máxima de piso PFA o aceleración máxima del suelo PGA. En todas las figuras de las fragilidades sísmicas se indica el estado de daño máximo probable (DS_{probable}) de cada elemento o componente para el caso de estudio 9, terremoto del Maule M_w 8.8, Chile 2010 de acuerdo al EDP o IM correspondiente. Los estados de daño se encuentran asociados al nivel de daño: DS1 daño leve; DS2 daño moderado; DS3 daño extenso; DS4 daño completo, y cuando no existe daño DS0 daño nulo o no daño.

A continuación, las Tablas B-5 a B-7 describen los parámetros de las fragilidades sísmicas estructurales del edificio.

Tabla B- 5. Resumen de los parámetros de las curvas de fragilidad sísmica estructurales del edificio: alto diseño sísmico

Sistema resistente estructural		Parámetros para desplazamiento espectral (m)							
Tipo	Altura referencial (m)	DS1		DS2		DS3		DS4	
		x_m	β	x_m	β	x_m	β	x_m	β
C1L	6	0.029	0.69	0.057	0.74	0.171	0.82	0.457	0.81
C1M	15	0.047	0.63	0.095	0.65	0.286	0.66	0.762	0.71
C1H	37	0.069	0.63	0.137	0.63	0.411	0.63	1.097	0.69
C2L	6	0.023	0.69	0.057	0.72	0.171	0.82	0.457	0.95
C2M	15	0.038	0.65	0.095	0.69	0.286	0.66	0.762	0.70
C2H	37	0.055	0.62	0.137	0.63	0.411	0.64	1.097	0.69
C3L	6	-	-	-	-	-	-	-	-
C3M	15	-	-	-	-	-	-	-	-
C3H	37	-	-	-	-	-	-	-	-

C1: Pórticos de hormigón armado; C2: Muros de corte de hormigón armado; C3: Pórticos de hormigón armado con paredes de relleno de mampostería sin refuerzo
 L: Edificio de baja altura; M: Edificio de media altura; H: Edificio de gran altura

Tabla B- 6. Resumen de los parámetros de las curvas de fragilidad sísmica estructurales del edificio: medio diseño sísmico

Sistema resistente estructural		Parámetros para desplazamiento espectral (m)							
Tipo	Altura referencial (m)	DS1		DS2		DS3		DS4	
		x_m	β	x_m	β	x_m	β	x_m	β
C1L	6	0.029	0.80	0.050	0.82	0.133	0.84	0.343	0.81
C1M	15	0.047	0.66	0.083	0.67	0.222	0.66	0.572	0.84
C1H	37	0.069	0.64	0.119	0.64	0.320	0.68	0.823	0.81
C2L	6	0.023	0.77	0.048	0.86	0.132	0.91	0.343	0.89
C2M	15	0.038	0.71	0.080	0.70	0.220	0.69	0.572	0.83
C2H	37	0.055	0.64	0.116	0.65	0.318	0.66	0.823	0.79
C3L	6	-	-	-	-	-	-	-	-
C3M	15	-	-	-	-	-	-	-	-
C3H	37	-	-	-	-	-	-	-	-

C1: Pórticos de hormigón armado; C2: Muros de corte de hormigón armado; C3: Pórticos de hormigón armado con paredes de relleno de mampostería sin refuerzo
 L: Edificio de baja altura; M: Edificio de media altura; H: Edificio de gran altura

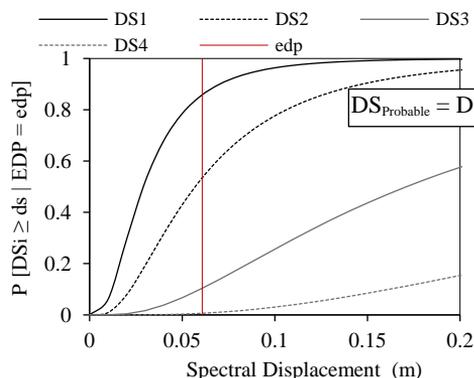
Tabla B- 7. Resumen de los parámetros de las curvas de fragilidad sísmica estructurales del edificio: bajo diseño sísmico

Sistema resistente estructural		Parámetros para desplazamiento espectral (m)							
Tipo	Altura referencial (m)	DS1		DS2		DS3		DS4	
		x_m	β	x_m	β	x_m	β	x_m	β
C1L	6	0.029	0.85	0.046	0.85	0.114	0.88	0.286	0.95
C1M	15	0.047	0.70	0.076	0.69	0.191	0.75	0.476	0.95
C1H	37	0.069	0.66	0.110	0.71	0.274	0.79	0.686	0.95

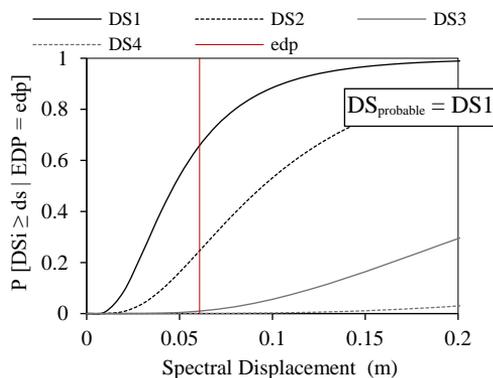
Sistema resistente estructural		Parámetros para desplazamiento espectral (m)							
Tipo	Altura referencial (m)	DS1		DS2		DS3		DS4	
		x_m	β	x_m	β	x_m	β	x_m	β
C2L	6	0.023	0.91	0.044	0.94	0.113	1.01	0.286	0.90
C2M	15	0.038	0.76	0.073	0.74	0.188	0.74	0.476	0.94
C2H	37	0.055	0.66	0.105	0.67	0.271	0.74	0.686	0.91
C3L	6	0.017	0.92	0.034	0.99	0.086	1.04	0.200	0.88
C3M	15	0.028	0.77	0.057	0.79	0.143	0.78	0.333	0.93
C3H	37	0.041	0.68	0.082	0.69	0.206	0.70	0.480	0.88

C1: Pórticos de hormigón armado; C2: Muros de corte de hormigón armado; C3: Pórticos de hormigón armado con paredes de relleno de mampostería sin refuerzo
L: Edificio de baja altura; M: Edificio de media altura; H: Edificio de gran altura

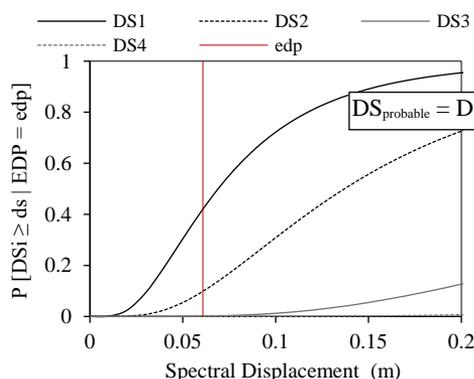
Las Figuras B-1 a B-3 resumen las probabilidades de alcanzar distintos niveles de daño en función de EDP: desplazamiento espectral (m), para el caso de estudio 9, Hospital Dr. Guillermo Grant Benavente “La Torre de Paciente Crítico”, terremoto del Maule M_w 8.8, Chile 2010.



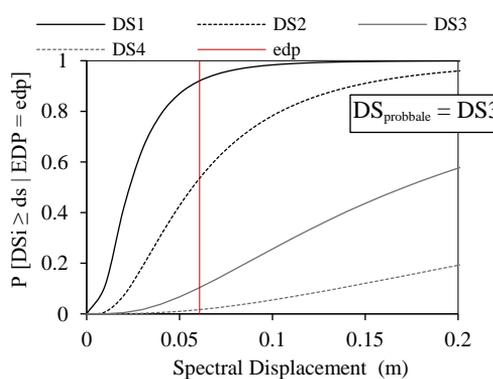
1) Pórticos de hormigón armado. Baja altura



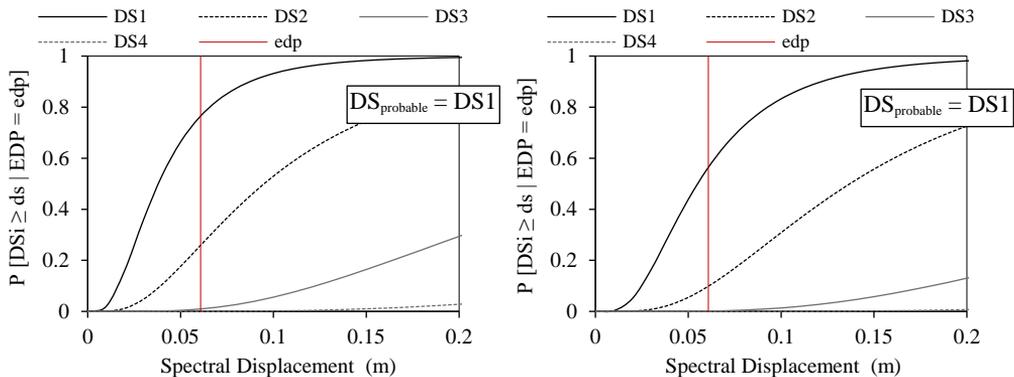
2) Pórticos de hormigón armado. Media altura



3) Pórticos de hormigón armado. Gran altura



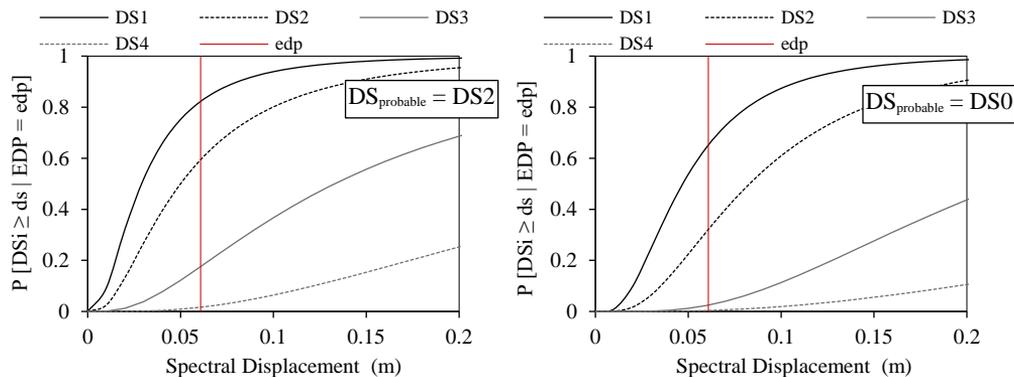
4) Muros de corte de hormigón armado. Baja altura



5) Muros de corte de hormigón armado. Media altura

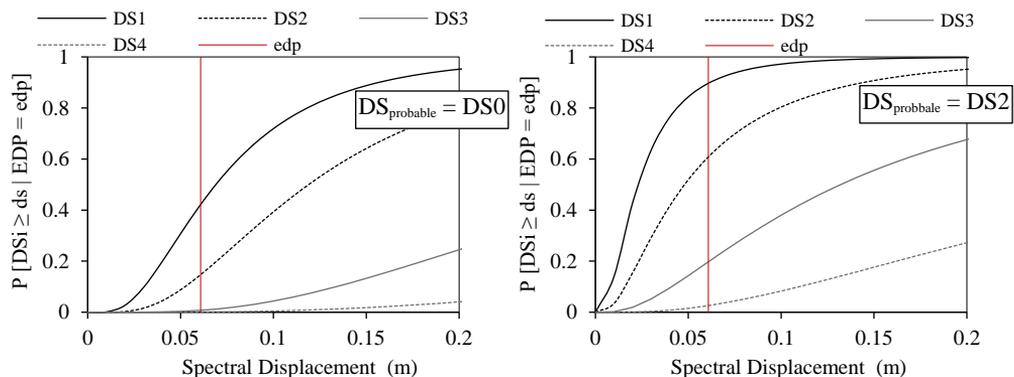
6) Muros de corte de hormigón armado. Gran altura

Figura B- 1. Curvas de fragilidad sísmica: alto diseño sísmico



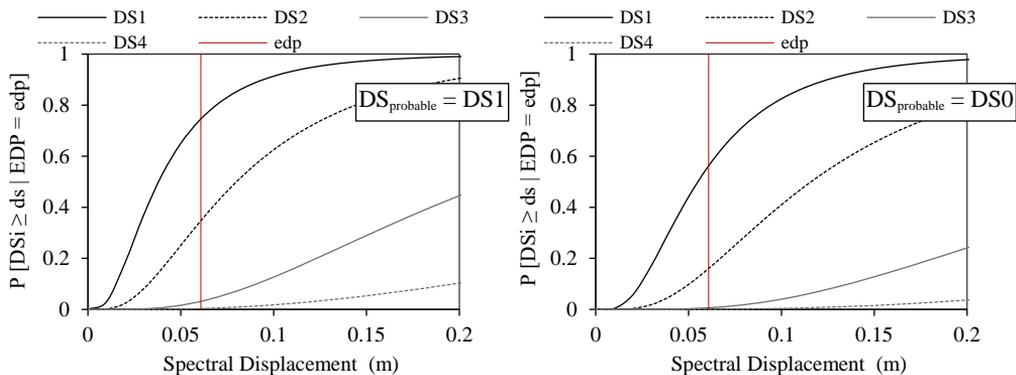
7) Pórticos de hormigón armado. Baja altura

8) Pórticos de hormigón armado. Media altura



9) Pórticos de hormigón armado. Gran altura

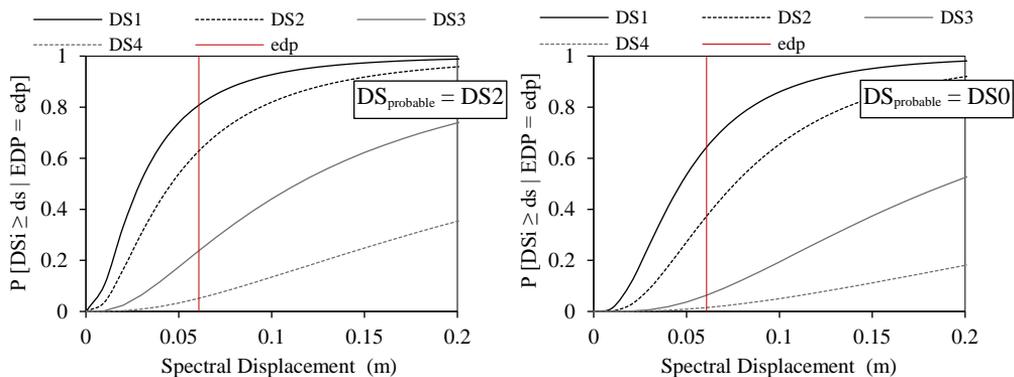
10) Muros de corte de hormigón armado. Baja altura



11) Muros de corte de hormigón armado. Media altura

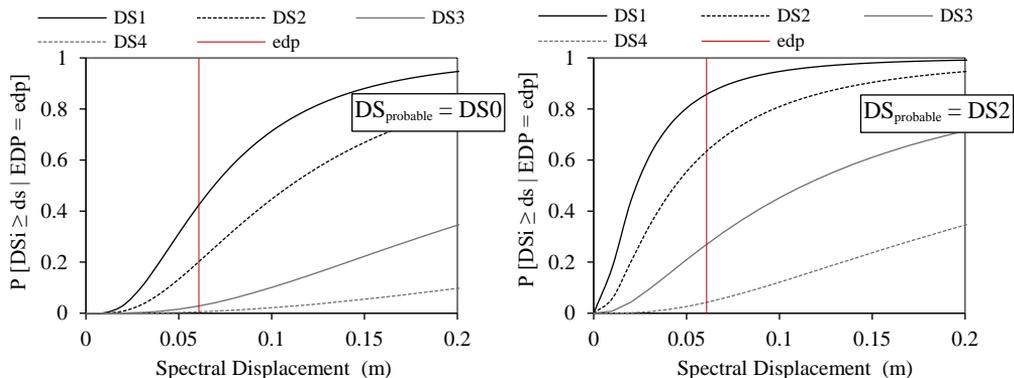
12) Muros de corte de hormigón armado. Gran altura

Figura B- 2. Curvas de fragilidad sísmica: medio diseño sísmico



13) Pórticos de hormigón armado. Baja altura

14) Pórticos de hormigón armado. Media altura



15) Pórticos de hormigón armado. Gran altura

16) Muros de corte de hormigón armado. Baja altura

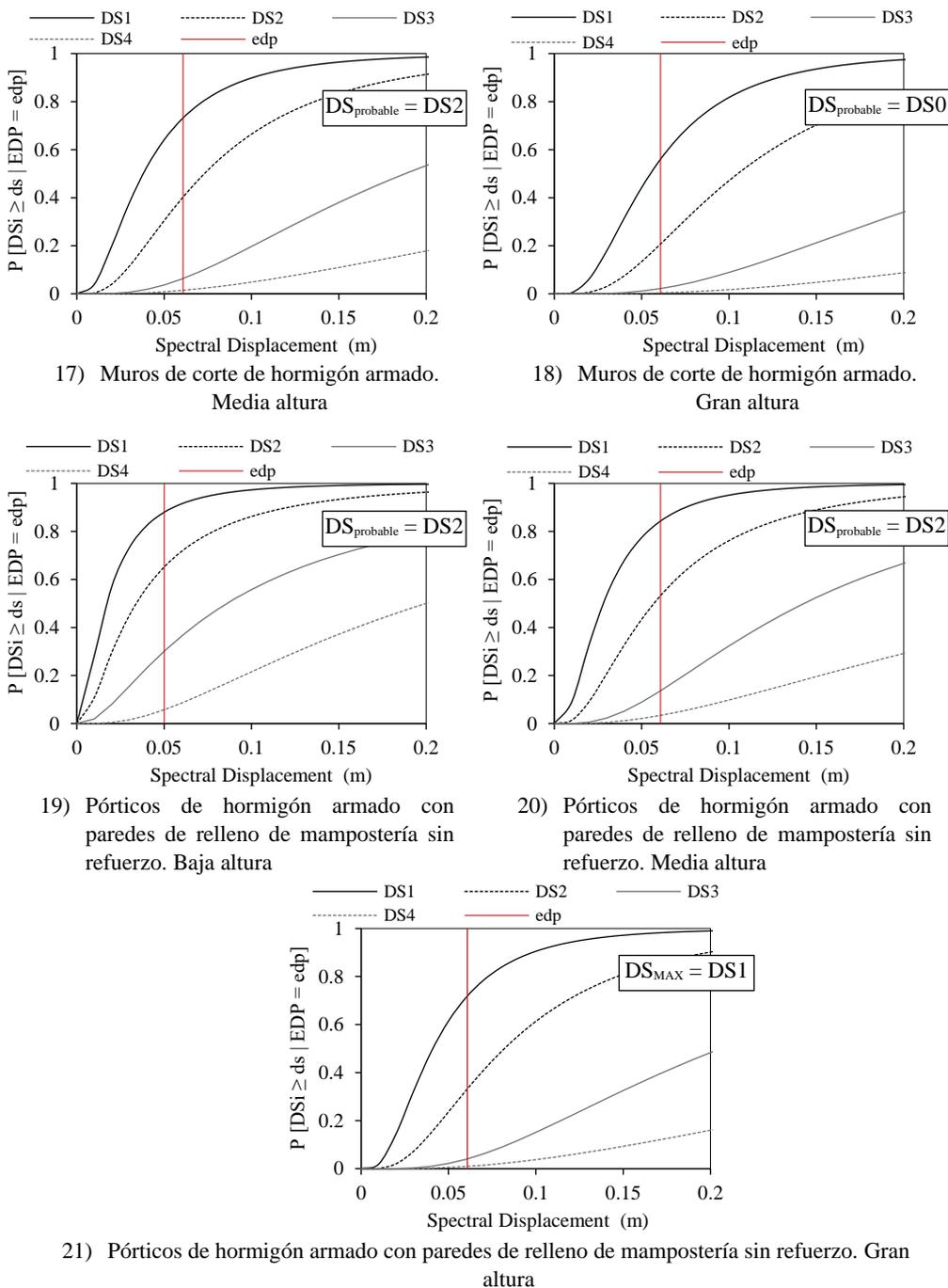


Figura B- 3. Curvas de fragilidad sísmica: bajo diseño sísmico

Las Tablas B-8 a B-11 describen las curvas de fragilidad de los componentes y sistemas no estructurales con sus respectivas referencias. Clasificadas en las categorías de elementos arquitectónicos, instalaciones, equipamiento médico y contenidos.

Tabla B- 8. Curvas de fragilidad para la categoría de elementos arquitectónicos

N.- Fragilidad Sísmica	COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES		Referencias
	Subtipo de componente o curva de fragilidad		
1. Elementos arquitectónicos			
1.1. Exterior			
1	Muros de mampostería de ladrillos de arcilla hechos a mano. SDC A/B		
2	Paredes de mampostería de ladrillos de arcilla fabricados en máquina. SDC A/B		Ruiz-García and Negrete, 2009
3	Paredes de mampostería de bloques de hormigón. SDC A/B		
4	Paredes de fachadas con marco de acero doble (uno interior y otro exterior) con conexiones básicas (fijas). SDC N/A		
5	Paredes de fachadas con marco de acero doble (uno interior y otro exterior) con conexiones deslizantes. SDC N/A		Fiorino et al., 2019
6	Muros de relleno de mampostería con aberturas. SDC A/B		Cardone and Perrone, 2015
7	Muros de relleno de mampostería arriostrados a intervalos regulares a 3 m o menos. SDC A/B		Cardone and Perrone, 2015
8	Ventanas con marco de aluminio y con vidrio monolítico recocido . SDC N/A		
9	Ventanas con marco de aluminio y vidrio monolítico recocido, con la adición de película adhesiva de tereftalato de polietileno (PET) a un lado del panel de vidrio. SDC N/A		Eidinger, 2009
10	Ventana con marco de aluminio y vidrio laminado. SDC N/A		
11	Escaleras prefabricadas de acero. SDC C		C2011.001b
12	Escaleras de hormigón armado. SDC C		C2011.011b
13	Parapetos de mampostería. SDC A/B		B3041.001
1.2. Interior			
14	Tabiques de yeso con marco de acero conformado en frío. Altura completa. SDC N/A		
15	Tabiques de yeso con marco de acero conformado en frío. Altura parcial. SDC N/A		Retamales et al., 2013
16	Muros de mampostería de ladrillos de arcilla hechos a mano. SDC A/B		
17	Paredes de mampostería de ladrillos de arcilla fabricados en máquina. SDC A/B		Ruiz-García and Negrete, 2008
18	Paredes de mampostería de bloques de hormigón. SDC A/B		
19	Muros de relleno de mampostería arriostrados a intervalos regulares a 3 m o menos. SDC A/B		Cardone and Perrone, 2015
20	Puertas con marco de madera. SDC N/A		FEMA P-58/BD-3.9.4
21	Falso techo. Soporte colgante de alambre. SDC N/A		
22	Falso techo. Alambre de soportes laterales. SDC N/A		Eidinger, 2009
23	Falso techo. Alambre de puntales de compresión. SDC N/A		
24	Falso techo con soporte vertical y lateral, más ángulo perimetral. SDC D		C3032.003d
25	Falso techo con soporte vertical y lateral, más ángulo perimetral más ancho. SDC E/F		C3032.004c
26	Acabados de pared: cerámicas. Atura completa. SDC N/A		C3011.002a
27	Acabados de pared: cerámicas. Atura parcial. SDC N/A		C3011.002b

Tabla B- 9. Curvas de fragilidad para la categoría de instalaciones

COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES		
N.- Fragilidad Sísmica	Subtipo de componente o curva de fragilidad	Referencias
2. Instalaciones		
2.1 Equipos de sistemas críticos		
28	Transformadores de servicio primario. SDC D	D5011.011d
29	Transformadores de servicio primario. SDC E/F	D5011.013k
30	Panel general de baja tensión. SDC D	D5012.031c
31	Panel general de baja tensión. SDC E/F	D5012.033h
32	Cuadro eléctrico secundario. SDC A/B	
33	Cuadro eléctrico secundario. SDC D	Eidinger, 2009
34	Cuadro eléctrico secundario. SDC E/F	
35	Grupo electrógeno. SDC A/B	
36	Grupo electrógeno. SDC D	Eidinger, 2009
37	Grupo electrógeno. SDC E/F	
38	SAIs o UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida). SDC A/B	
39	SAIs o UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida). SDC D	Eidinger, 2009
40	SAIs o UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida). SDC E/F	
41	Bastidores de almacenamiento del centro de procesamiento de datos. SDC D	F1012.001
42	Bastidores de almacenamiento del centro de procesamiento de datos. SDC E/F	Eidinger, 2009
43	Bastidores secundarios de la red integrada de voz-datos y subestaciones del sistema de gestión. SDC D	Eidinger, 2009
44	Racks secundarios de la red integrada de voz-datos y subestaciones del sistema de gestión. SDC E/F	
45	Puesto de control central del sistema de gestión. Electrónica de escritorio; incluye ordenadores, monitores, equipos de sonido, etc., apoyados en superficie lisa. SDC N/A	E2022.023
46	Puesto de control central del sistema de gestión. Electrónica de escritorio; incluye ordenadores, monitores, equipos de sonido, etc., apoyados en superficie antideslizante. SDC N/A	E2022.022
47	Pisos elevados. SDC A/B	
48	Pisos elevados. SDC C	
49	Pisos elevados. SDC D	Eidinger, 2009
50	Pisos elevados. SDC E/F	
51	Ascensor de tracción. SDC D	D1014.011
52	Ascensor de tracción. SDC A/B	D1014.012
53	Ascensor hidráulico. SDC D	D1014.021
54	Ascensor hidráulico. SDC A/B	D1014.022
55	Ascensor de tracción. SDC E/F	Eidinger, 2009
56	Depósito de agua potable. Estación de bombeo de agua potable. SDC A/B	Kaynia et al., 2013
57	Depósito de agua potable. Estación de bombeo de agua potable. SDC D	
58	Máquinas enfriadoras y calderas. SDC C	D3031.012e
59	Máquinas enfriadoras y calderas. SDC D	D3031.013b
60	Electrobombas. SDC C	D3032.012k
61	Electrobombas. SDC D	D3032.013k
62	Unidades climatizadoras. SDC C	D3052.011a
63	Unidades climatizadoras. SDC D	D3052.013b

COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES		
N.- Fragilidad Sísmica	Subtipo de componente o curva de fragilidad	Referencias
2. Instalaciones		
2.2 Sistemas distribuidos		
64	Tuberías de agua potable. SDC A/B	D2022.011a
65	Tuberías de agua potable. SDC C	D2022.012a
66	Tuberías de agua potable. SDC D, E/F	D2022.013b
67	Tuberías de saneamiento. SDC A/B	D2031.011b
68	Tuberías de saneamiento. SDC C	D2031.012b
69	Tuberías de saneamiento. SDC D, E/F	D2031.013b
70	Sistemas de tuberías de rociadores contra incendios con juntas roscadas. SDC N/A	Soroushian et al., 2015
71	Tubería de agua para rociadores contra incendios: tuberías horizontales principales y ramales. SDC C	D4011.022a
72	Tubería de agua para rociadores contra incendios: tuberías horizontales principales y ramales. SDC D, E/F	D4011.023a
73	Rociador contra incendios en el techo suspendido. SDC A/B	D4011.031a
74	Rociador contra incendios en el techo suspendido. SDC C/D	D4011.032a
75	Rociador contra incendios en el techo suspendido. SDC E/F	D4011.033a
76	Conductos de climatización sujetos con varilla. SDC N/A	
77	Conductos de climatización con varilla de instalación y tirantes oscilantes. SDC N/A	Eidinger, 2009
78	Conductos de climatización con chapa galvanizada. SDC E/F	D3041.011c
79	Difusores de climatización en techos suspendidos. Sin cables de seguridad independientes. SDC C	D3041.031b
80	Difusores de climatización en techos suspendidos. Sin cables de seguridad independientes. SDC D	D3041.032b

Tabla B- 10. Curvas de fragilidad para la categoría de equipamiento médico

COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES		
N.- Fragilidad Sísmica	Subtipo de componente o curva de fragilidad	Referencias
3. Equipamiento médico		
3.1. Servicios Médicos		
Servicios Asistenciales		
81	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso medio (100-280 kg): cama eléctrica, armario informatizado de medicación (de media columna), y similares. SDC N/A	Shi et al. 2014
82	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): equipos y mesas móviles, y similares. SDC A/B	Eidinger, 2009
83	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso medio (100-300 kg): incubadoras y similares. SDC N/A	Eidinger, 2009
84	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): soporte para bombas de infusión y soportes de sueros, y similares. SDC A/B	Nikfar and Dimitrios, 2016
85	Equipos sujetos al forjado: cabeceros suspendidos (pontas). SDC A/B	
86	Equipos sujetos al forjado: cabeceros suspendidos (pontas). SDC C	Eidinger, 2009
87	Equipos sujetos al forjado: cabeceros suspendidos (pontas). SDC D	
88	Equipos electrónicos apoyados en soportes de montaje en pared: cabeceros de pared. SDC N/A	E2022.021
89	Sala de Urgencias (Box de atención inmediata)	Retamales et al. 2008

COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES		
N.- Fragilidad Sísmica	Subtipo de componente o curva de fragilidad	Referencias
3. Equipamiento médico		
3.1. Servicios Médicos		
Servicios Asistenciales		
90	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso alto (300-600 kg): equipo rayos X portátil y equipos móviles similares. SDC N/A	Eidinger, 2009
91	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso medio (100-300 kg): mesa de operaciones, equipo de anestesia, y similares. SDC N/A	Shi et al. 2014
92	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): equipos y mesas móviles, mesas de instrumental, y similares. SDC A/B	Eidinger, 2009
93	Equipos sujetos al forjado: lámparas quirúrgicas, torretas de cirujano y anestesista, pantallas de visualización, y similares. SDC A/B	Eidinger, 2009
94	Equipos sujetos al forjado: lámparas quirúrgicas, torretas de cirujano y anestesista, pantallas de visualización, y similares. SDC C	Eidinger, 2009
95	Equipos sujetos al forjado: lámparas quirúrgicas, torretas de cirujano y anestesista, pantallas de visualización, y similares. SDC D	Eidinger, 2009
Diagnóstico por Imagen, Hemodinámica, Medicina Nuclear, Radioterapia		
96	Equipos susceptibles a deslizamiento, robusto/rígido: Gantry (Resonancia Magnética Nuclear RMN, PET-TAC), y similares. SDC N/A	Eidinger, 2009
97	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso alto (300-600 kg): mesa de paciente (TAC, equipos de rayos X convencional, RMN, Hemodinámica, PET-TAC, Gammacámara, y similares. SDC N/A	Eidinger, 2009
98	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso medio (100-300 kg): cama eléctrica (Diálisis), equipo de cirugía laparoscópica, ecógrafo, mesa de endoscopia, y similares. SDC N/A	Eidinger, 2009
99	Equipos anclados en el piso: Telemando. SDC N/A	Eidinger, 2009
100	Equipos que se deslizan por carriles, soporte de techo: equipos de rayos X convencional, y similares. SDC N/A	FEMA, 2012c
101	Electrónica de escritorio, apoyados en superficie lisa: consola para equipos de control y monitores, y similares. SDC N/A	E2022.023
102	Electrónica de escritorio, apoyados en superficie antideslizante: consola para equipos de control y monitores, y similares. SDC N/A	E2022.022
Servicio de Análisis y Medicación		
103	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso medio (100-300 kg): Bancos de muestras, y similares. SDC N/A	Eidinger, 2009
104	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso alto (300-600 kg): carruseles verticales de medicamentos (tres columnas), y similares. SDC N/A	F1012.001
105	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en el piso. Peso medio (100-300 kg): cabinas de trabajo, cabinas de seguridad, cámara frigorífica y Banco de Sangre, cabinas de preparación de parenterales y citostáticos, y similares. SDC N/A	Eidinger, 2009
106	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en el piso. Peso bajo (< 100 kg): neveras y congeladores, y similares. SDC N/A	Eidinger, 2009

COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES		
N.- Fragilidad Sísmica	Subtipo de componente o curva de fragilidad	Referencias
3. Equipamiento médico		
3.1. Servicios Médicos		
Servicios Generales y de Apoyo		
107	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso alto (300-600 kg): túmulo mortuario refrigerado, aparatos de cocción y lavado, cámaras frigoríficas (cocina), y similares. SDC N/A	Eidinger, 2009
108	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso alto (100-300 kg): mesa de autopsias, y similares. SDC N/A	Eidinger, 2009
109	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en el piso. Peso alto (300-600 kg): autoclaves de vapor y de baja temperatura, cámaras frigoríficas (2 cadáveres), aparatos de lavado, centrifugado y planchado, y similares. SDC N/A	Eidinger, 2009
110	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): carros móviles en lavandería, y similares. SDC A/B	Nikfar, Dimitrios 2016
3.2. Gases médicos		
Sistemas de suministro de gas médico		
111	Depósitos de almacenamiento de oxígeno líquido y nitrógeno líquido. SDC N/A	Eidinger, 2009
112	Botellas de gases medicinales. SDC N/A	Kaynia et al., 2013
113	Tuberías de gas médico. SDC A/B	D2061.011a
114	Tuberías de gas médico. SDC C	D2061.012b
115	Tuberías de gas médico. SDC D, E/F	D2061.013b

Tabla B- 11. Curvas de fragilidad para la categoría de elementos contenidos

COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES		
N.- Fragilidad Sísmica	Subtipo de componente o curva de fragilidad	Referencias
4. Contenidos		
Mobiliario, accesorios, estanterías, entre otros		
116	Bastidores (racks) de almacenamiento, de 3 a 5 niveles (4.40 – 6.0 m). SDC N/A	F1012.001
117	Bastidores de altura media (< 3 m). SDC C	Eidinger, 2009
118	Bastidores de altura media (< 3 m). SDC D	
119	Estanterías de vidrio sin puertas. SDC N/A	E2022.013
120	Estanterías de vidrio con puertas. SDC N/A	Di Sarno et al., 2018
121	Armario de almacenamiento de productos/materiales peligrosos. SDC N/A	E2022.012
122	Estación de trabajo modular. SDC N/A	E2022.001
123	Equipo electrónico con soporte en la pared (monitores). SDC N/A	E2022.021
124	Electrónica de escritorio (incluye ordenadores, monitores, equipos de sonido, etc.), apoyados en superficie lisa. SDC N/A	E2022.023
125	Electrónica de escritorio (incluye ordenadores, monitores, equipos de sonido, etc.), apoyados en superficie antideslizante. SDC N/A	E2022.022

Las Tablas B-12 a B-18 describen los parámetros de las curvas de fragilidad sísmica de componentes y sistemas no estructurales clasificadas por subcategorías.

Tabla B- 12. Resumen de los parámetros de la curva de fragilidad sísmica de componentes y sistemas no estructurales: subcategoría exterior. Categoría elementos arquitectónicos

Componentes y sistemas no estructurales		Parámetros para fragilidades sísmicas							
Tipo de componente ^a	EDP	DS1		DS2		DS3		DS4	
		x_m	β	x_m	β	x_m	β	x_m	β
1		0.09	0.46	-	-	0.31	0.67	-	-
2		0.11	0.84	-	-	0.30	0.62	-	-
3	δ (%)	0.09	0.69	-	-	0.37	0.52	-	-
4		0.33	0.26	1.17	0.25	-	-	3.74	0.25
5		1.11	0.25	2.81	0.32	-	-	4.54	0.25
6		0.15	0.50	0.40	0.50	1.00	0.40	1.75	0.35
7	PFA (g)	-	-	-	-	-	-	0.65	0.35
8		0.003	0.64	0.005	0.64	0.006	0.64	0.009	0.64
9		0.012	0.64	0.024	0.64	0.050	0.64	0.140	0.64
10	δ (rad)	0.020	0.64	0.035	0.64	0.120	0.64	0.200	0.64
11		-	-	0.005	0.60	0.017	0.60	0.028	0.45
12		-	-	0.005	0.60	0.017	0.60	0.028	0.45
13	PFA (g)	0.20	0.60	0.40	0.60	-	-	-	-

^a La enumeración corresponde al nombre de tipo de componente o fragilidades sísmicas especificado en cada figura de las curvas de fragilidad

Tabla B- 13. Resumen de los parámetros de la curva de fragilidad sísmica de componentes y sistemas no estructurales: subcategoría interior. Categoría elementos arquitectónicos

Componentes y sistemas no estructurales		Parámetros para fragilidades sísmicas							
Tipo de componente ^a	EDP	DS1		DS2		DS3		DS4	
		x_m	β	x_m	β	x_m	β	x_m	β
14		0.39	0.38	-	-	0.68	0.43	0.93	0.36
15	δ (%)	0.74	0.29	-	-	1.00	0.33	1.79	0.28
16		0.09	0.46	-	-	0.31	0.67	-	-
17		0.11	0.84	-	-	0.30	0.62	-	-
18	δ (%)	0.09	0.69	-	-	0.37	0.52	-	-
19	PFA (g)	-	-	-	-	-	-	0.65	0.35
20	δ (rad)	-	-	0.0023	0.90	0.0056	0.40	-	-
21		-	-	0.25	0.50	0.50	0.50	-	-
22		-	-	0.50	0.50	0.90	0.50	-	-
23	PFA (g)	-	-	0.80	0.50	1.30	0.50	-	-
24		1.09	0.30	1.69	0.30	1.91	0.30	-	-
25		1.45	0.30	2.10	0.30	2.34	0.30	-	-
26		-	-	0.0021	0.60	0.0071	0.45	-	-
27	δ (rad)	-	-	0.0064	0.30	0.0110	0.30	-	-

^a La enumeración corresponde al nombre de tipo de componente o fragilidades sísmicas especificado en cada figura de las curvas de fragilidad

Tabla B- 14. Resumen de los parámetros de la curva de fragilidad sísmica de componentes y sistemas no estructurales: subcategoría equipos de sistemas críticos. Categoría instalaciones

Componentes y sistemas no estructurales		Parámetros para fragilidades sísmicas							
Tipo de componente ^a	EDP	DS1		DS2		DS3		DS4	
		x_m	β	x_m	β	x_m	β	x_m	β
28		-	-	-	-	-	-	1.01	0.60
29		-	-	-	-	-	-	3.05	0.50
30		-	-	-	-	-	-	2.16	0.45
31		-	-	-	-	-	-	3.05	0.40
32		-	-	-	-	-	-	0.60	0.60
33		-	-	-	-	-	-	1.00	0.60
34		-	-	-	-	-	-	3.00	0.60
35	PFA (g)	-	-	-	-	-	-	0.25	0.60
36		-	-	-	-	-	-	0.60	0.50
37		-	-	-	-	-	-	1.10	0.50
38		-	-	-	-	-	-	0.20	0.60
39		-	-	-	-	-	-	1.00	0.60
40		-	-	-	-	-	-	1.50	0.60
41		-	-	0.42	0.40	-	-	-	-
42		-	-	1.50	0.40	-	-	-	-
43	PGA (g)	0.15	0.60	0.30	0.60	0.50	0.60	-	-
44		-	-	1.50	0.50	-	-	-	-
45	PFA (g)	-	-	-	-	-	-	0.40	0.50
46		-	-	-	-	-	-	1.00	0.50
47		-	-	-	-	-	-	0.50	0.60
48	PGA (g)	-	-	-	-	-	-	0.70	0.60
49		-	-	-	-	-	-	1.50	0.50
50		-	-	-	-	-	-	3.00	0.50
51		-	-	-	-	0.39	0.45	-	-
52		-	-	-	-	0.31	0.45	-	-
53	PFA (g)	-	-	-	-	0.50	0.30	-	-
54		-	-	-	-	0.30	0.30	-	-
55		-	-	-	-	0.90	0.50	-	-
56	PGA (g)	0.10	0.55	0.15	0.55	0.30	0.70	0.40	0.75
57		0.15	0.30	0.30	0.35	1.10	0.55	2.10	0.70
58		-	-	-	-	0.43	0.60	-	-
59		-	-	-	-	0.72	0.20	-	-
60	PFA (g)	-	-	-	-	0.47	0.20	-	-
61		-	-	-	-	1.84	0.60	-	-
62		-	-	-	-	0.25	0.40	-	-
63		-	-	-	-	1.54	0.60	-	-

^a La enumeración corresponde al nombre de tipo de componente o fragilidades sísmicas especificado en cada figura de las curvas de fragilidad

Tabla B- 15. Resumen de los parámetros de la curva de fragilidad sísmica de componentes y sistemas no estructurales: subcategoría sistemas distribuidos. Categoría instalaciones

Componentes y sistemas no estructurales		Parámetros para fragilidades sísmicas							
Tipo de componente ^a	EDP	DS1		DS2		DS3		DS4	
		x_m	β	x_m	β	x_m	β	x_m	β
64		-	-	-	-	0.55	0.50	1.10	0.50
65	PFA (g)	-	-	-	-	0.55	0.50	1.10	0.50
66		2.25	0.50	-	-	-	-	-	-
67		-	-	1.20	0.50	-	-	2.40	0.50
68		-	-	1.20	0.50	-	-	2.40	0.50
69		-	-	-	-	2.25	0.50	-	-
70		-	-	0.48	0.53	1.01	0.53	1.40	0.53
71	PFA (g)	-	-	-	-	1.10	0.40	2.40	0.50
72		-	-	-	-	1.50	0.40	2.60	0.40
73		-	-	-	-	0.55	0.40	0.95	0.40
74		-	-	-	-	0.75	0.40	0.95	0.40
75		-	-	-	-	-	-	0.95	0.40
76		0.19	0.54	0.38	0.54	0.50	0.54	0.75	0.54
77	PGA (g)	0.40	0.54	0.80	0.54	0.96	0.54	1.50	0.54
78		-	-	-	-	1.50	0.40	2.25	0.40
79	PFA (g)	-	-	-	-	-	-	1.30	0.40
80		-	-	-	-	-	-	1.50	0.40

^a La enumeración corresponde al nombre de tipo de componente o fragilidades sísmicas especificado en cada figura de las curvas de fragilidad

Tabla B- 16. Resumen de los parámetros de la curva de fragilidad sísmica de componentes y sistemas no estructurales: subcategoría Servicios Médicos. Categoría equipamiento médico

Componentes y sistemas no estructurales		Parámetros para fragilidades sísmicas							
Tipo de componente ^a	EDP	DS1		DS2		DS3		DS4	
		x_m	β	x_m	β	x_m	β	x_m	β
81		-	-	-	-	2.60	0.50 ^b	-	-
82		-	-	0.15	0.50 ^b	-	-	-	-
83		-	-	-	-	0.60	0.50	-	-
84		-	-	0.19	0.50 ^b	-	-	-	-
85	PFA (g)	-	-	-	-	0.60	0.50	-	-
86		-	-	-	-	1.10	0.50	-	-
87		-	-	-	-	1.50	0.50	-	-
88		-	-	-	-	2.50	0.50	-	-
89		-	-	0.48	0.40 ^b	1.12	0.40 ^b	2.04	0.40 ^b
90	PGA (g)	-	-	-	-	-	-	3.00	0.50
91		-	-	-	-	-	-	2.60	0.50
92		-	-	0.15	0.50 ^b	-	-	-	-
93		-	-	-	-	0.60	0.50	-	-
94		-	-	-	-	1.10	0.50	-	-
95	PFA (g)	-	-	-	-	1.50	0.50	-	-
96		-	-	-	-	-	-	3.60	0.50
97		-	-	-	-	-	-	1.50	0.50
98		-	-	-	-	1.50	0.50	-	-
99	PGA (g)	-	-	-	-	1.50	0.50	-	-
100	PGA (g)	0.15	0.60	0.35	0.60	0.80	0.70	-	-

Componentes y sistemas no estructurales		Parámetros para fragilidades sísmicas							
Tipo de componente ^a	EDP	DS1		DS2		DS3		DS4	
		x_m	β	x_m	β	x_m	β	x_m	β
101		-	-	-	-	-	-	0.40	0.50
102	PFA (g)	-	-	-	-	-	-	1.00	0.50
103		-	-	-	-	0.60	0.50	-	-
104		-	-	0.42	0.40	-	-	-	-
105		-	-	-	-	0.60	0.50	-	-
106		-	-	0.40	0.50	-	-	-	-
107	PGA (g)	-	-	-	-	1.50	0.50	-	-
108		-	-	-	-	1.50	0.50	-	-
109		-	-	-	-	0.60	0.50	-	-
110	PFA (g)	-	-	0.19	0.50 ^b	-	-	-	-

^a La enumeración corresponde al nombre de tipo de componente o fragilidades sísmicas especificado en cada figura de las curvas de fragilidad

^b Valor adoptado en esta investigación

Los parámetros de las curvas de fragilidad sísmica de la subcategoría de Servicios Médicos se encuentran asociados a curvas de fragilidad más adecuadas a este tipo de componentes. Los criterios de agrupación se describen en el Capítulo 3

Tabla B- 17. Resumen de los parámetros de la curva de fragilidad sísmica de componentes y sistemas no estructurales: subcategoría Gases Médicos Categoría equipamiento médico

Componentes y sistemas no estructurales		Parámetros para fragilidades sísmicas							
Tipo de componente ^a	EDP	DS1		DS2		DS3		DS4	
		x_m	β	x_m	β	x_m	β	x_m	β
111	PGA (g)	-	-	-	-	-	-	0.70 ^c	0.50 ^c
112		-	-	-	-	0.50	0.25	-	-
113	PFA (g)	-	-	-	-	0.55	0.50	1.10	0.50
114		-	-	-	-	1.20	0.50	2.40	0.50
115		-	-	-	-	-	-	2.25	0.50

^a La enumeración corresponde al nombre de tipo de componente o fragilidades sísmicas especificado en cada figura de las curvas de fragilidad

^c Los parámetros de las curvas de fragilidad sísmica de la subcategoría de Gases Médicos se encuentran asociados a curvas de fragilidad más adecuadas a este tipo de componentes. Los criterios de agrupación se describen en el Capítulo 3

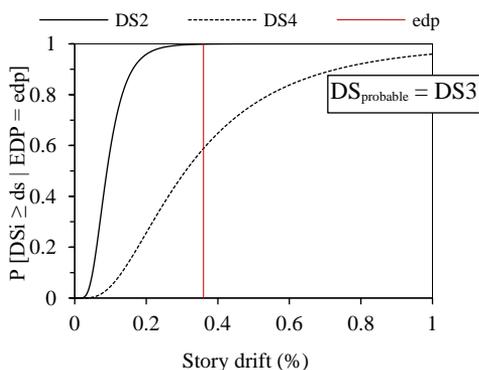
Tabla B- 18. Resumen de los parámetros de la curva de fragilidad sísmica de componentes y sistemas no estructurales: subcategoría de mobiliario, accesorios, estanterías, entre otros. Categoría contenidos

Componentes y sistemas no estructurales		Parámetros para fragilidades sísmicas							
Tipo de componente ^a	EDP	DS1		DS2		DS3		DS4	
		x_m	β	x_m	β	x_m	β	x_m	β
116		-	-	0.42	0.40	-	-	-	-
117		-	-	0.70	0.60	-	-	-	-
118		-	-	-	-	1.50	0.50	-	-
119	PFA (g)	-	-	-	-	-	-	0.25	0.50
120		-	-	-	-	0.65	0.21	1.18	0.21
121		-	-	-	-	-	-	0.60	0.60
122		-	-	-	-	1.00	0.40	-	-
123		-	-	-	-	-	-	2.50	0.50

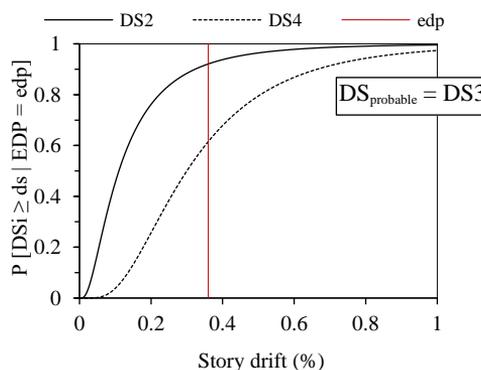
Componentes y sistemas no estructurales		Parámetros para fragilidades sísmicas							
Tipo de componente ^a	EDP	DS1		DS2		DS3		DS4	
		x_m	β	x_m	β	x_m	β	x_m	β
124		-	-	-	-	-	-	0.40	0.50
125		-	-	-	-	-	-	1.00	0.50

^a La enumeración corresponde al nombre de tipo de componente o fragilidades sísmicas especificado en cada figura de las curvas de fragilidad

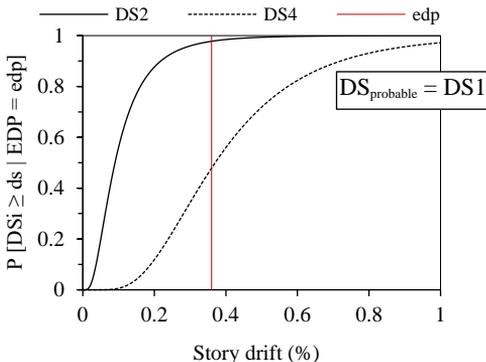
Las Figuras B-4 a B-10 resumen las probabilidades de alcanzar distintos niveles de daño en función de EDP: derivas de entrepiso y las aceleraciones de piso o las aceleraciones del suelo para el caso de estudio 9, Hospital Dr. Guillermo Grant Benavente “La Torre de Paciente Crítico”, durante el terremoto del Maule M_w 8.8, Chile 2010.



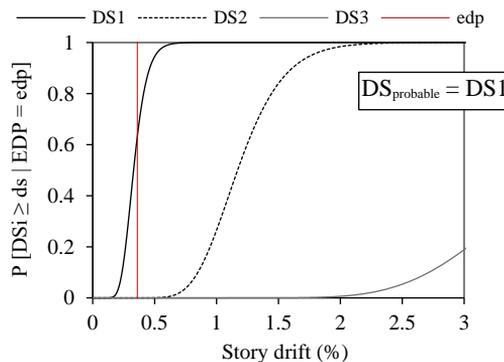
1) Muros de mampostería de ladrillo de arcilla hechos a mano. SDC A/B



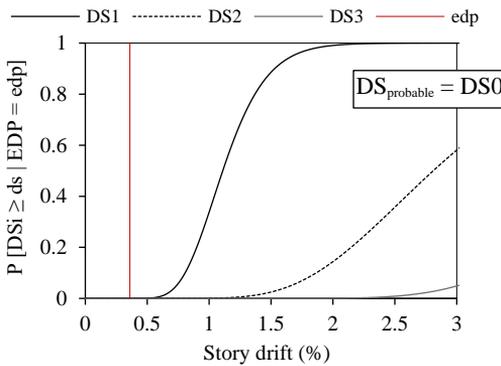
2) Paredes de mampostería de ladrillo de arcilla hechas a máquina. SDC A/B



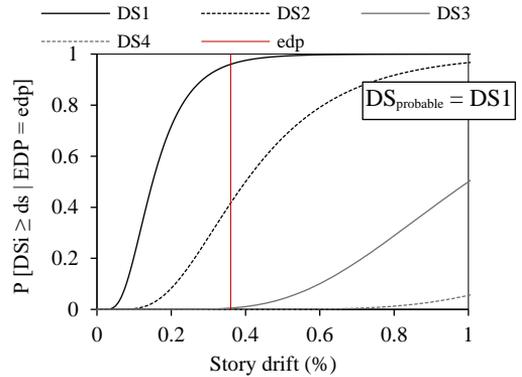
3) Paredes de mampostería de bloques de hormigón. SDC A/B



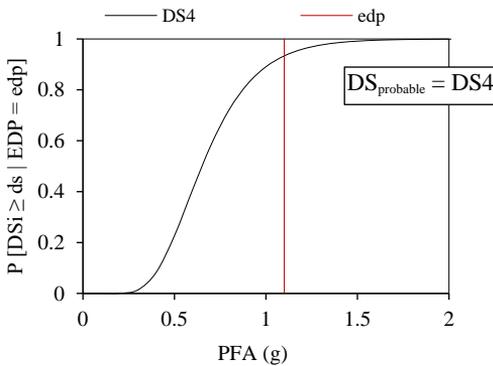
4) Paredes de fachadas con un marco de acero doble (uno interior y otro exterior) con conexiones básicas (fijas). SDC N/A



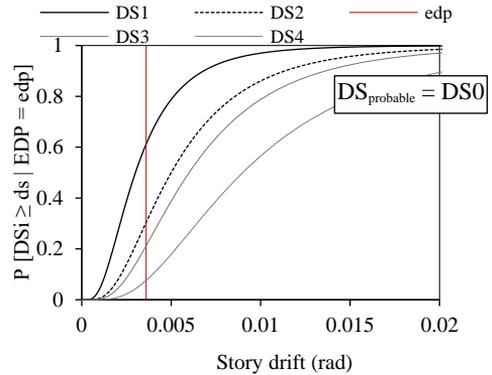
5) Paredes de fachadas con un marco de acero doble (uno interior y otro exterior) con conexiones deslizantes. SDC N/A



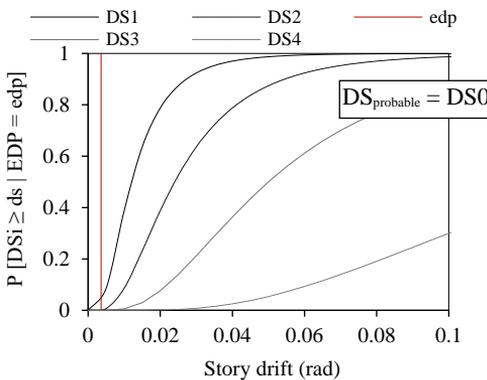
6) Muros de relleno de mampostería con aberturas. SDC A/B



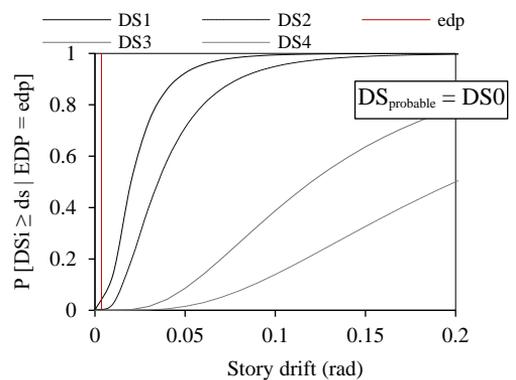
7) Muros de relleno de mampostería arriostrados a intervalos regulares a 3 m o menos. SDC A/B



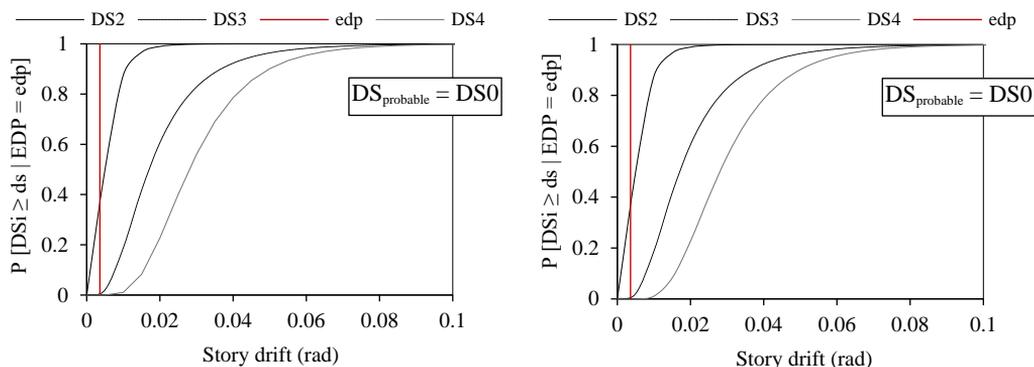
8) Ventanas con vidrio monolítico recocido. Con marco de aluminio. SDC A/B



9) Ventanas con marco de aluminio y vidrio monolítico recocido, con la adición de película adhesiva de tereftalato de polietileno (PET) a un lado del panel de vidrio. SDC N/A

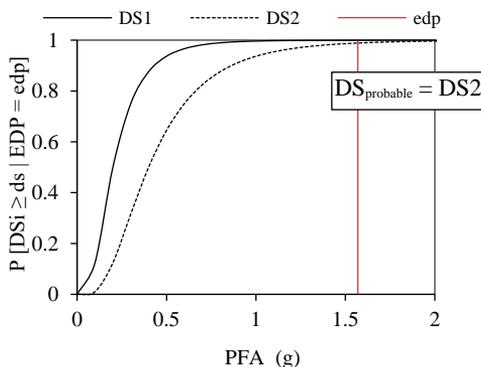


10) Ventana con marco de aluminio y vidrio laminado. SDC N/A



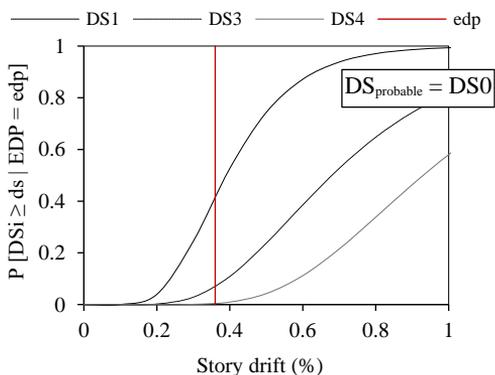
11) Escaleras prefabricadas de acero. SDC C

12) Escaleras de hormigón armado. SDC C

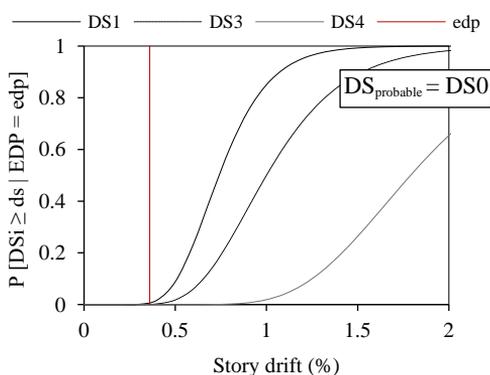


13) Parapetos de mampostería. SDC A/B

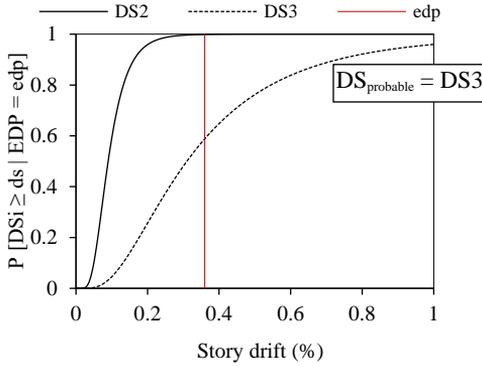
Figura B- 4. Curvas de fragilidad sísmica: subcategoría exterior. Categoría elementos arquitectónicos



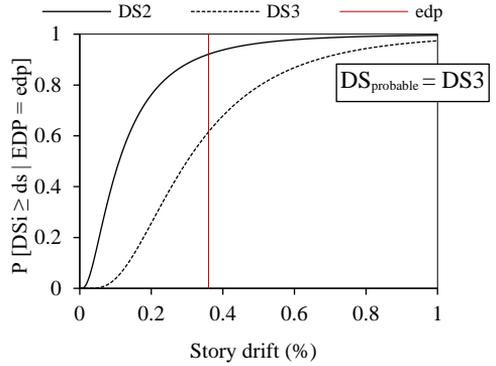
14) Tabiques de yeso con marco de acero conformado en frío. Altura completa. SDC N/A



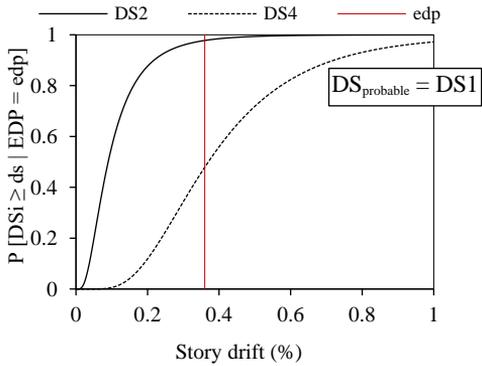
15) Tabiques de yeso con marco de acero conformado en frío. Altura parcial. SDC N/A



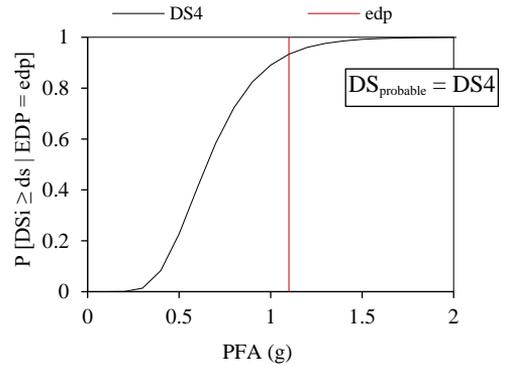
16) Muros de mampostería de ladrillo de arcilla hechos a mano. SDC N/A



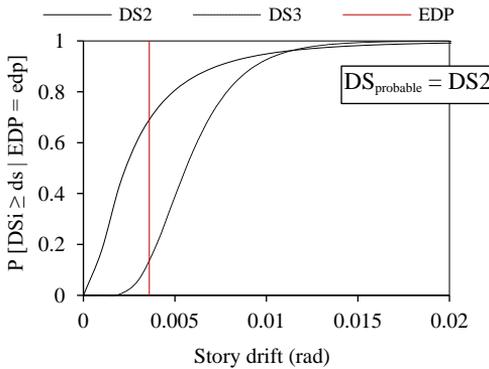
17) Paredes de mampostería de ladrillo de arcilla hechas a máquina. SDC N/A



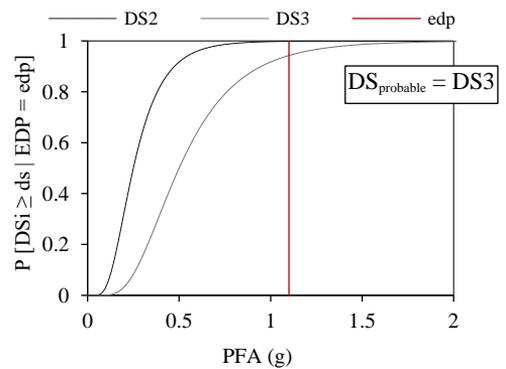
18) Paredes de mampostería de bloques de hormigón. SDC N/A



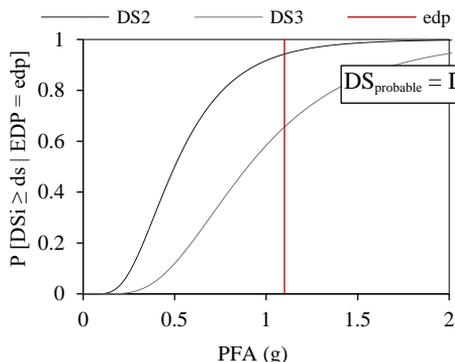
19) Muros de relleno de mampostería arriostrados a intervalos regulares a 3 m o menos. SDC N/A



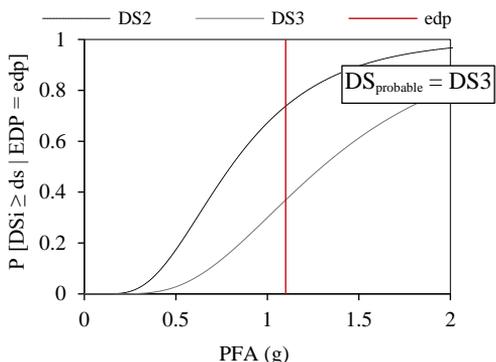
20) Puertas con marco de madera. SDC N/A



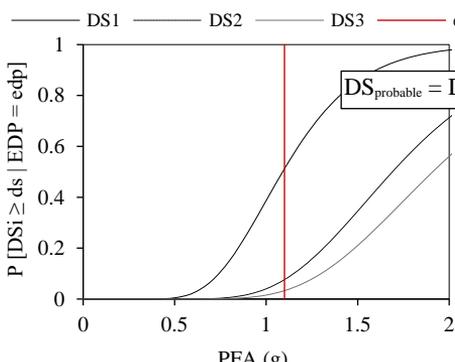
21) Falso techo. Soporte colgante de alambre. SDC N/A



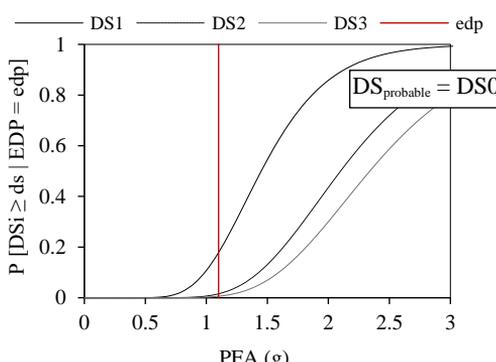
22) Falso techo. Alambre de soportes laterales. SDC N/A



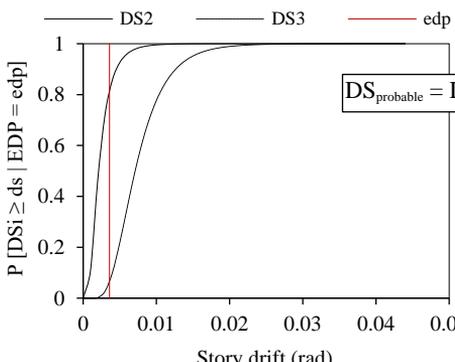
23) Falso techo. Alambre de puntales de compresión. SDC N/A



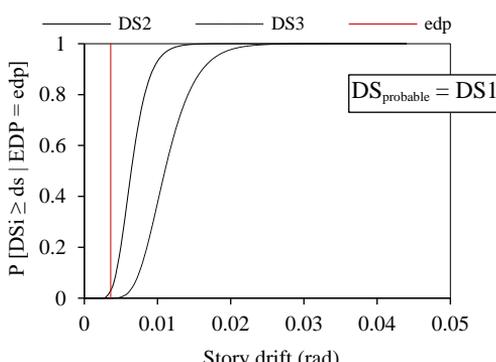
24) Falso techo con soporte vertical y lateral, más ángulo perimetral. SDC D



25) Falso techo con soporte vertical y lateral, más ángulo perimetral más ancho. SDC E/F

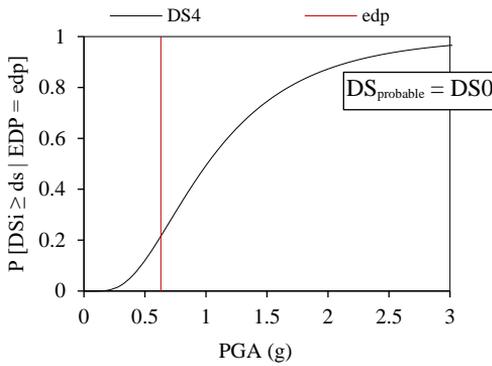


26) Acabados de pared: cerámicas. Altura completa. SDC N/A

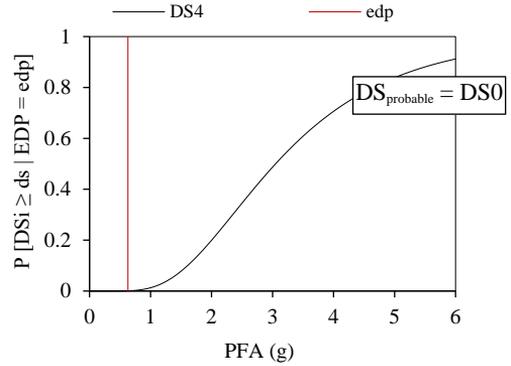


27) Acabados de pared: cerámicas. Altura parcial. SDC N/A

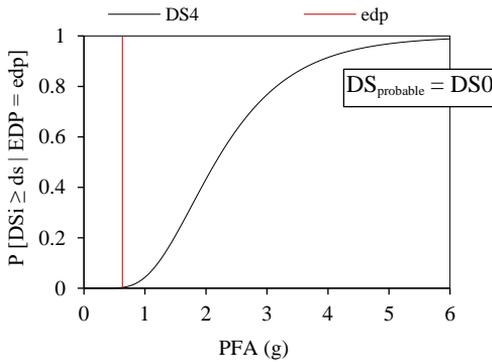
Figura B- 5. Curvas de fragilidad sísmica: subcategoría interior. Categoría elementos arquitectónicos



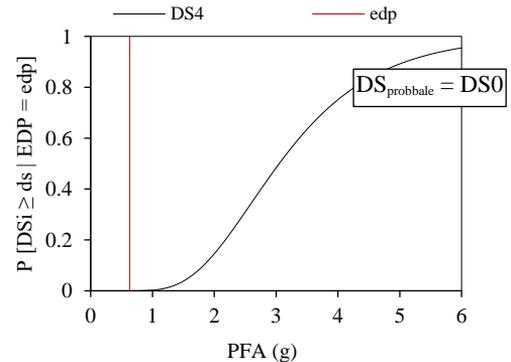
28) Transformadores de servicio primario. SDC D



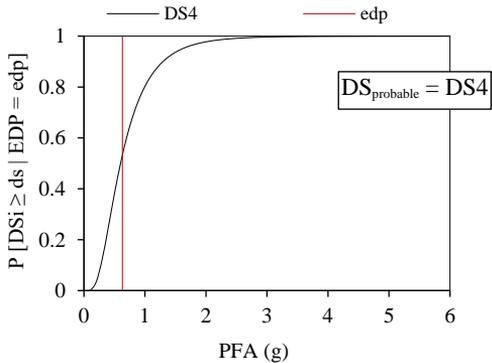
29) Transformadores de servicio primario. SDC E/F



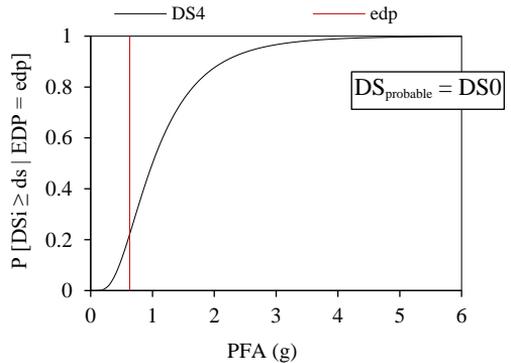
30) Panel general de baja tensión. SDC D



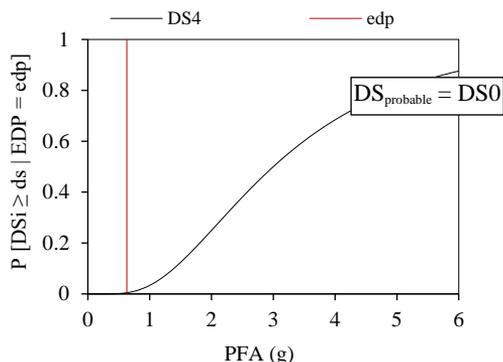
31) Panel general de baja tensión. SDC E/F



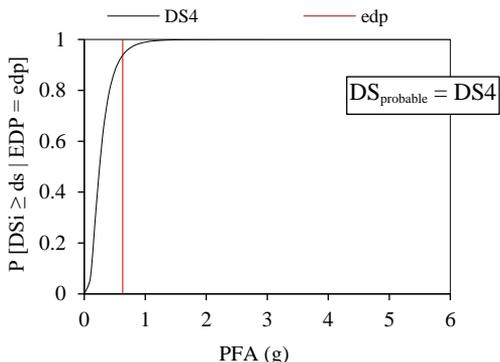
32) Cuadro eléctrico secundario. SDC A/B



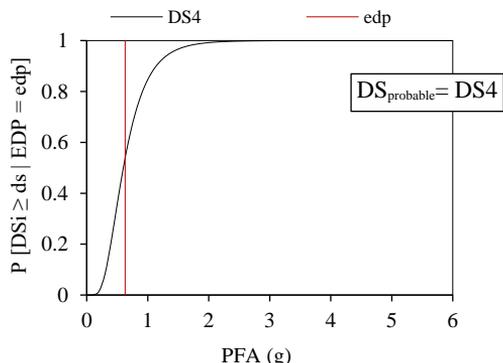
33) Cuadro eléctrico secundario. SDC D



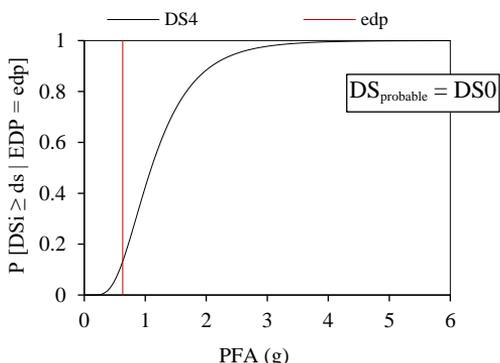
34) Cuadro eléctrico secundario. SDC E/F



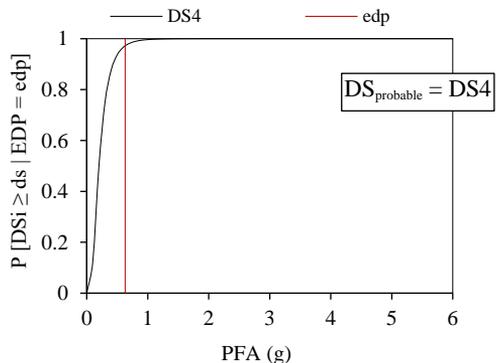
35) Grupo electrógeno. SDC A/B



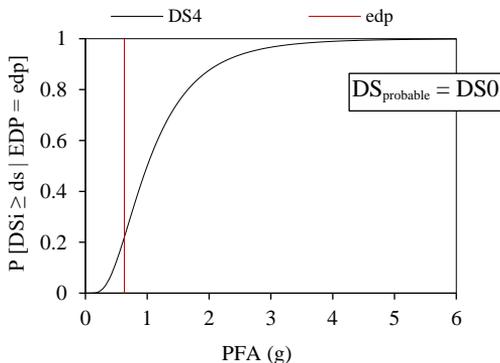
36) Grupo electrógeno. SDC D



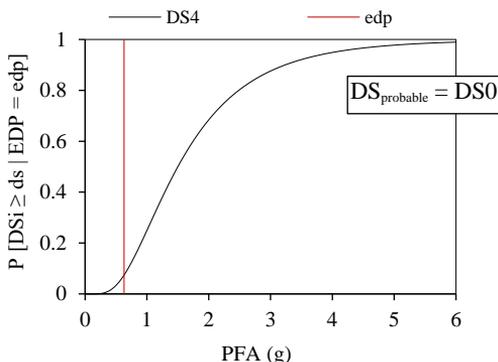
37) Grupo electrógeno. SDC E/F



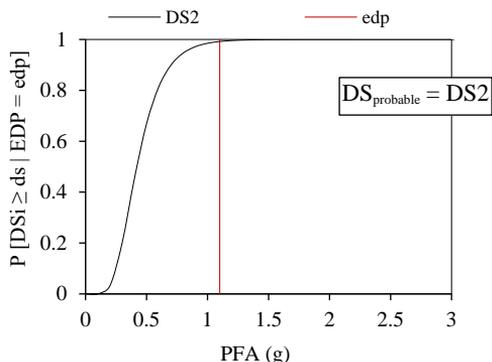
38) SAIs o UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida). SDC A/B



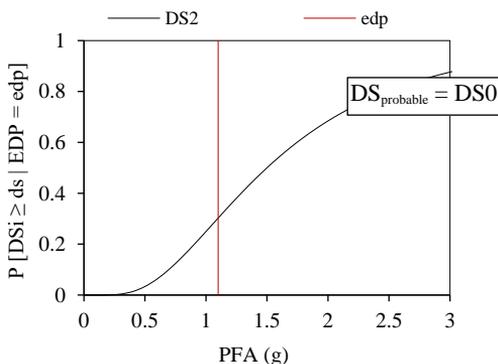
39) SAIs o UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida). SDC D



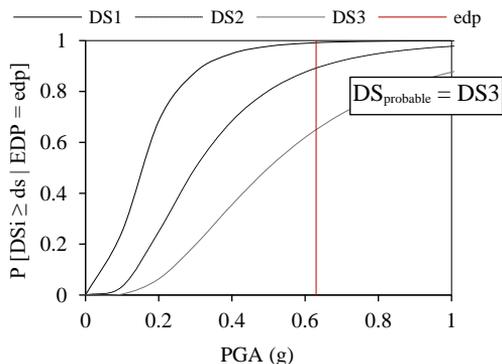
40) SAIs o UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida). SDC E/F



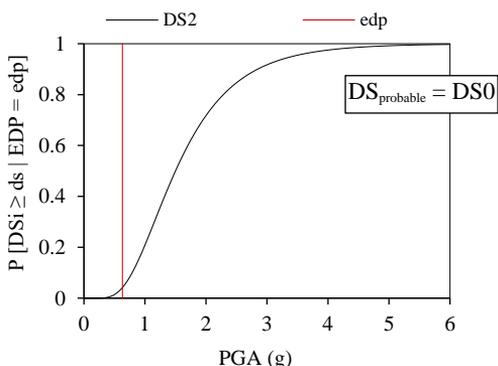
41) Bastidores de almacenamiento del centro de procesamiento de datos. SDC C



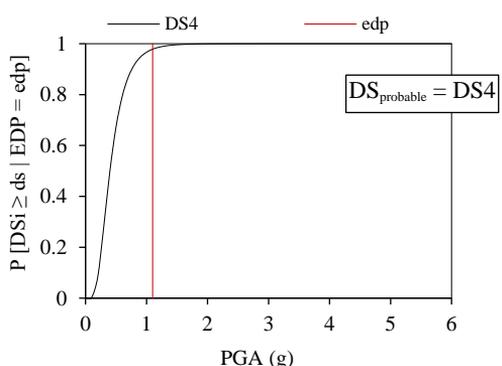
42) Bastidores de almacenamiento del centro de procesamiento de datos. SDC D



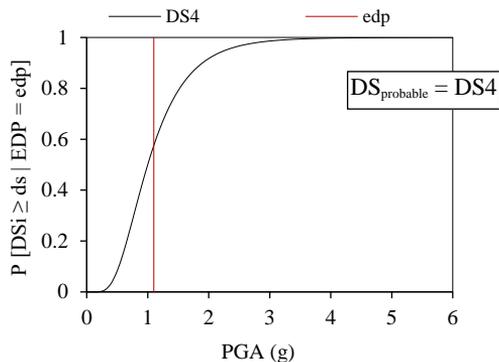
43) Bastidores secundarios de la red integrada de voz-datos y subestaciones del sistema de gestión. SDC C



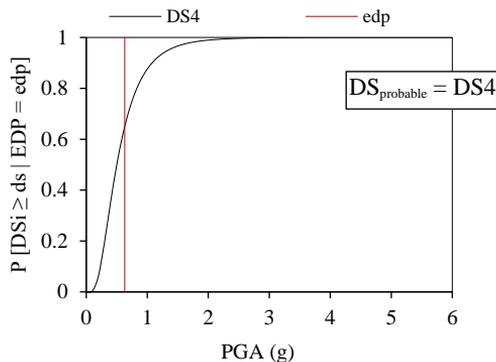
44) Racks secundarios de la red integrada de voz-datos y subestaciones del sistema de gestión. SDC D



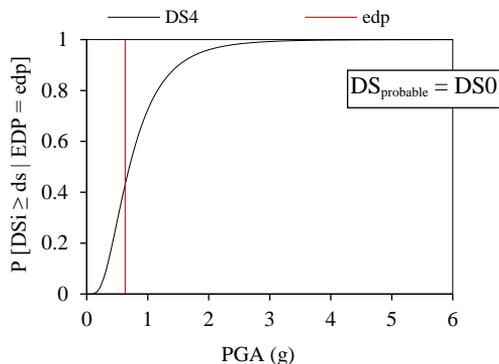
45) Puesto de control central del sistema de gestión. Electrónica de escritorio; incluye ordenadores, monitores, equipos de sonido, etc., apoyados en superficie lisa. SDC N/A



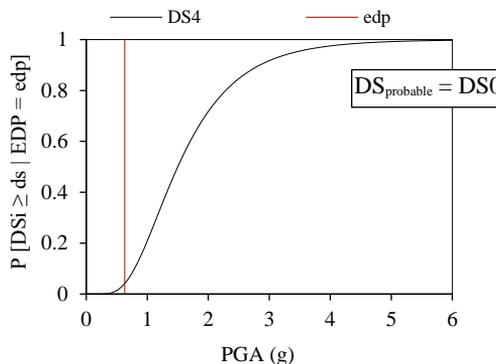
46) Puesto de control central del sistema de gestión. Electrónica de escritorio; incluye ordenadores, monitores, equipos de sonido, etc., apoyados en superficie antideslizante. SDC N/A



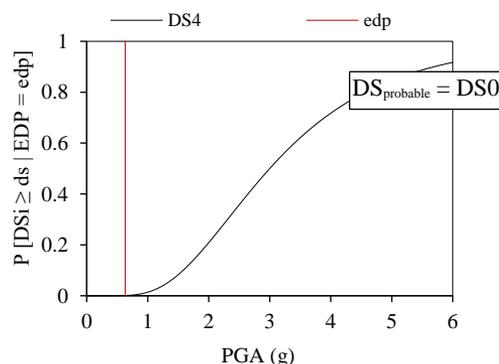
47) Pisos elevados. SDC A/B



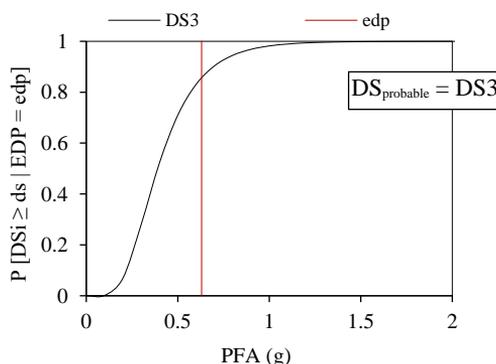
48) Pisos elevados. SDC C



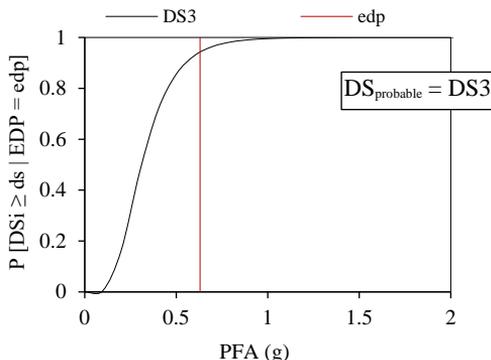
49) Pisos elevados. SDC D



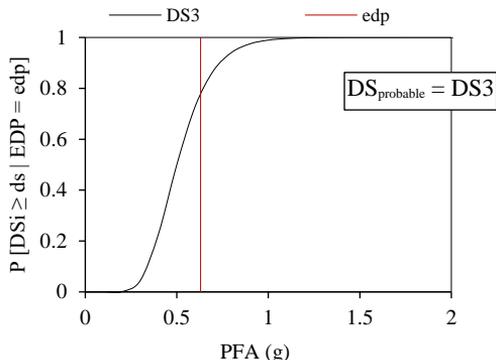
50) Pisos elevados. SDC E/F



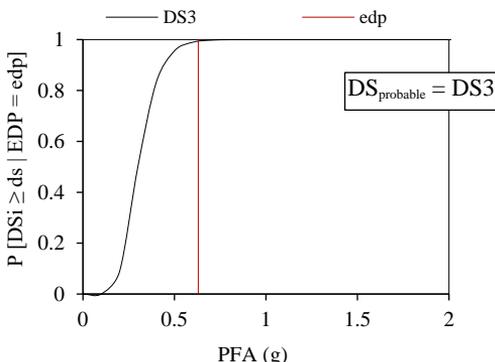
51) Ascensor de tracción. SDC D



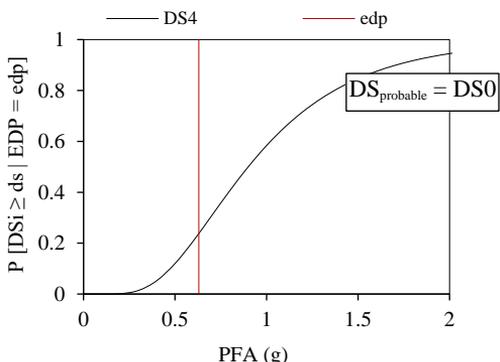
52) Ascensor de tracción. SDC A/B



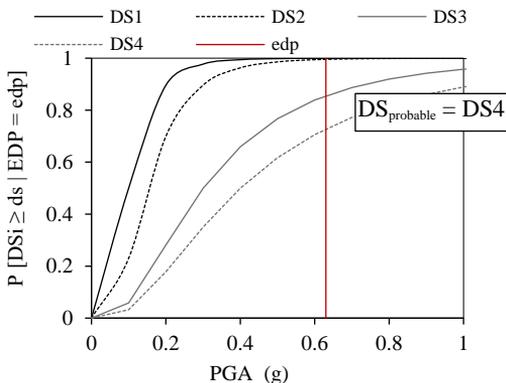
53) Ascensor hidráulico. SDC D



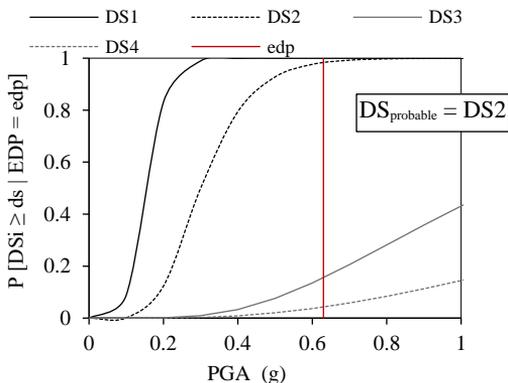
54) Ascensor hidráulico. SDC A/B



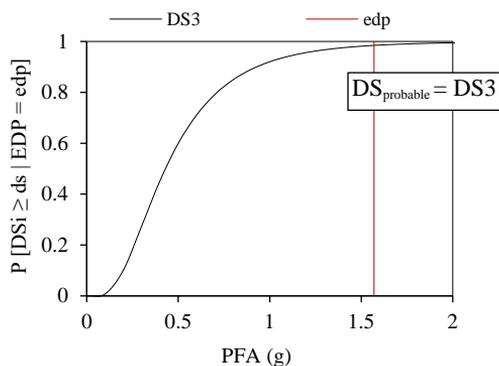
55) Ascensor. SDC E/F



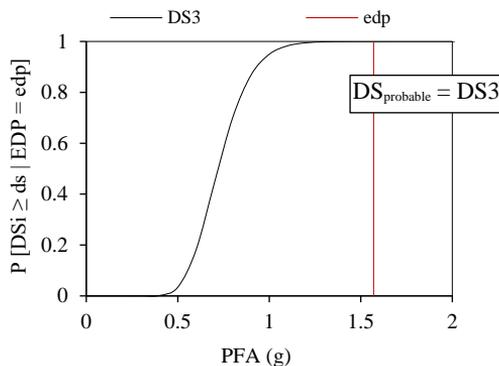
56) Depósito de agua potable. Estación de bombeo de agua potable. SDC A/B



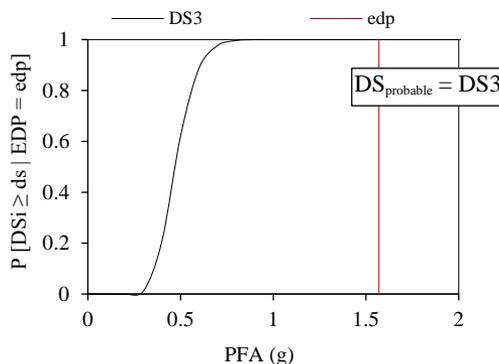
57) Depósito de agua potable. Estación de bombeo de agua potable. SDC D



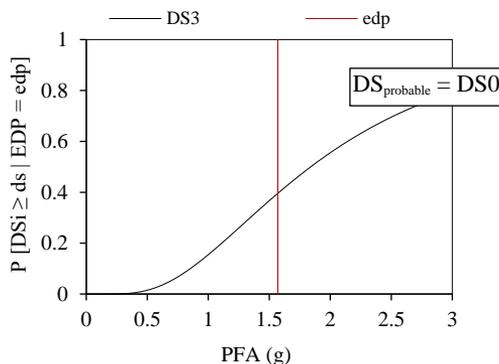
58) Máquinas enfriadoras y calderas. SDC C



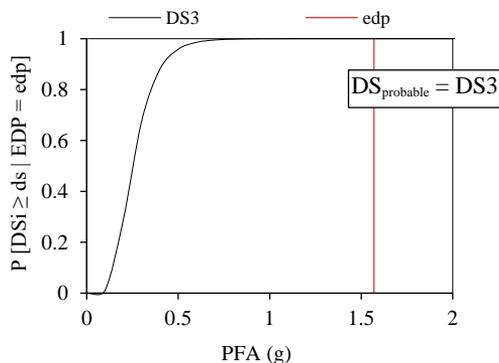
59) Máquinas enfriadoras y calderas. SDC D



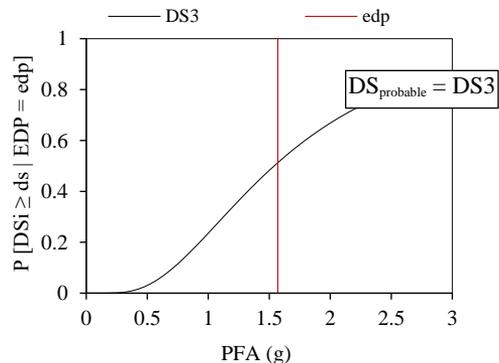
60) Electrobombas. SDC C



61) Electrobombas. SDC D

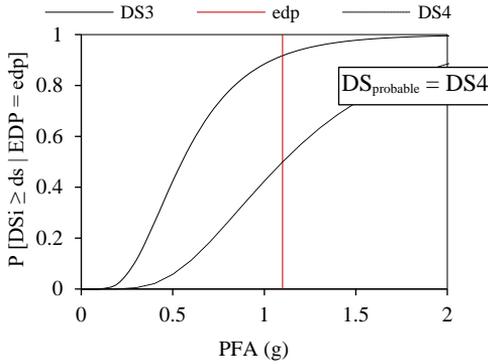


62) Unidades climatizadoras. SDC C

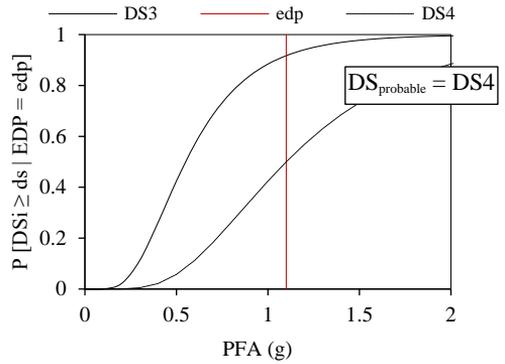


63) Unidades climatizadoras. SDC D

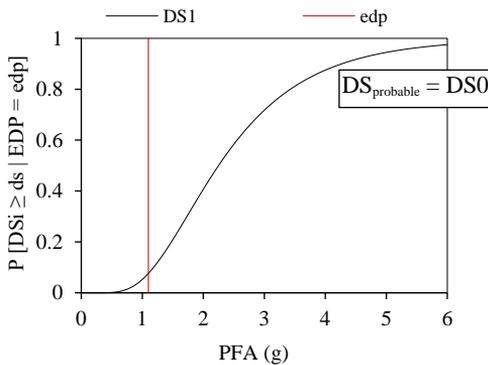
Figura B- 6. Curvas de fragilidad sísmica: equipos de sistemas críticos. Categoría de instalaciones



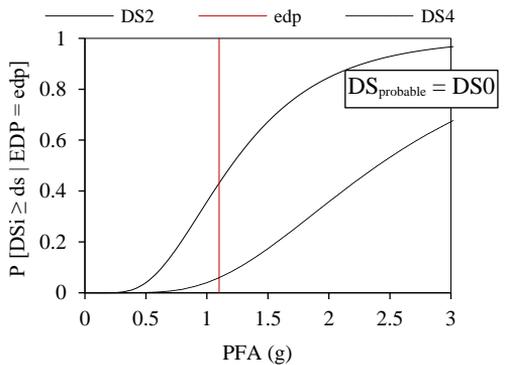
64) Tuberías de agua potable: SDC A/B



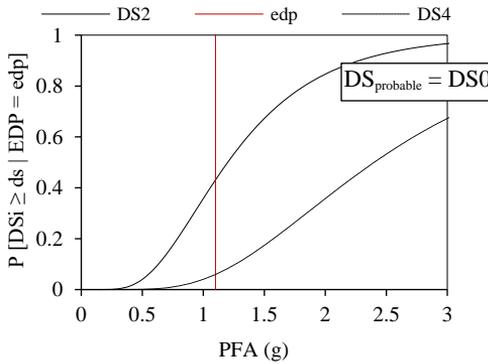
65) Tuberías de agua potable. SDC C



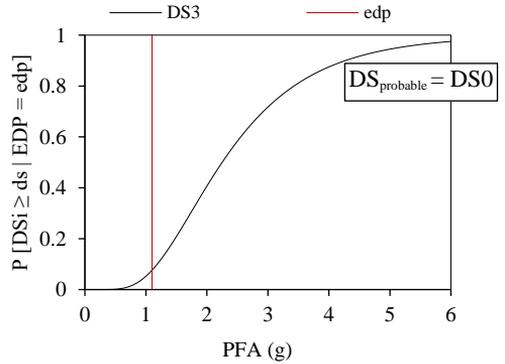
66) Tuberías de agua potable. SDC D, E/F



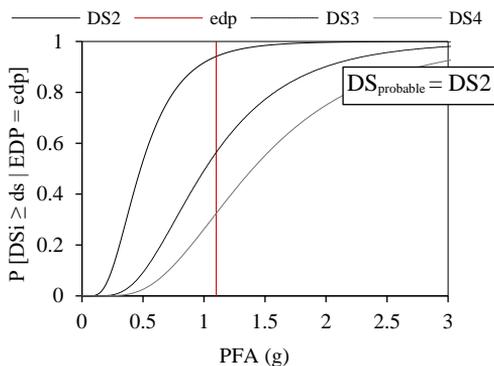
67) Tuberías de saneamiento. SDC A/B



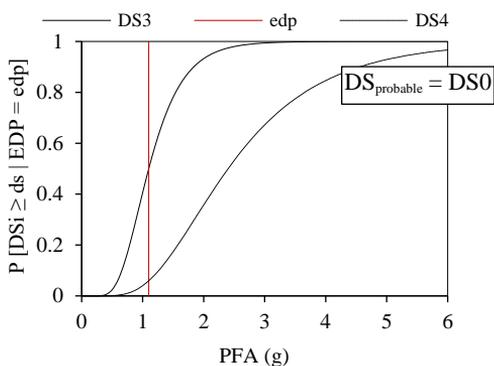
68) Tuberías de saneamiento. SDC C



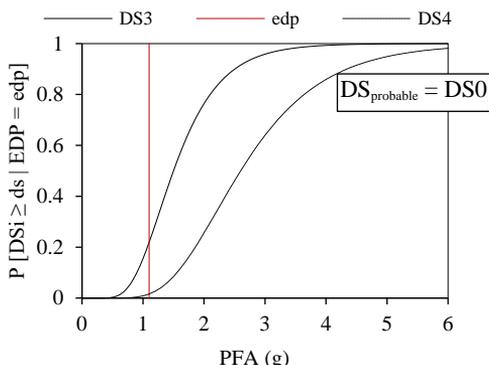
69) Tuberías de saneamiento. SDC D, E/F



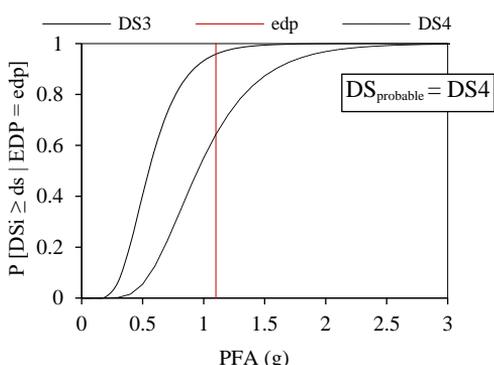
70) Sistemas de tuberías de rociadores contra incendios con juntas roscadas. SDC N/A



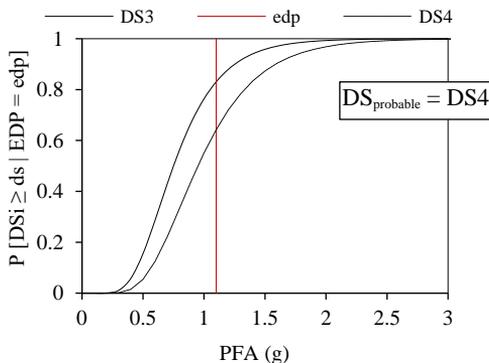
71) Tubería de agua para rociadores contra incendios: tuberías horizontales principales y ramas. SDC C



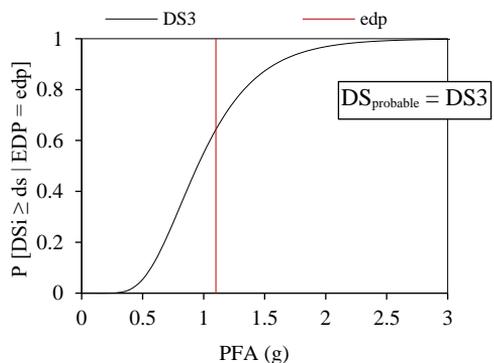
72) Tubería de agua para rociadores contra incendios: tuberías horizontales principales y ramas. SDC D, E/F



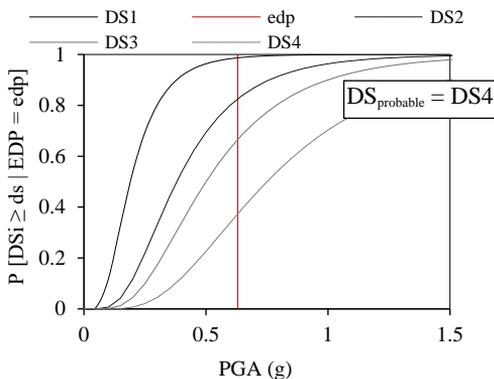
73) Rociador contra incendios en el techo suspendido. SDC A/B



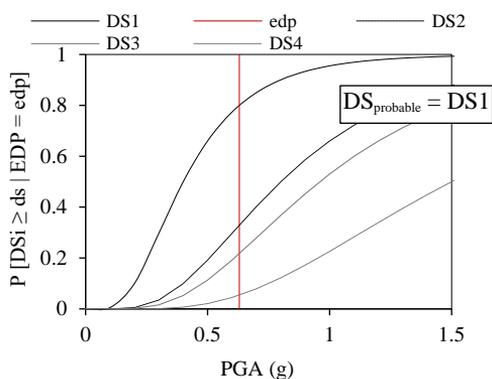
74) Rociador contra incendios en el techo suspendido. SDC C



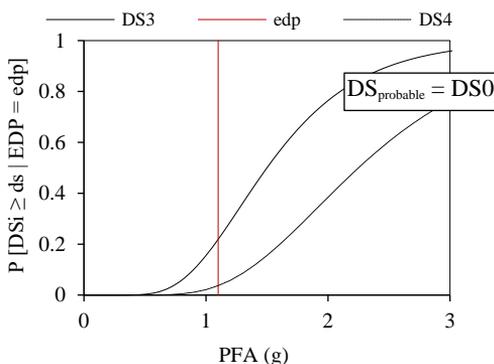
75) Rociador contra incendios en el techo suspendido. SDC D, E/F



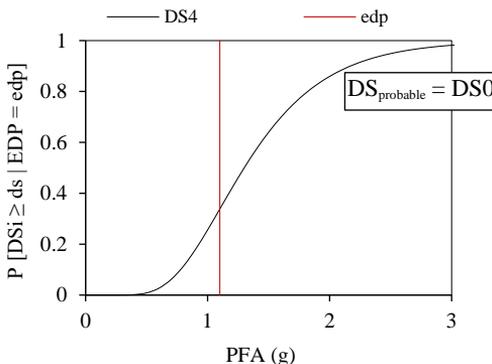
76) Conductos de climatización. Sujetos con varilla. SDC N/A



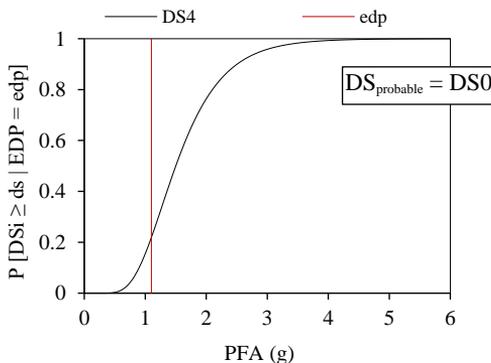
77) Conductos de climatización con varilla de instalación y tirantes oscilantes. SDC N/A



78) Conductos de climatización con chapa galvanizada. SDC D, E/F

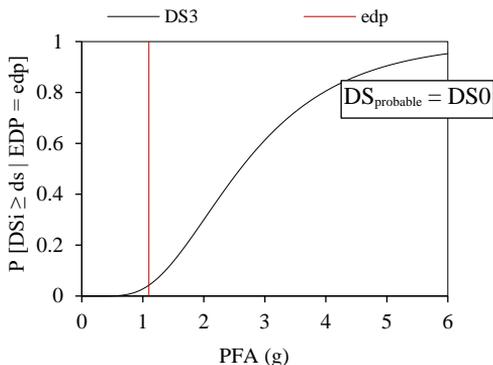


79) Difusores de climatización en techos suspendidos. Sin cables de seguridad independientes. SDC C

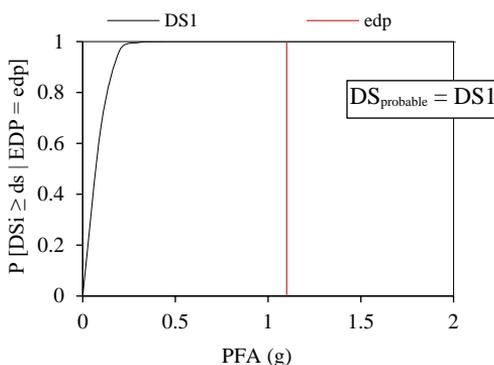


80) Difusores de climatización en techos suspendidos. Sin cables de seguridad independientes. SDC D

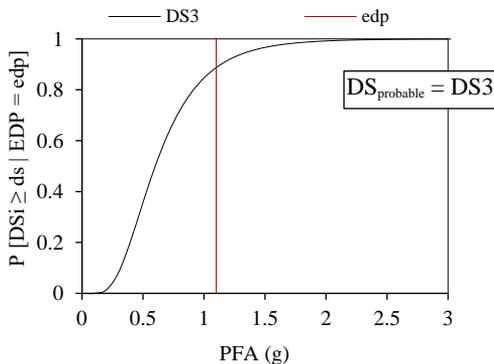
Figura B- 7. Curvas de fragilidad sísmica: subcategoría de sistemas distribuidos. Categoría de instalaciones



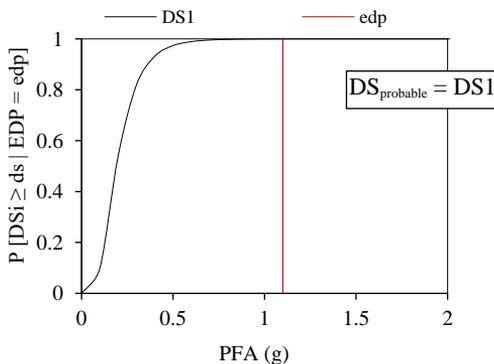
81) Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso medio (100-280 kg): cama eléctrica, armario informatizado de medicación (de media columna), y similares. SDC N/A



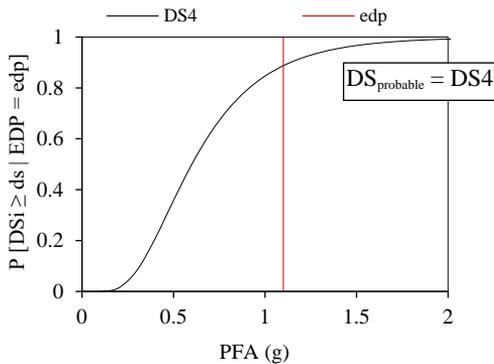
82) Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): equipos y mesas móviles, y similares. SDC A/B



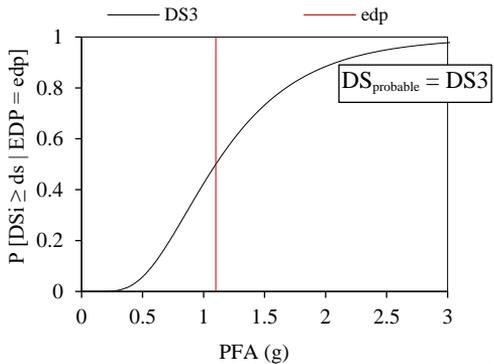
83) Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso medio (100-300 kg): incubadoras y similares. SDC N/A



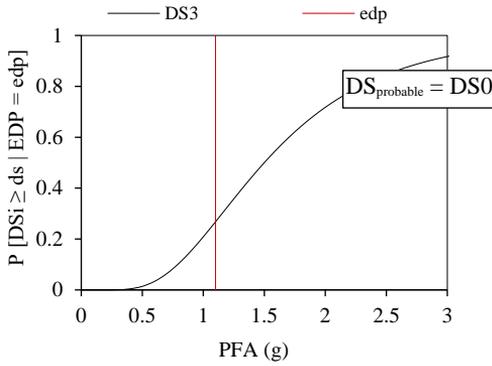
84) Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): soporte para bombas de infusión y soportes de sueros, y similares. SDC A/B



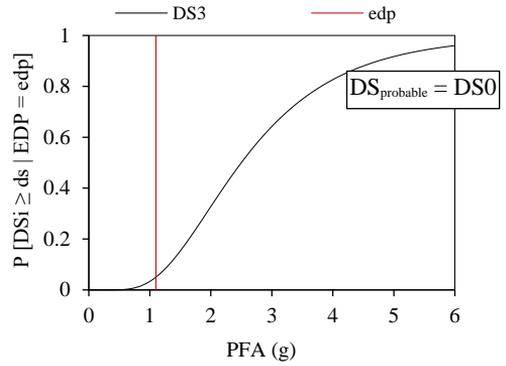
85) Equipos sujetos al forjado: cabeceros suspendidos (pontas). SDC A/B



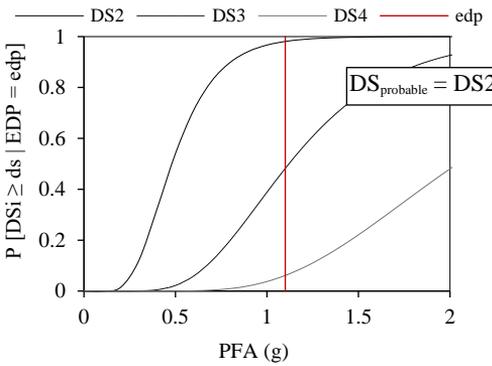
86) Equipos sujetos al forjado: cabeceros suspendidos (pontas). SDC C



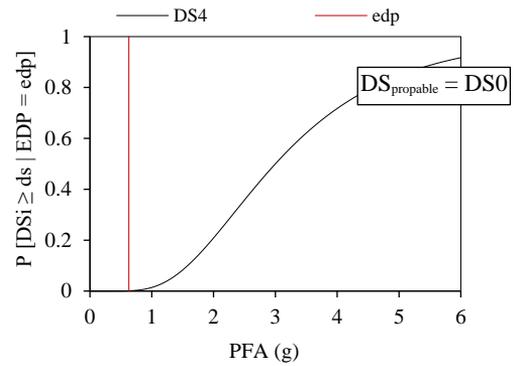
87) Equipos sujetos al forjado: cabeceros suspendidos (pontas). SDC D



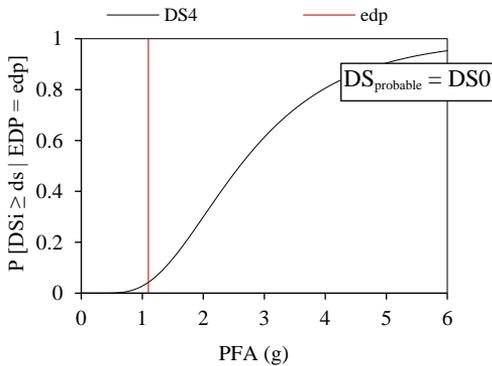
88) Equipos electrónicos apoyados en soportes de montaje en pared: cabeceros de pared. SDC N/A



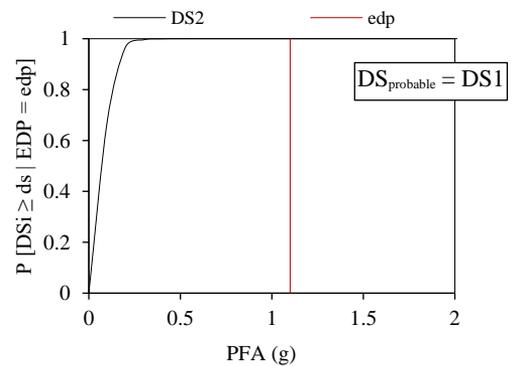
89) Urgencias (Nivel 1: Box de atención inmediata). SDC N/A



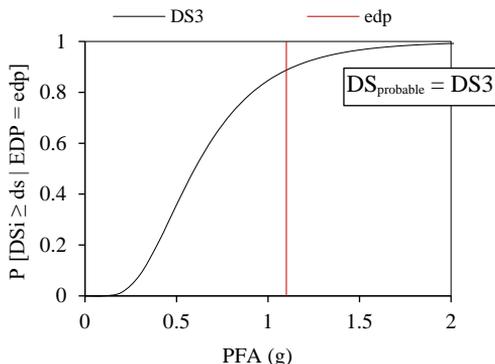
90) Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso alto (300-600 kg): equipo rayos X portátil y equipos móviles similares. SDC N/A



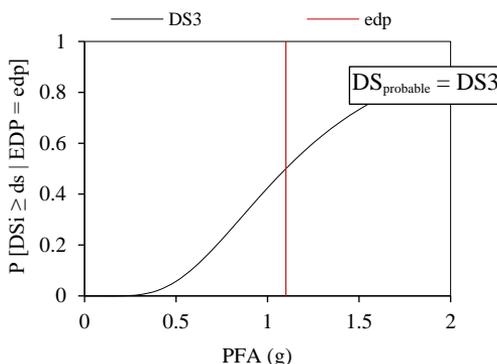
91) Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso medio (100-300 kg): mesa de operaciones, equipo de anestesia, y similares. SDC N/A



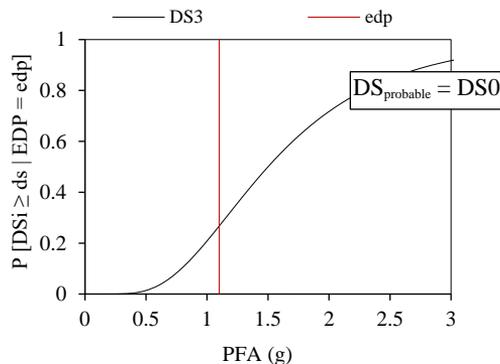
92) Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): equipos y mesas móviles, mesas de instrumental, y similares. SDC A/B



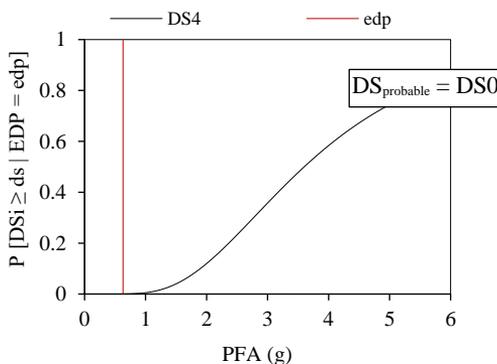
93) Equipos sujetos al forjado: lámparas quirúrgicas, torretas de cirujano y anestésista, pantallas de visualización, y similares. SDC A/B



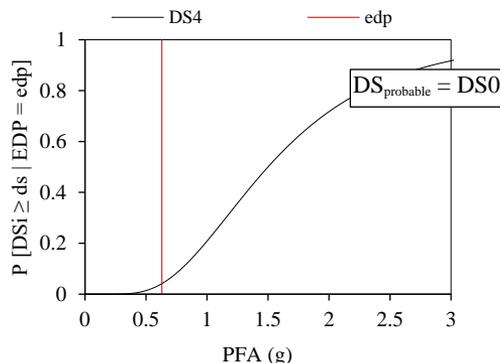
94) Equipos sujetos al forjado: lámparas quirúrgicas, torretas de cirujano y anestésista, pantallas de visualización, y similares. SDC C



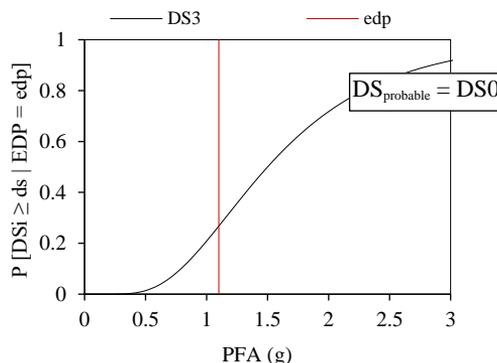
95) Equipos sujetos al forjado: lámparas quirúrgicas, torretas de cirujano y anestésista, pantallas de visualización, y similares. SDC D



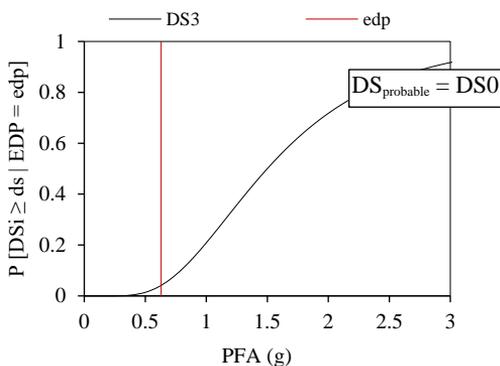
96) Equipos susceptibles a deslizamiento, robusto/rígido: Gantry (Resonancia Magnética Nuclear RMN, PET-TAC), y similares. SDC N/A



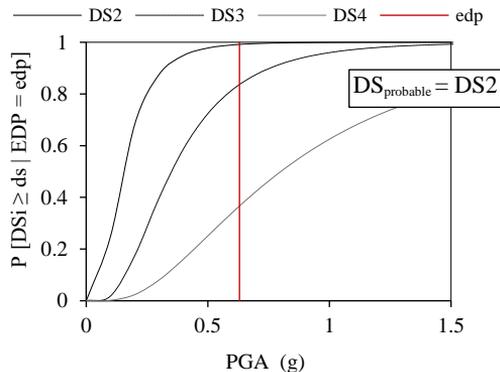
97) Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso alto (300-600 kg): mesa de paciente (TAC, equipos de rayos X convencional, RMN, Hemodinámica, PET-TAC, Gammacámara, y similares. SDC N/A



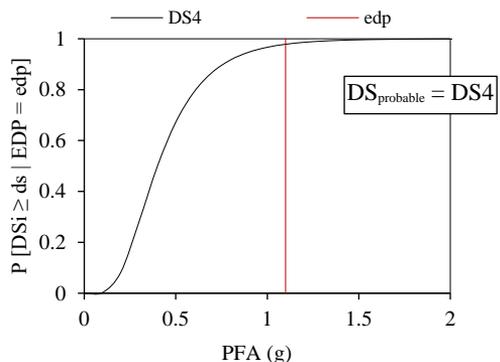
98) Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso medio (100-300 kg): cama eléctrica (Diálisis), equipo de cirugía laparoscópica, ecógrafo, mesa de endoscopia, y similares. SDC N/A



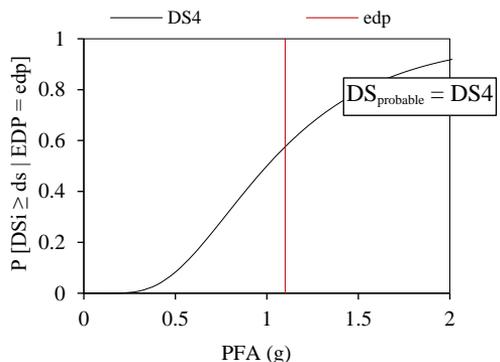
99) Equipos anclados en el piso: Telemando. SDC N/A



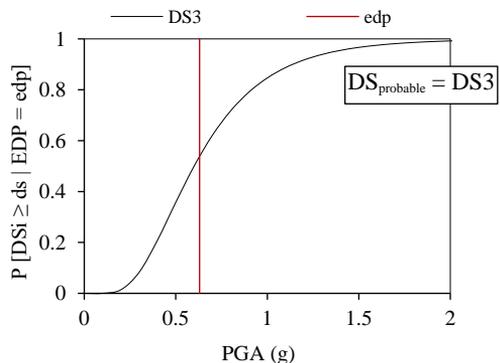
100) Equipos que se deslizan por carriles, soporte de techo: equipos de rayos X convencional, y similares. SDC N/A



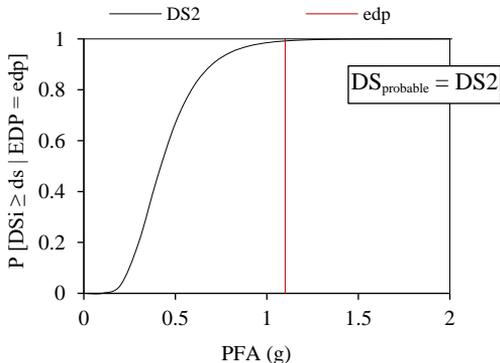
101) Electrónica de escritorio, apoyados en superficie lisa: consola para equipos de control y monitores, y similares. SDC N/A



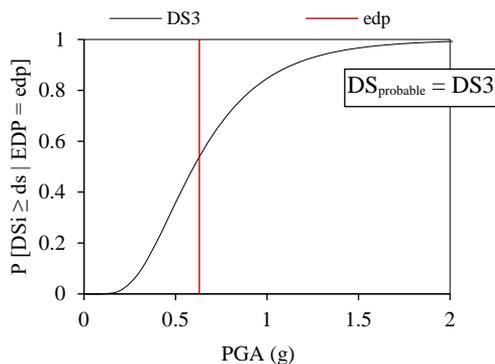
102) Electrónica de escritorio, apoyados en superficie antideslizante: consola para equipos de control y monitores, y similares. SDC N/A



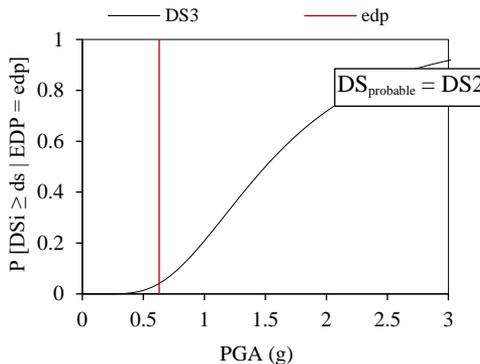
103) Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso medio (100-300 kg): Bancos de muestras, y similares. SDC N/A



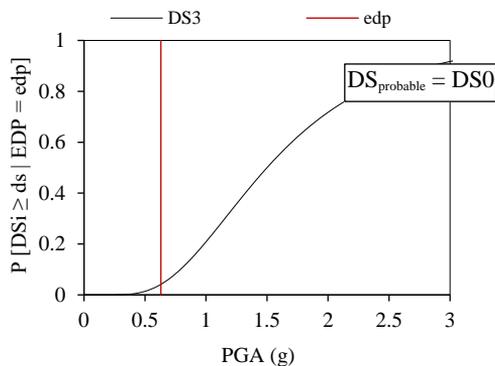
104) Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso alto (300-600 kg): carruseles verticales de medicamentos (tres columnas), y similares. SDC N/A



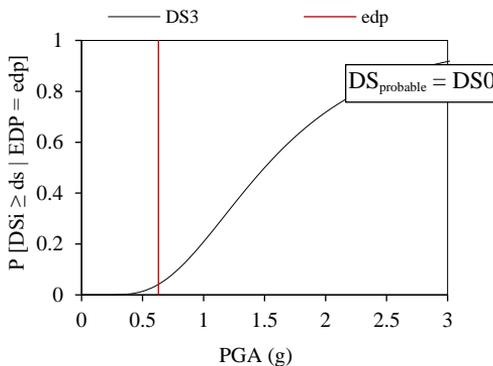
105) Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en el piso. Peso medio (100-300 kg): cabinas de trabajo, cabinas de seguridad, cámara frigorífica y Banco de Sangre, cabinas de preparación de parenterales y citostáticos, y similares. SDC N/A



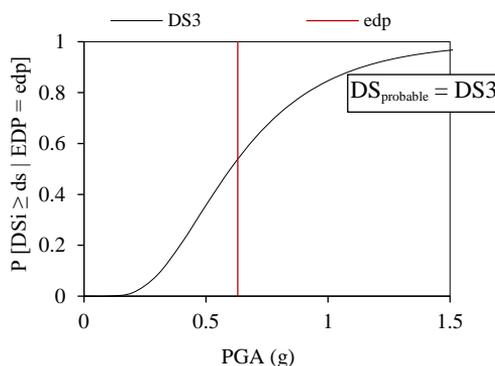
106) Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en el piso. Peso bajo (< 100 kg): ne-veras y congeladores, y similares. SDC N/A



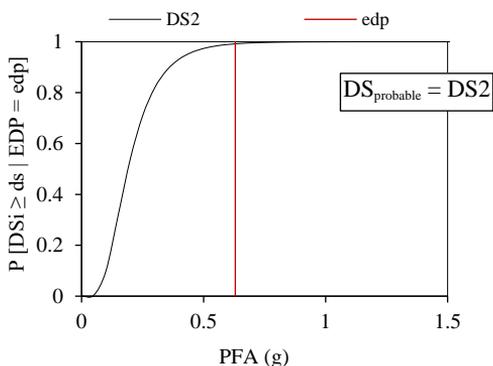
107) Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso alto (300-600 kg): tú-mulo mortuorio refrigerado, aparatos de cocción y lavado, cámaras frigoríficas (cocina), y similares. SDC N/A



108) Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso alto (100-300 kg): mesa de autopsias, y similares. SDC N/A



109) Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en el piso. Peso alto (300-600 kg): autoclaves de vapor y de baja temperatura, cámaras frigoríficas (2 cadáveres), aparatos de lavado, centrifugado y planchado, y similares. SDC N/A



110) Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): carros móviles en lavandería, y similares. SDC A/B

Figura B- 8. Curvas de fragilidad sísmica: subcategoría de Servicios Médicos. Categoría de equipamiento médico

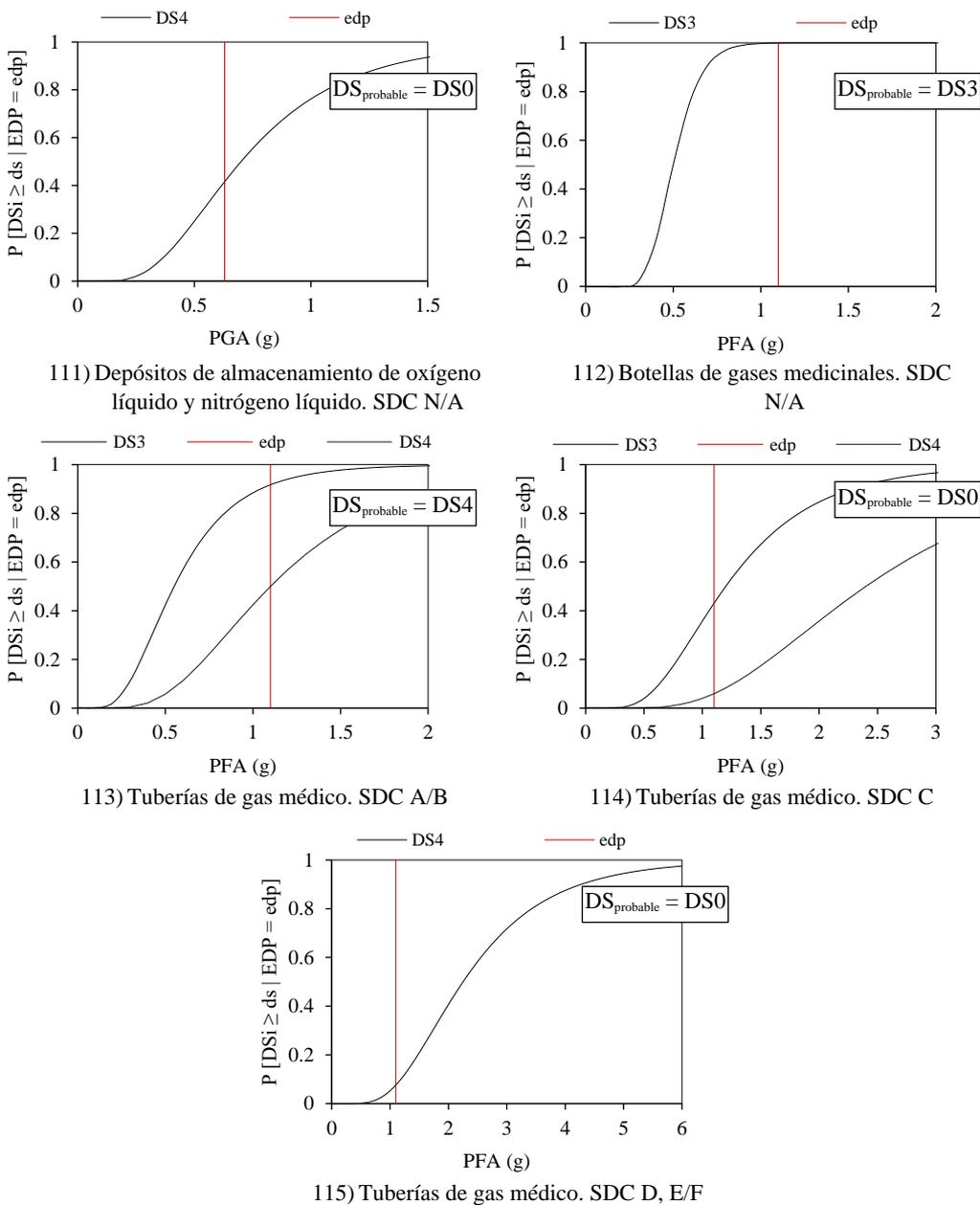
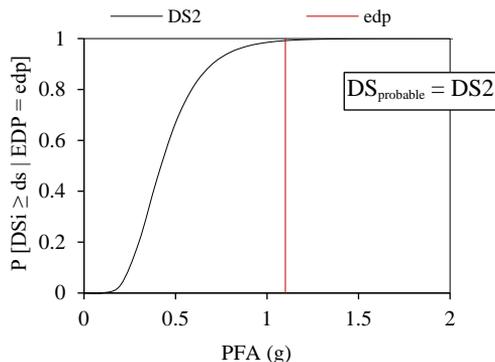
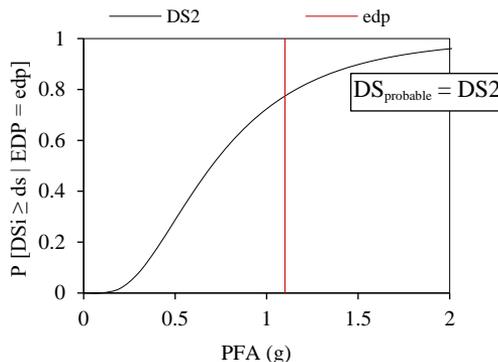


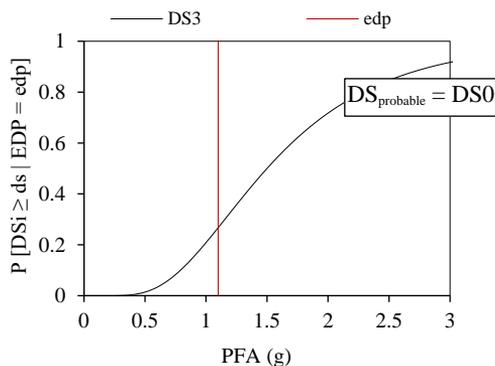
Figura B- 9. Curvas de fragilidad sísmica: subcategoría Gases Médicos. Categoría equipamiento médico



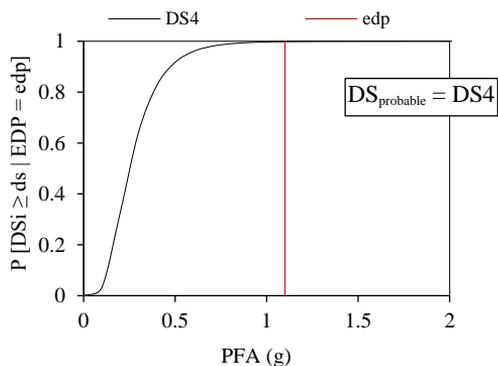
116) Bastidores (racks) de almacenamiento, de 3 a 5 niveles (4.40 – 6.0 m). SDC N/A



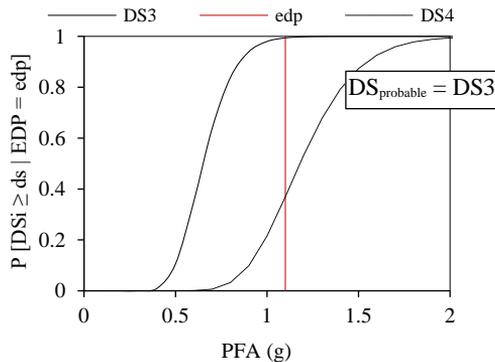
117) Bastidores de altura media (< 3 m). SDC C



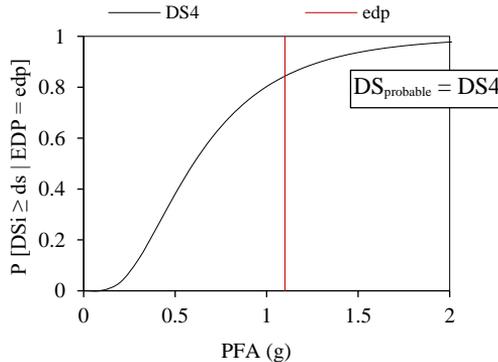
118) Bastidores de altura media (< 3 m). SDC D



119) Estanterías de vidrio sin puertas. SDC N/A



120) Estanterías de vidrio con puertas. SDC N/A



121) Armario de almacenamiento de productos/materiales peligrosos. SDC N/A

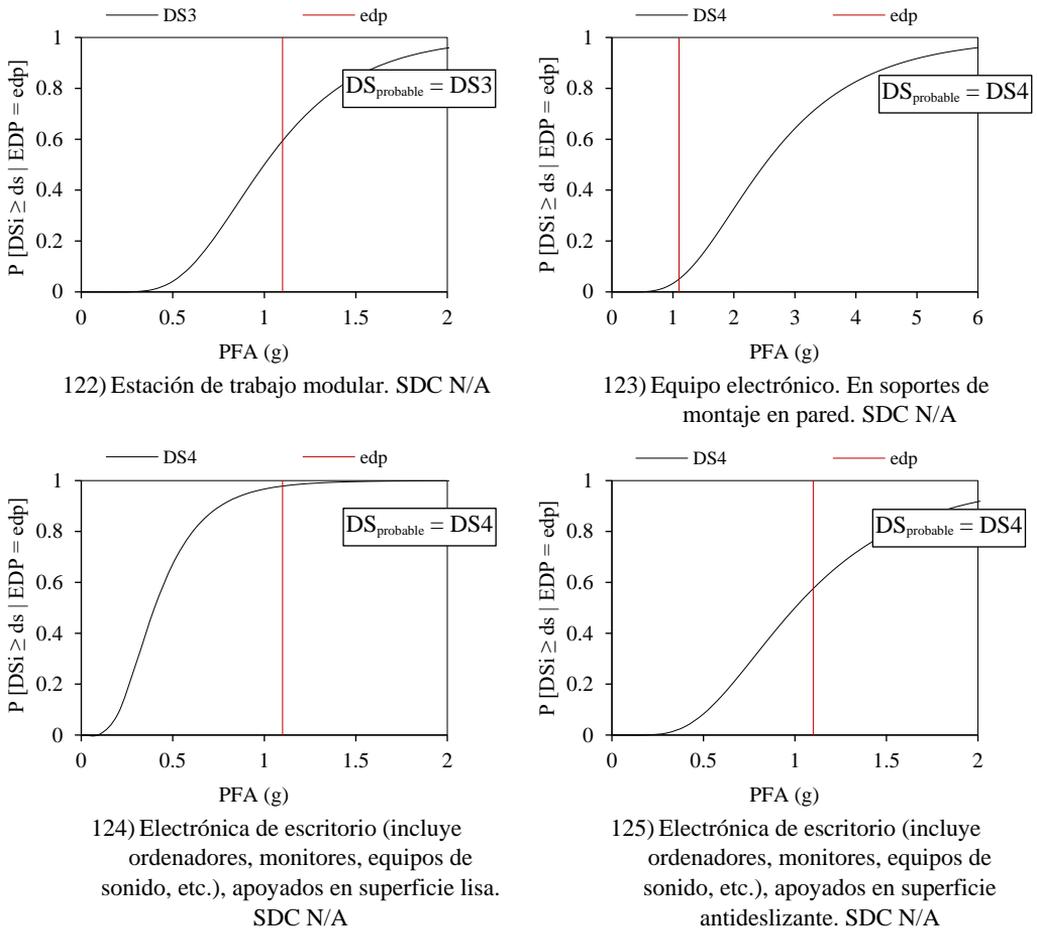


Figura B- 10. Curvas de fragilidad sísmica: subcategoría de mobiliario, accesorios, estanterías, entre otros. Categoría de Contenidos

B.3 Estudio de estados de daño

Este subapartado describe los estados de daño (DS) para cada curva de fragilidad sísmica consideradas en este estudio. Se resume los estados de daño de los elementos estructurales, y los estados de daño de componentes y sistemas no estructurales.

Estado de daños de elementos estructurales

Se resume las descripciones para los estados de daño estructurales leve, moderado, extenso y completo para los tres tipos de sistemas resistentes considerados en este estudio. La descripción de daños y curvas de fragilidad se obtienen de HAZUS [FEMA, 2012c], para pórticos de hormigón armado, muros de corte de hormigón armado y pórticos de hormigón armado con paredes de relleno de mampostería sin refuerzo. En lo sucesivo, las grietas finas, submilimétricas, poseen un ancho comparable a un cabello. Las grietas pequeñas, son grietas visibles con un ancho

máximo menor a 1/8" (3.18 mm). Las grietas con anchos mayores que 1/8" se conocen como grietas "mayores".

- i. Pórticos de hormigón armado (C1). **Daño leve**, grietas finas cerca de los nudos o dentro de los nudos en algunas vigas y columnas. **Daño moderado**, la mayoría de las vigas y columnas exhiben grietas finas. En los pórticos dúctiles, algunos de los elementos del pórtico exhiben desprendimiento de concreto. Los pórticos no dúctiles pueden exhibir grietas de corte y mayor desprendimiento de concreto. **Daño extenso**, algunos de los elementos del pórtico han alcanzado su capacidad máxima indicada en pórticos dúctiles por grandes grietas de flexión, hormigón triturado, etc. Los elementos del pórtico no dúctil pueden resultar en un colapso parcial. **Daño completo**, la estructura está colapsada o en peligro inminente de colapso.
- ii. Muros de corte de hormigón armado (C2). **Daño leve**, grietas diagonales finas en la mayoría de las superficies de muros de corte de hormigón. **Daño moderado**, algunos muros de corte exhiben grietas diagonales, además, exhibe desprendimientos de hormigón en los extremos de los muros. **Daño extenso**, la mayoría de los muros de corte han excedido su capacidad resistente por la presencia de grandes grietas diagonales, así como grandes desprendimientos de hormigón alrededor de las grietas. **Daño completo**, estructura colapsada o en peligro inminente de colapso debido al daño de la mayoría de los muros de corte y daño de algunas vigas.
- iii. Pórticos de hormigón armado con paredes de relleno de mampostería sin refuerzo (C3). Es un sistema estructural "compuesto" donde la resistencia lateral inicial es proporcionada por las paredes de relleno. De tal manera, que después del agrietamiento de los rellenos, el pórtico de hormigón "reforzado" por el relleno actúa como una resistencia lateral adicional. **Daño leve**, grietas finas diagonales (a veces horizontales) en la mayoría de las paredes de relleno. **Daño moderado**, algunos muros exhiben aplastamiento de ladrillo alrededor de los encuentros viga-columna. Se pueden observar grietas diagonales de corte en vigas o columnas de hormigón. **Daño extenso**, la mayoría de los muros de relleno presentan grandes grietas; algunos ladrillos pueden desprenderse y caerse; algunos muros de relleno pueden desaplomarse; algunos muros pueden caer parcial o totalmente. **Daño completo**, estructura colapsada o en peligro inminente de colapso debido a una combinación de daño total de los muros de relleno y daño no dúctil de las vigas y columnas de hormigón.

Estado de daños de componentes y sistemas no estructurales

Se describe el estado de daño correspondiente a cada fragilidad sísmica de cada categoría de elementos arquitectónicos, instalaciones, equipamiento médico y contenidos. Además, se relaciona el estado de daño de cada fragilidad sísmica con el efecto potencial en la pérdida de función, por razones de espacio en las tablas, se describe brevemente). Asimismo, se describe brevemente las posibles acciones de reparación del componente. Las siguientes descripciones de fragilidades sísmicas, son de acuerdo a [Retamales et al., 2008; Eidinger, 2009; Ruiz-García and Negrete, 2009; FEMA, 2012b; FEMA, 2012c; Kaynia, 2013; Retamales et al., 2013; Shi et al., 2014; Cardone and Perrone, 2015; Soroushian et al., 2015; Nikfar and Dimitrios, 2016; Di Sarno et al., 2018; Fiorino et al., 2019] citadas en el subapartado 2.2.3.3. Las fragilidades sísmicas asignadas para la categoría de equipamiento médico, es acuerdo al planteamiento del subapartado 3.1.2. La descripción del estado de daño y las acciones de reparación en el equipamiento médico, es de acuerdo a los directrices generales revisadas en [PAHO, 2000a; WHO, 2007; FEMA, 2009;

PAHO, 2018] y experiencia de expertos. A continuación, en las Tablas B-19 a Tabla B-22 se describe cada estado de daño de las fragilidades sísmicas consideradas en este estudio.

Tabla B- 19. Estados de daño de fragilidades sísmicas de la categoría elementos arquitectónicos

Fragilidad sísmica	DS	Descripción del estado de daño	Efecto potencial en la pérdida de función	Acciones de reparación
Subcategoría exterior e interior				
Fachada				
Paredes de relleno de mampostería	DS ₁	Desprendimiento de relleno, agrietamiento diagonal ligero de aprox. 0.1 mm	Completamente funcional	Reparar las grietas
	DS ₃	Agrietamiento en forma de X, de aprox. 5 mm	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reemplazar las unidades de ladrillo triturado y de revestimientos de paredes utilizando una malla
Paredes de relleno de mampostería con aberturas	DS ₁	Desprendimiento de relleno, agrietamiento diagonal ligero de 1-2 grietas con un ancho < 1 mm en ambas direcciones	Completamente funcional	Reparar las grietas
	DS ₂	Agrietamiento diagonal extenso. Las grietas desarrolladas en DS ₁ se ensanchan. Posible daño de las unidades de ladrillo ubicadas en las esquinas superiores y en el borde superior del relleno	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	Restaurar el muro utilizando nuevos ladrillos
	DS ₃	Trituración de esquinas, quiebre de ladrillos, desprendimiento de gran área de revestimiento. Colapso de particiones interiores	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reemplazar el relleno de mampostería
	DS ₄	Colapso global en el exterior (incluido, marcos de ventanas y puertas)	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reconstruir el relleno. Instalar nuevos marcos de ventanas y puertas

Fragilidad sísmica	DS	Descripción del estado de daño	Efecto potencial en la pérdida de función	Acciones de reparación
Paredes de mampostería arriostrados a intervalos regulares a 3 m o menos	DS ₄	Colapso global del muro fuera del plano. Los marcos de ventanas o puertas (si los hay) están dañados y no pueden recuperarse y usarse nuevamente	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reemplazar el muro existente por un nuevo muro de relleno o partición
	DS ₁	Daños superficiales. Caída de yeso y/o polvo de yeso	Completamente funcional	Reparar con yeso, cinta y pintura
Muros de fachadas con un marco de acero doble (uno interior y otro exterior) con conexiones básicas (fijas) y con conexiones deslizantes	DS ₂	Grieta en los paneles. Trituración de esquinas de paneles. Colapso de las fijaciones de panel a marco	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	Reemplazar elementos de paneles y/o reparar el daño local de perfiles de acero
	DS ₄	Colapso fuera del plano de paneles	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reemplazar completamente los muros de fachada exterior
Sistemas de acristalamiento				
Sistema de ventanas con vidrio monolítico recocido y vidrio laminado con marcos de aluminio	DS ₁	El vidrio exhibe fisuras en los bordes. A menudo, este daño pasa desapercibido después del terremoto	Completamente funcional	Reparar las fisuras
	DS ₂	El vidrio exhibe fisuras visibles en los bordes	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	Sustituir el panel de vidrio agrietado
	DS ₃	El vidrio exhibe importantes fisuras. Las fisuras suelen ser de 3" (76.2 mm). El vidrio permanece en el en el marco de la ventana	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Sustituir el panel de vidrio agrietado
	DS ₄	Caída de vidrio y distorsión del marco de la ventana	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Sustituir el panel de vidrio agrietado y marco de la ventana

Fragilidad sísmica	DS	Descripción del estado de daño	Efecto potencial en la pérdida de función	Acciones de reparación
Escaleras de salida de emergencia				
Escaleras prefabricadas de acero	DS ₂	Tensión de las conexiones de la estructura resistente de la escalera	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	Reparar las conexiones y soldaduras de la estructura
	DS ₃	Daño estructural pero la capacidad de carga viva permanece intacta. Pandeo en la estructura resistente de la escalera	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asepticos	Reparar y reemplazar los elementos dañados
	DS ₄	Pérdida de capacidad de carga viva. Daños en conexiones y/o fractura de soldaduras	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reemplazar los elementos dañados
Escaleras de hormigón armado	DS ₂	Grietas locales, desprendimiento de hormigón localizado	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	Reparar los acabados. Inyectar resina epoxi en las grietas
	DS ₃	Extenso agrietamiento del hormigón, trituración del hormigón.	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asepticos	Reparar las barras de refuerzo
	DS ₄	Pérdida de capacidad de carga viva	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Sustituir la escalera y la barandilla
Riesgo de caída de escombros en exteriores				
Parapetos de mampostería	DS ₁	Agrietamiento > 1.5 mm	Completamente funcional	Sustituir el parapeto de mampostería con consideraciones sísmicas
	DS ₂	Derribo total o parcial del parapeto	Funcional	
Particiones (livianas)				
Tabiques de yeso con marco de acero conformado en frío. Altura completa y parcial. Para construcción institucional	DS ₁	Daño superficial a las paredes. Grietas a lo largo de las esquinas	Completamente funcional	Reemplazar las esquinas, tornillos extraídos, cinta de papel para juntas. Aplicar un compuesto para juntas, lijado y pintura
	DS ₃	Daño local de paneles de yeso y/o componentes de estructura de acero. Trituración	Interrupción significativa de los servicios debido a	Reparar o reemplazar los paneles de yeso. Reemplazar los montantes de límite,

Fragilidad sísmica	DS	Descripción del estado de daño	Efecto potencial en la pérdida de función	Acciones de reparación
		de esquinas de paredes, flexión fuera del plano y agrietamiento de paneles de yeso en las intersecciones de las paredes, flexión de montantes de borde. Pandeo de tirantes diagonales (paredes de altura parcial)	problemas asépticos	abrazaderas sísmicas y/o conectores de techo
	DS ₄	Daño severo a las paredes. Colapso de la partición	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reemplazar el tabique (estructura de acero y paneles de yeso)
Puertas con marco de madera	DS ₂	La puerta se atasca y no se puede abrir	Funcional	Reparar los daños
	DS ₃	Se producen daños en el cierre de la puerta y/o en las bisagras	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reemplazar la puerta
Falsos techos				
Falso techo con soporte colgante de alambre/alambre de soporte de diagonales/soporte con puntales de compresión	DS ₂	10% de las placas caen	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	Reparar o reinstalar las piezas de falso techo
	DS ₃	33% de las placas caen	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reparar o reinstalar las piezas de falso techo. Reparar daños a los sistemas de instalaciones
Falso techo con soporte vertical y lateral, más ángulo perimetral más ancho	DS ₁	5% de daño de la rejilla y de las placas del falso techo	Completamente funcional	Reparar o reemplazar el 5% del área del falso techo
	DS ₂	30% de daño de la rejilla y de las placas del falso techo	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	Reemplazar el 30% del área del falso techo
	DS ₃	50% de daño de la rejilla y de las placas del falso techo	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reemplazar todo el falso techo

Fragilidad sísmica	DS	Descripción del estado de daño	Efecto potencial en la pérdida de función	Acciones de reparación
Riesgo de caída de escombros en interiores				
Acabados de pared: cerámicas. Atura completa y parcial	DS ₂	Pequeños agrietamientos en las juntas y en las cerámicas	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	Retirar con cuidado la cerámica agrietada y aplicar lechada en las juntas agrietadas. Instalar una nueva cerámica
	DS ₃	Junta agrietada y en las cerámicas	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asepticos	Instalar cerámica y aplicar lechada en todas las juntas agrietadas. Instalar nuevas cerámicas

Tabla B- 20. Estados de daño de fragilidades sísmicas de la categoría de instalaciones

Fragilidad sísmica	DS	Descripción del estado de daño	Efecto potencial en la pérdida de función	Acciones de reparación
Subcategoría de equipos de sistemas críticos				
Sistemas eléctricos				
Transformadores de servicio primario	DS ₄	Dañado, inoperativo	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reparar o reemplazar el equipo existente
Panel general de baja tensión	DS ₄	Dañado, inoperativo	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reparar o reemplazar el equipo existente
Cuadro eléctrico secundario	DS ₄	Dañado, inoperativo	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reparar o reemplazar el equipo existente
Grupo electrógeno	DS ₄	Dañado, inoperativo	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reparar o reemplazar el equipo existente

Fragilidad sísmica	DS	Descripción del estado de daño		Efecto potencial en la pérdida de función	Acciones de reparación
SAIs o UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida)	DS ₄	Dañado, inoperativo		Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reparar o reemplazar el equipo existente
Sistemas de telecomunicaciones					
Gabinete de almacenamiento del centro de procesamiento de datos	DS ₂	Ligero desplazamiento	de los gabinetes	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	Reparar el gabinete de almacenamiento. Limpiar los escombros
Gabinetes secundarios de la red integrada de voz-datos y subestaciones del sistema de gestión	DS ₂	Ligero desplazamiento	de los gabinetes	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	Reparar el gabinete de almacenamiento. Limpiar los escombros
Puesto de control central del sistema de gestión. Electrónica de escritorio; incluye ordenadores, monitores, equipos de sonido, etc., apoyados en superficie antideslizante y en superficie lisa	DS ₄	Cae, no funciona		Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reparar y reemplazar equipos
Pisos elevados	DS ₄	Cae, no funciona		Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reparar y reemplazar equipos
Ascensores					
Ascensor de tracción e hidráulico	DS ₃	Ascensor no funciona, debido a varios tipos de daños		Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reinstalar o reemplazar elementos dependiendo del daño
Sistema de suministro de agua					
Depósito de agua potable. Estación de bombeo de agua potable	DS ₁	Daños leves		Completamente funcional	Reparar el equipo
	DS ₂	Daños considerables a equipos mecánicos y eléctricos		Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	Reparar el equipo

Fragilidad sísmica	DS	Descripción del estado de daño	Efecto potencial en la pérdida de función	Acciones de reparación
	DS ₃	Las bombas están muy dañadas sin posibilidad de reparación	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reemplazar todo el sistema
	DS ₄	Colapso	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reemplazar todo el sistema
Sistemas de climatización				
Máquinas enfriadoras y calderas	DS ₃	Dañado, inoperativo	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reparar y reinstalar el equipo y tuberías adjuntas
Electrobombas	DS ₃	Dañado, inoperativo	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reparar reinstalar el equipo y tuberías adjuntas
Unidades climatizadoras	DS ₃	Dañado, inoperativo	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reparar los conductos o tuberías adjuntas
Sistemas distribuidos				
Tubería de agua potable	DS ₃	Fugas menores en las juntas	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reparar las juntas de las tuberías
	DS ₄	Sistema colapsado	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reemplazar las tuberías
Tubería de saneamiento	DS ₂	Fugas menores en las juntas	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	Reparar las juntas de las tuberías

Fragilidad sísmica	DS	Descripción del estado de daño	Efecto potencial en la pérdida de función	Acciones de reparación
Tubería de agua para rociadores contra incendios	DS ₄	Sistema colapsado	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reemplazar las tuberías
	DS ₂	Pulverización y goteo en algunas juntas	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	Reparar las juntas
	DS ₃	Pulverización y goteo en varias juntas	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reemplazar el sistema de juntas
	DS ₄	Fugas considerables de agua	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reemplazar todo el sistema
Rociador contra incendios en el techo suspendido	DS ₃	Pulverización y goteo en varias juntas	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reemplazar el sistema de rociadores contra incendios en el techo suspendido
	DS ₄	Fugas considerables de agua	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reemplazar todo el sistema incluido falso techo como sistema de rociador contra incendios en el techo suspendido
Conductos de climatización	DS ₁	Los conductos permanecen lo suficientemente intactos como para permitir un flujo continuo de aire forzado	Completamente funcional	Reparar daños menores
	DS ₂	Los conductos permanecen lo suficientemente intactos como para permitir el flujo continuo de aire forzado para el 90% del área de servicio	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	Reemplazar los soportes defectuosos

Fragilidad sísmica	DS	Descripción del estado de daño	Efecto potencial en la pérdida de función	Acciones de reparación
	DS ₃	Los conductos permanecen lo suficientemente intactos como para permitir el flujo continuo de aire forzado para el 50% del área de servicio	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reemplazar los soportes defectuosos y reparar los conductos cerca de los soportes defectuosos
	DS ₄	Los conductos tienen daños suficientes para hacer que el sistema de aire forzado no funcione	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reemplazar las secciones de conductos y soportes defectuosos
Difusores de climatización. Ubicados con o sin sistemas de falsos techos	DS ₄	Difusores de climatización se desprenden y caen	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reemplazar el difusor y las secciones de techo y conductos en las proximidades a las que se conecta el difusor

Tabla B- 21. Estados de daño de fragilidades sísmicas de la categoría de instalaciones

Fragilidad sísmica	DS	Descripción del estado de daño	Efectos en la pérdida de función	Acciones de reparación
Subcategoría de Servicios Médicos				
Servicios Asistenciales				
UCI, Neonatología, Hospitalización, Consulta externa, Hospital de día, Recuperación post-operatoria				
Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso medio (100-280 kg): cama eléctrica, armario informatizado de medicación (de media columna), y similares	DS ₃	Los equipos exhiben deslizamientos y cabeceos, a pesar de tener bloqueadas sus ruedas de soporte	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reparar y recalibrar lo más pronto que sea posible Utilizar equipos de otros boxes que no hayan sido dañados
Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): equipos y mesas móviles, y similares	DS ₁	Deslizamiento de equipos	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	
Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso medio (100-300 kg):	DS ₃	Cabeceo del equipo. Probabilidad del 50% de vuelco de equipos	Interrupción significativa de los servicios debido a	

Fragilidad sísmica	DS	Descripción del estado de daño	Efecto potencial en la pérdida de función	Acciones de reparación
incubadoras y similares			problemas asépticos	
Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): soporte para bombas de infusión y soportes de sueros, y similares	DS ₁	Cabeceo de algunos equipos (posible vuelco)	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	
Equipos sujetos al forjado: cabeceros suspendidos (pontas)	DS ₃	Los cabeceros suspendidos permanecen lo suficientemente intactos como para permitir el suministro de gases médicos, tomas de energía eléctrica, entre otras consideraciones para el 50% del área de servicio	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	
Equipos electrónicos apoyados en soportes de montaje en pared: cabeceros de pared	DS ₄	Dañado, inoperativo	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	
Urgencias				
Urgencias (Nivel 1: Box de atención inmediata)	DS ₂	Cabeceo y deslizamiento de algunos equipos médicos	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	
	DS ₃	50% de equipos médicos inoperativos	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	El equipo debe estar en buenas condiciones para su correcta funcionalidad. Reparar y recalibrar lo más pronto que sea posible
	DS ₄	Colapso de equipos médicos. Equipos inoperativos	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Revisar todos los boxes de Urgencias y utilizar los equipos que menos daños presentan
Bloque quirúrgico				
Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas.	DS ₄	Deslizamiento de equipos, a pesar de	Interrupción del funcionamiento	Reparar y recalibrar los equipos

Fragilidad sísmica	DS	Descripción del estado de daño	Efecto potencial en la pérdida de función	Acciones de reparación
Peso alto (300-600 kg): equipo rayos X portátil y equipos móviles similares		encontrase bloqueados las ruedas	normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Trabajar con bisturís manuales si no funcionan los electrónicos
Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso medio (100-300 kg): mesa de operaciones, equipo de anestesia, y similares	DS ₄	Deslizamiento de equipos, a pesar de encontrarse bloqueados las ruedas	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Utilizar equipos de otros quirófanos (los que se pueden sustituir) Suspender operaciones endoscópicas y robotizadas Suspender operaciones de microcirugía por la espera de réplicas
Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): equipos y mesas móviles, mesas de instrumental, y similares	DS ₁	Deslizamiento de equipos	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	Trabajar con lámparas portátiles
Equipos sujetos al forjado: lámparas quirúrgicas, torretas de cirujano y anestesiista, pantallas de visualización y similares	DS ₃	Los posibles mecanismos de daño incluyen: desmontaje inducido por rotación de los sistemas; daño de soportes; desmontaje de las varillas / cables de la conexión	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asepticos	
Diagnóstico por imagen, Hemodinámica, Medicina Nuclear, Radioterapia				
Equipos susceptibles a deslizamiento, robusto/rígido: Gantry PET-TAC, y similares	DS ₄	Dañado, inoperativo	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reparar y recalibrar lo más pronto que sea posible Suspender las sesiones que no sean urgentes
Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso alto (300-600 kg): mesa de paciente (TAC, equipos de rayos X convencional, RMN, Hemodinámica, PET-TAC, Gamma-cámara, y similares	DS ₄	Dañado, inoperativo	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Utilizar equipos portátiles de diagnóstico por la imagen (que no exhiban daños) Reparar o reemplazar los rieles

Fragilidad sísmica	DS	Descripción del estado de daño	Efecto potencial en la pérdida de función	Acciones de reparación
Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas Peso medio (100-300 kg): cama eléctrica (Diálisis), equipo de cirugía laparoscópica, ecógrafo, mesa de endoscopia, y similares	DS ₃	Deslizamiento de algunos equipos, a pesar de tener bloqueados las ruedas	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reemplazar equipos dañados
Equipos anclados en el piso: Telemando	DS ₃	Deslizamiento del equipo	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	
Equipos que se deslizan por carriles, soporte de techo: equipos de rayos X convencional, y similares	DS ₁	Descarrilamiento o desalineación menor sin ningún daño estructural importante en el montaje del riel	Completamente funcional	
	DS ₂	Descarrilamiento por desplazamiento diferencial de la vía paralela	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	
	DS ₃	Daño al equipo. Es probable que se exhiban rieles descarrilados	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	
Electrónica de escritorio, apoyados en superficie lisa o antideslizante: consola para equipos de control y monitores, y similares	DS ₄	Dañado, inoperativo	Interrupción del funcionamiento normal. de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	
Servicio de análisis y medicación				
Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso medio (100-300 kg): Bancos de muestras, y similares	DS ₃	Deslizamiento de algunos equipos	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Suspender los análisis no urgentes
Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso alto (300-600 kg): carretes verticales de medicamentos (tres	DS ₂	Cabeceo de equipos. Caída de contenido	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	Trabajar en las cabinas de trabajo no afectadas Trasladar a otro centro no afectado los contenidos de

Fragilidad sísmica	DS	Descripción del estado de daño	Efecto potencial en la pérdida de función	Acciones de reparación
columnas), y similares				los bancos de células y tejidos
Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en el piso. Peso medio (100-300 kg): cabinas de trabajo, cabinas de seguridad, cámara frigorífica y Banco de Sangre, cabinas de preparación de parenterales y citostáticos, y similares	DS ₃	Cabeceo de equipos, 50% de probabilidad de vuelco de los equipos	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reparar y recalibrar los equipos lo más pronto que sea posible
Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en el piso. Peso bajo (< 100 kg): neveras y congeladores, y similares	DS ₂	Cabeceo de equipos	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	

Servicios Generales y de Apoyo

Esterilización, morgue y autopsias, cocina, lavandería, etc.				
Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso alto (300-600 kg): túmulo mortuario refrigerado, aparatos de cocción y lavado, cámaras frigoríficas (cocina), y similares	DS ₃	Deslizamiento de equipos	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	<p>Trasladar la producción a los equipos menos dañados</p> <p>Potenciar el uso de materiales de un solo uso.</p> <p>Cambio a dietas frías de emergencia en caso de dañarse los sistemas de cocción</p> <p>Si las cámaras frigoríficas se han visto afectadas trabajar con camiones frigoríficos exteriores</p>
Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso alto (100-300 kg): mesa de autopsias, y similares	DS ₃	Deslizamiento de equipos	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos.	
Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en el piso. Peso alto (300-600 kg): autoclaves de vapor y de baja temperatura, cámaras frigoríficas (2 cadáveres), aparatos de lavado, centrifugado y planchado, y similares	DS ₃	Cabeceo de equipos. Posible vuelco.	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos.	<p>Reducir la frecuencia del cambio de ropa en las partes del hospital no críticas o con menos riesgo de infección</p> <p>Reparar y recalibrar los aparatos lo antes posible</p>

Fragilidad sísmica	DS	Descripción del estado de daño	Efecto potencial en la pérdida de función	Acciones de reparación
Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): carros móviles en lavandería, y similares	DS ₂	Cabeceo de equipos. Posible vuelco	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	
Gases médicos				
Depósitos de almacenamiento de gases médicos	DS ₄	Los depósitos de almacenamiento de los gases criogénicos presentan daños en sus anclajes. Algunos de ellos presentan volcamiento	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Cortar el suministro de los depósitos y trabajar únicamente mediante botellas portátiles Trasladar al hospital una central portátil de producción de oxígeno. Reparar lo más pronto que sea posible
Botellas de gases medicinales	DS ₃	Algunas botellas de oxígeno, aire comprimido respirable, protóxido de nitrógeno y CO ₂ , se desconectan de las cadenas	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Trabajar con botellas autónomas en los sitios donde sea indispensable Intercambiar el uso del oxígeno y el aire comprimido respirable utilizando preferentemente la instalación menos dañada Reparar lo más pronto que sea posible
Sistemas distribuidos de gas médico	DS ₃	Fugas menores en las juntas	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Aislar la zona afectada por las fugas En la zona afectada sin servicio de suministro centralizado de gases medicinales y vacío, utilizar botellas portátiles y aspiradores eléctricos
	DS ₄	Sistema colapsado	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Arreglar y reemplazar el sistema distribuido de gas médico

Tabla B- 22. Estados de daño de fragilidades sísmicas de la categoría de contenidos

Fragilidad sísmica	DS	Descripción del estado de daño	Efecto potencial en la pérdida de función	Acciones de reparación
Estantería pesada				
Bastidores (racks) de almacenamiento, de 3 a 5 niveles (4.4 – 6.0 m)	DS ₂	Contenido (mercancías) importantes se desprenden de los racks	Infraestructura hospitalaria sigue siendo funcional	Volver a poner el contenido en su posición inicial
Bastidores de altura media (< 3 m)				
Estantería ligera				
Estanterías de vidrio sin puertas	DS ₄	Los objetos se caen de la estantería o la estantería vuelca; se producen daños de contenidos	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reemplazar objetos frágiles
	DS ₃	Contenido volcado dentro de la estantería	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Volver a poner el contenido en su posición inicial
Estanterías de vidrio con puertas	DS ₄	Ruptura del contenido (objetos de vidrio)	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Reemplazar objetos frágiles
Almacenamiento de materiales peligrosos				
Armario de almacenamiento de productos/materiales peligrosos	DS ₄	El objeto se cae del armario o el armario vuelca	Interrupción del funcionamiento normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad	Restringir el acceso al recinto. Reemplazar objetos frágiles
Equipo informático y de comunicación				
Estación de trabajo modular	DS ₃	Algunos elementos están doblados o dañados y necesitan ser reemplazados	Interrupción significativa de los servicios debido a problemas asépticos	Reparar o reemplazar las unidades dañadas
Equipo electrónico, con soporte en la pared	DS ₄	Dañado, inoperativo	Interrupción del funcionamiento	Reemplazar equipos

Electrónica de escritorio (incluye ordenadores, monitores, equipos de sonido, etc.), apoyados en superficie lisa y en superficie antideslizante

DS₄

normal de la infraestructura hospitalaria debido a razones de seguridad

Anejo C- DESCRIPCIÓN GENERAL DE CASOS DE ESTUDIO

Este Anejo describe información complementaria de los casos de estudio. Además, se presenta el proceso de calibración de la herramienta automatizada propuesta.

C.1 Información general de casos de estudio

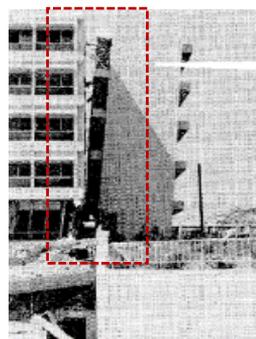
Hospital Olive View (Medical Center)

01

Ciudad / estado (provincia) / país: San Fdo. / California / EE.UU.

Hospital de cuatro bloques unidos alrededor de un patio (seis plantas y un ático). Con capacidad de 850 camas. Con diseño sísmico que data del año 1965 (bajo) y que se terminó de construir en el año 1970. El bajo desempeño de esta instalación fue una de las principales razones para la aprobación de la Ley de Seguridad Sísmica Hospitalaria de California (HSSA) [FEMA, 2007].

Hospital inoperativo. El daño a los edificios del Hospital Olive View fue casi catastrófico. Las columnas de las dos plantas bajas fallaron en corte. En los niveles superiores se observó menor daño estructural; no obstante, se evidenció una gran cantidad de grietas y daño no estructural. Tres de las cuatro torres de escaleras se separaron del edificio principal o colapsaron (en Bloque C no se cayó la torre de escaleras). La marquesina de las ambulancias colapsó, destruyendo totalmente las ambulancias estacionadas en el lugar. En este estudio, se analiza el Bloque C. Los daños en elementos no estructurales se produjeron en las dos plantas inferiores. Incluyó el colapso de casi todos los paneles de ventanas, el agrietamiento y/o colapso de la mayoría de las particiones y el colapso generalizado del falso techo, accesorios de iluminación, así como equipos de climatización. Además, se observó la caída de parapetos (material prefabricado), los que se salieron de sus soportes. Otro ejemplo de detalles deficientes fue el muro de mampostería de concreto utilizado en la planta baja del Bloque C (las paredes no fueron consideradas para contribuir con el sistema resistente a fuerzas laterales del edificio). Es evidente que el daño a los elementos estructurales y no estructurales presentó una gran amenaza a la seguridad de los ocupantes del edificio y se evidenció que el diseño de estos elementos fue incorrecto. Hospital totalmente evacuado y reconstruido [Chopra et al., 1973; Benfer y Coffman, 1973; Mahin et al. 1976; FEMA, 2007; Jankowski, 2009; Guevara, 2014].



[Reitherman et al., 1995]



[Benfer et al., 1973]



[Benfer et al., 1973]

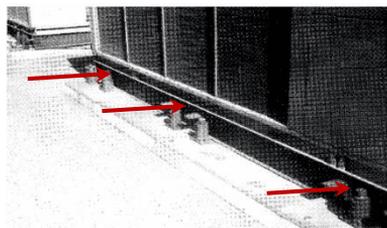
Hospital Olive View - UCLA Medical Center

02

Ciudad / estado (provincia) / país: Los Ángeles / California / EE.UU.

Hospital de seis plantas que reemplazó al que presentó daños graves en el terremoto de San Fernando de 1971. En el año 1976 se diseñó teniendo mayores consideraciones sísmicas, con una estructura mixta de hormigón y muros de corte de acero. Consta de muros de corte de hormigón en los dos pisos inferiores y muros de corte de acero en los cuatro pisos superiores. La planta del edificio cambia desde el tercer nivel a una forma de cruz (haciendo una torre cruciforme de cuatro pisos), muros de corte de acero rodean el perímetro de la cruz.

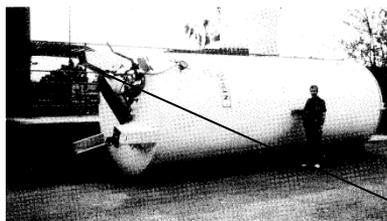
El edificio no presentó daños estructurales aparentes; no obstante, existieron daños considerables en los elementos no estructurales. Hospital evacuado. Deslizamientos y en algunos casos daños de los anclajes de los equipos ubicados en la planta cubierta, donde las aceleraciones fueron las más altas. Este movimiento rompió una o más líneas de agua del enfriador, causando inundaciones en los pisos superiores. Daño de los soportes de televisión montados en la pared (caída de algunas unidades de televisión). Daño severo en los falsos techos (algunos por las fugas de las tuberías de agua). Daño en la instalación contra incendios desde la tercera hasta la última planta (interacción entre las placas del falso techo con los rociadores) produciéndose fuga de agua. Daños a algunos equipos de anclaje en la Planta Central y en el tanque de oxígeno. Daño en ascensores. Algunos presentaron daños severos (contrapesos descarrilados y rieles con deformaciones permanentes). El SAIs para el sistema informático del hospital quedó fuera de operación [Goltz, 1994; Reitherman et al., 1995; Shakal et al., 1995; Çelebi, 1997; FEMA, 2007].



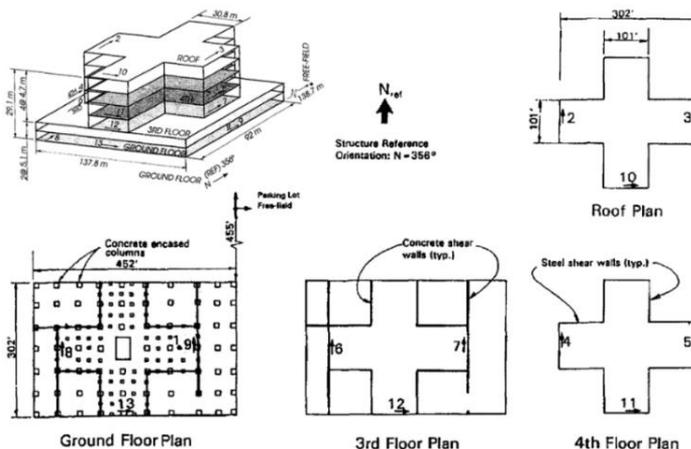
[Reitherman et al., 1995]



[FEMA, 2007]



[Reitherman et al., 1995]



[Shakal et al., 1995; Çelebi, 1997]

Hospital Adapazari SSK

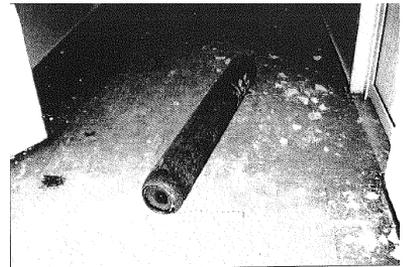
03

Ciudad / estado (provincia) / país: Sakarya / Adazapari / Turquía

El Hospital se compone de tres edificios, construido en diferentes épocas, 1975, 1985 y 1996. Se analiza el edificio de 6 plantas construido en 1985. Sistema estructural de pórticos de hormigón armado con paredes de relleno de mampostería no reforzada.

Hospital parcialmente operativo. Se observaron numerosas grietas en las columnas y en las paredes de mampostería. Respecto a los componentes y sistemas no estructurales, el sistema de calefacción no se vio afectado en todo el hospital. Hubo pérdida de energía eléctrica; sin embargo, la energía suministrada por el generador de emergencia fue suficiente (durante 11 horas aproximadamente).

El sistema de suministro de agua no presentó daño evidente, pero el sistema de saneamiento exhibió algunas rupturas. La instalación de comunicaciones quedó ininterrumpida. Los ascensores funcionaron adecuadamente. Algunas botellas de reserva de oxígeno se cayeron, sin embargo, no provocaron daño alguno. Respecto al material peligroso, no existió ningún inconveniente. En los quirófanos y en algunas salas, varios monitores instalados en estanterías cayeron al suelo. Varias estaciones de enfermeras se deslizaron debido a la ausencia de anclajes [Tang, 2000; Pickett, 2003; Achour, 2007].



[Tang, 2000]



[Tang, 2000]

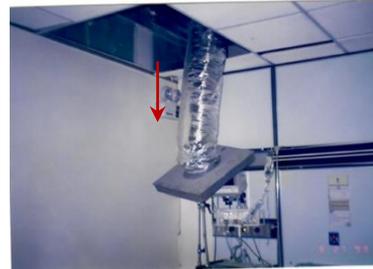
Hospital Shiu - Tuan

04

Ciudad / estado (provincia) / país: Nantou / Nantou / Taiwán

Es el hospital más grande del Condado de Nantou y fue construido dos años antes del terremoto. Estructura de pórticos de hormigón armado de 9 plantas.

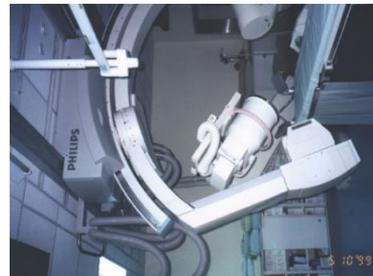
Hospital evacuado. Sin daños visibles en los elementos estructurales. Sin embargo, exhibió daños considerables en los componentes y sistemas no estructurales. La segunda y la tercera planta presentaron los mayores daños. Los servicios centrales y tratamiento como quirófanos y salas de recuperación fueron los más afectados. A continuación, se detallan los servicios que quedaron inhabilitados.



[Cortesía de George Yao]



[Cortesía de George Yao]



[Cortesía de George Yao]

Daños en componentes no estructurales

- Daños en generadores de emergencias
- Daños en las instalaciones de agua (tuberías rotas, fugas de agua)
- Daños en las instalaciones de gas (botellas de reserva de gases médicos sin arriostres)
- Daños en ascensores
- Daños en instalaciones de comunicaciones
- Daños en anclajes de equipos mecánicos
- Daños a equipos médicos

[Soong et al., 2000; Lee y Loh, 2000].



[Cortesía de George Yao]

Hospital Nacional San Rafael

05

Ciudad / estado (provincia) / país: Santa Tecla / La Liber. / El Salv.

Se analiza la torre de 6 plantas, estructura de pórticos de hormigón armado. La configuración en planta es en forma de H irregular, compuesta por 5 bloques separados por juntas.

Hospital evacuado. Los elementos estructurales, sin daño aparente. No obstante, en los elementos no estructurales se observó daño extenso. Se evidenció grietas diagonales en los muros de relleno de mampostería, desprendimiento de revestimientos en las fachadas.

En el interior del edificio, presencia de caída de falso techo y de vidrios. Además, se visualizó vuelco de cilindros de gases médicos (falta de elementos de fijación). Los quirófanos no presentaron mayores daños (en elementos arquitectónicos); no obstante, quedaron fuera de servicio durante varias semanas [Boroschek, 2001; PAHO, 2002; Boroschek, 2004].



[Boroschek, 2004]

Hospital de la Comunidad de Kona

06

Ciudad / estado (provincia) / país: Kealahou / Hawái / EE.UU.

Hospital de 94 camas, dedicado al cuidado de pacientes críticos (49 cuidados intensivos, 11 psiquiátricos y 34 cuidados a largo plazo).

Hospital evacuado. No se identificaron daños estructurales considerables y no afectó el estado de ocupación. El daño estructural consistió en grietas menores del revestimiento en las vigas por posible respuesta torsional (adicción de un edificio). El extremo “oeste” soportado por columnas intentó girar alrededor del extremo “este” rígidamente soportado.

El daño no estructural fue principalmente en falso techo y particiones. Estos daños se atribuyen a la falta de arriostres sísmicos adecuados para componentes no estructurales. Algunas placas del falso techo cayeron, aparentemente, ninguna lámpara cayó del techo por completo (lámparas parcialmente giradas). El daño en particiones consistió en la presencia de muchas grietas, especialmente alrededor de algunos marcos de puertas.

Se observó pérdida de energía eléctrica, sin embargo, funcionó normalmente el grupo electrógeno. Los ascensores funcionaban con energía de emergencia, y la evacuación se implementó por las escaleras. El almacenamiento de gas médico se ancló sísmicamente y sobrevivieron al terremoto sin daños. Las comunicaciones se interrumpieron (durante la primera hora aproximadamente), debido a que el equipo de conmutación principal del teléfono, no se encontraba anclado. El mástil del repetidor de radio en la planta cubierta presentó daño completo (cayó), limitando el uso de ese sistema.

Las reparaciones consistieron sobre todo en las tres salas de operaciones y en la unidad de obstetricia. El hospital recuperó la función (100%) aproximadamente después de dos semanas [RMS, 2006; Chock G. et al., 2006; EERI, 2006; FEMA, 2007].



[Google Earth Pro, 2019]



[FEMA, 2007]

Hospital Regional de Ica

07

Ciudad / estado (provincia) / país: Ica / Ica / Perú

Hospital principal de la región de Ica, comprende aproximadamente 16 edificios, la mayoría de los cuales fueron diseñados y construidos en 1964. El hospital analizado tiene una configuración en forma de T (en el centro se ubica la torre de ascensor de cinco plantas), separadas con una junta sísmica de 50.8 mm (2") en todos los niveles. Sistema resistente es de pórticos de hormigón armado [EERI, 2007].

Hospital evacuado. La estructura no evidenció daño en las alas (bloques); excepto, fuertes impactos entre las alas y la torre del ascensor.

Los elementos no estructurales experimentaron daños entre extenso a completo. Los elementos arquitectónicos (acabos, mampostería, etc.). Las instalaciones, sobre todo las tuberías en general. Equipo médico en gran parte (quirúrgico) quedó inutilizado, incluyendo camas. Únicamente el servicio de emergencia continuó funcionando [EERI, 2007; Loaiza, 2007; Hopkins et al., 2008; PAHO, 2010].



[Loaiza, 2007]



[Loaiza, 2007]



[Loaiza, 2007]

Hospital San Salvatore

08

Ciudad / estado (provincia) / país: Coppito / L'Aquila / Italia

El hospital consta de 13 bloques, construidos entre 1972 y 2000, considerando diseño sísmico “intermedio” del año 1967. Sistema estructural de hormigón armado, la mayoría de los cuales son de 4 plantas de altura (muchos presentan formas irregulares en planta y en elevación). Se analiza el bloque de emergencias, construido en 1980.

Hospital evacuado. El hospital exhibió daño tanto en los elementos estructurales como no estructurales. El principal daño estructural fue la falla de corte de algunas columnas de la planta baja que comprende el pórtico de entrada principal y la entrada de emergencias (evidenció una falla parcial sin colapso en la parte superior).

El daño no estructural más extenso se evidenció en la envolvente (última planta), el desprendimiento fue parcial a completo (colapso denominado “fuera del plano” del relleno). Bloqueando la entrada al servicio de emergencia. Pocos equipos de climatización no habían sido anclados y estaban ligeramente desplazados (pero en funcionamiento). Los ascensores siguieron operativos después del sismo. El equipo médico, presentó daños menores; no obstante, hubo escombros sobre las camas médicas. Algunas botellas de nitrógeno rodaron de su posición inicial (ausencia de arriostres y anclajes). Se observó que existió un ligero deslizamiento de estanterías y contenidos de oficina, pero sin daño evidente [Rossetto et al., 2009; Cimellaro et al., 2010; Rossetto et al., 2011; Price et al., 2012].



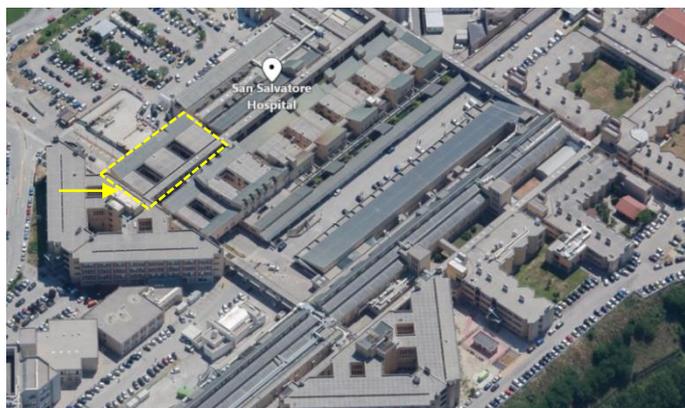
[Price et al., 2012]



[Cimellaro et al., 2010]



[Cimellaro et al., 2010]



[Bing maps, 2019]

**Hospital Dr. Guillermo Grant Benavente
“La Torre de Paciente Crítico”**

09

Ciudad / estado (provincia) / país: Concepción / Chile

Edificio con un sistema estructural de muros de corte de hormigón armado.

Hospital evacuado. Presentó daños estructurales de carácter leve. Los muros de fábrica que fueron confinados presentaron daños moderados, con grietas de corte y desprendimiento de recubrimiento.

Sin embargo, se evidenció un gran daño en los elementos no estructurales, especialmente en el interior del hospital, tales como: fisuras/grietas en las paredes, caída de falso techo e instalaciones (gas y electricidad no presentaron mayores problemas). Esta situación, generó polvo en suspensión, lo que sumado al corte en instalaciones de agua y saneamiento (inundación en las primeras plantas), determinaron que el edificio resultara no habitable. Se observaron daños leves en las fachadas del edificio, así como leves fisuras-grietas horizontales [DICTUC S.A., 2010; Villouta, 2010; Minsal, 2010].



[Cortesía, Servicio de Salud de Concepción, Chile]



[DICTUC S.A., 2010]



[Cortesía, Servicio de Salud de Concepción, Chile]



[DICTUC S.A., 2010]

Hospital de Curanilahue

10

Ciudad / estado (provincia) / país: Curanilahue / Reg. del Bío Bío/ Chile

Hospital de Curanilahue (Dr. Rafael Avaria Valenzuela). Conformado por 10 alas estructuralmente aisladas con alturas que varían de una a seis plantas. Se analiza el bloque B (5 plantas). Todos los bloques tienen zapatas corridas de anchos variables.

Hospital parcialmente operativo. Las deformaciones permanentes del suelo inducidas por licuefacción fue la principal causa del daño en este hospital, originando daños y asentamientos en los diferentes bloques. El daño no estructural se limitó en gran medida a las paredes divisorias (mampostería) y falso techo. Las instalaciones con mayor afectación fueron las siguientes: sistemas de agua potable, saneamiento, electricidad, grupos electrógenos, gases médicos y seguridad. No se evidenció daño en las instalaciones que cruzan las distintas alas (flexibilidad en los sistemas) [Bray y Frost, 2010; Minsal, 2010; Servicio de salud Arauco, 2010; Servicio de salud Arauco, 2011a; Servicio de salud Arauco, 2011b].



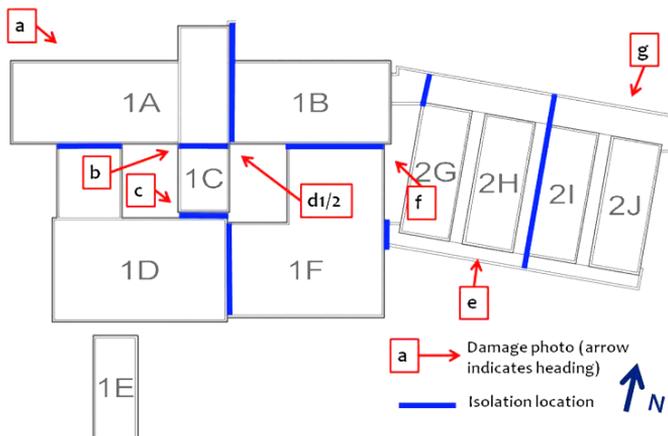
[Servicio de salud Arauco, 2011a]



[Servicio de salud Arauco, 2011a]



[Servicio de salud Arauco, 2011b]



[Bray y Frost, 2010]

Hospital Rafael Méndez

11

Ciudad / estado (provincia) / país: Lorca / Murcia / España

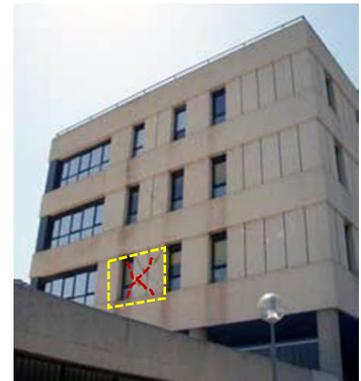
El hospital tiene una estructura modular compuesta, ubicado en un terreno con pendiente. Fue construido en 1990, con un sistema estructural de pórticos de hormigón armado. En el año 2001 la instalación fue ampliada con una estructura de pórticos de acero y con muros de relleno de mampostería no reforzada. Además, se realizó un refuerzo estructural (construcción de contrafuertes) para garantizar su estabilidad.

Hospital evacuado. No se identificaron daños estructurales evidentes. En la estructura original, se observó fisuras significativas en columnas y forjados. El desempeño de las juntas de dilatación de acuerdo a informes técnicos no evidenció daño estructural considerable. Sin embargo, los daños en los componentes y sistemas no estructurales limitaron la función del hospital. En los elementos arquitectónicos exteriores se observó pequeñas fisuras en la mampostería y en el acristalamiento.

En los elementos arquitectónicos interiores, el daño se localizó en algunas particiones y en el falso techo. Se observó un daño moderado en determinadas zonas, ocasionando daño en algunas instalaciones y dejando inhabilitados varios servicios esenciales como esterilización, hospitalización, unidad de cuidados intensivos y urgencias, entre otros. Respecto al daño en el equipo médico, en un quirófano se observó una ligera fisura en la conexión de la lámpara quirúrgica. La mayoría de las conexiones del equipamiento médico evidenció un daño ligero; sin comprometer su funcionamiento. Los depósitos de gases médicos no presentaron daño visible. De acuerdo a los informes técnicos y fotografías, no existieron zonas obstaculizadas por el contenido; es decir, no se apreció daño en las estanterías, mobiliario, entre otros [FCC Construcción, 2009; Cabañas et al., 2011; Goula et al., 2011a; Goula et al., 2011b; Carreño et al., 2012; Valcárcel, 2013].



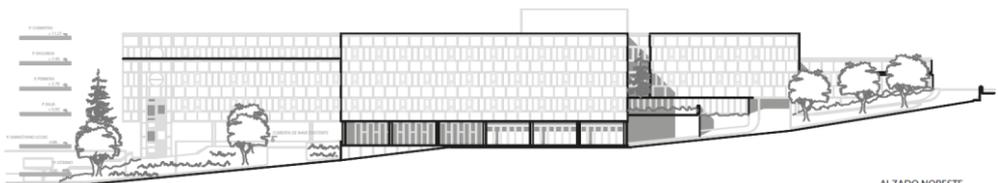
[Valcárcel, 2013]



[Goula et al., 2011a]



[Goula et al., 2011a]



[FCC Construcción, 2009]

Hospital Santa María Bianca (Edificio de servicios generales)

12

Ciudad / estado (provincia) / país: Mirandola / Módena / Italia

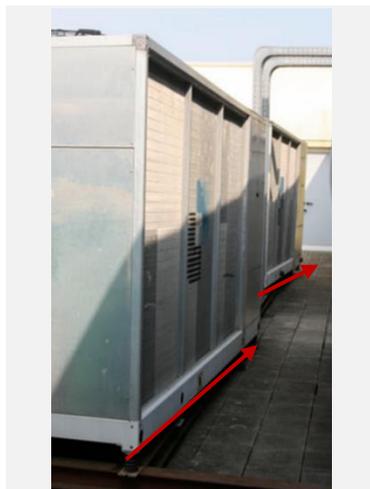
El hospital consta de 25 bloques independientes, que van desde 2 a 4 plantas sobre rasante, construido entre 1990 y 2000. Sistema estructural de pórticos de hormigón armado. Se analiza el edificio 1, bloque C, que corresponde a Servicios Generales y de Apoyo.

Hospital evacuado. No se identificaron daños estructurales evidentes.

Sin embargo, los daños en los elementos no estructurales limitaron la función del hospital. En los elementos arquitectónicos exteriores exhibieron daño en los acabados (sobre todo en los ubicados en la última planta). Se observaron colapsos de particiones de mampostería en el corredor de conexión cerca de la entrada principal. En el equipo de climatización, se observó deslizamientos respecto a su posición inicial. De acuerdo a los informes técnicos el edificio experimentó mayor agitación en los pisos superiores. De hecho, el daño al contenido fue generalmente alto, aunque se observó la falta de eficiencia o ausencia de arriostres y anclajes. En algunos casos, los archivadores presentaron una caída total, bloqueando la salida de las oficinas, así como una de las salidas de emergencias del edificio [Masi et al., 2013].



[Masi et al., 2013]



[Masi et al., 2013]



[Google Earth Pro, 2019]

Hospital Miguel H. Alcívar

13

Ciudad / estado (provincia) / país: Bahía de C. / Manabí / Ecuador

Originalmente la estructura era de cuatro bloques estructurales independientes, que formaban dos bloques en forma de “L” (2 plantas), un bloque en forma de “T” (4 plantas en una sección y 5 plantas en la otra sección) y un bloque rectangular de una planta. Durante el sismo de 1998 de magnitud 7.2, los elementos estructurales fueron extensamente dañados, así como los elementos no estructurales; principalmente la mampostería. En el año 2000 se da inicio con el refuerzo estructural, creando un bloque monolítico rectangular de 38.40x44.80 m [Aguiar, 2016b]. El hospital fue reforzado mejorando el suelo y encamisando las columnas dañadas de 40x40 cm (columnas perimetrales en planta baja y una en el interior). El encamisado consistió en la colocación de ángulos de 40 x 40 x 4 mm en sus cuatro esquinas, unidos con estribos de 10 mm en toda su longitud [SOLEICO S.A, 2016] y con 6 muros de corte (dos en el sentido “x” con una longitud 6.40 m y cuatro en el sentido “y” de menor longitud; con un espesor de 20 cm. Los cabezales de los muros son las columnas existentes. Además, se realizó una mejora y cambio en las instalaciones sanitarias [Aguiar, 2016b]. Hospital no funcional. Durante el sismo de 2016, el daño estructural es leve (aparentemente), presentando ligeras fisuras en las columnas en planta baja y desprendimiento de acabados. Sin embargo, evidenció daño no estructural extenso a completo en la mampostería localizada en las dos primeras plantas inferiores; provocando daños en las instalaciones eléctricas y en los componentes del falso techo, acabados, acristalamiento, etc. Se observó pequeñas fisuras en las escaleras. Además, existió daño moderado en equipamiento médico y contenido, localizados en las dos plantas inferiores, motivo por el cual el hospital fue evacuado [Nikolaou et al., 2016; EERI, 2016a; EERI, 2016b; Aguiar, 2016b; SOLEICO S.A, 2016; Morales, 2017].



[Morales, 2017]



[Nikolaou et al., 2016]



[EERI, 2016a]



[Aguiar, 2016b]

Hospital General de Chone Dr. Napoleón Dávila Córdova

14

Ciudad / estado (provincia) / país: Chone / Manabí / Ecuador

El hospital estaba compuesto por tres bloques independientes de estructura de hormigón armado (de configuración irregular tanto en planta como en altura). Se analiza el bloque 2, que constaba de 7 plantas. Es importante mencionar que el hospital durante el sismo de 1998 exhibió daños menores tanto en los elementos estructurales como no estructurales.

Hospital no operativo. El edificio presentó daños estructurales moderados y en los componentes y sistemas no estructurales el daño fue extenso a completo. Se observó impacto entre los edificios, juntas aproximadamente de 50.8 mm (2") en espesor (brecha insuficiente entre los edificios y diferencias respecto a las alturas, amplificaron los efectos dañinos de los golpes). Los daños en los componentes no estructurales se evidenció en el daño de los muros de mampostería, instalaciones (equipos eléctricos, mecánicos y sistemas de distribución), caída de escombros sobre equipos médico y contenidos [EERI, 2016a; EERI, 2016b; Morales, 2017].



[EERI, 2016a]



[EERI, 2016a]



[Morales, 2017]



[Morales, 2017]



[EERI, 2016a]

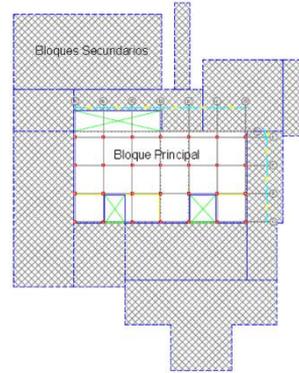
Hospital IESS Manta

15

Ciudad / estado (provincia) / país: Manta / Manabí / Ecuador

El edificio del hospital del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) era de una estructura de pórticos de hormigón armado con paredes de relleno de mampostería sin refuerzo, de cuatro plantas (configuración irregular). Se caracterizaba por tener columnas de 80 cm x 80 cm, vigas de 40 cm x 70 cm, con una luz de 7.5 m [Aguiar, 2016].

Hospital evacuado. En los elementos estructurales (vigas y columnas) se observó pequeñas grietas diagonales, localizadas en su mayoría en el nudo de viga-columna. A pesar que el daño en los elementos estructurales fue entre leve y moderado, el daño en los componentes no estructurales fue extenso a completo, lo que ocasionó una evacuación total del edificio. Entre los principales daños en componentes no estructurales fue, caída de la mampostería de ladrillo tanto en exteriores como en interiores; existiendo una combinación de daños tanto fuera del plano como en el plano. La mayoría de las particiones interiores se caracterizaba por particiones de altura parcial y no contaban con fijaciones en ninguna dirección horizontal. Asimismo, se observó que a pesar que el sistema de acristalamiento era de vidrios de seguridad; evidenció ausencia de consideraciones sísmicas en su instalación en el marco (deriva sísmica). Gran parte del sistema de falsos techos cayeron parcial o completamente; no se observaron fijaciones ni arriostres laterales. Daño extenso a completo en ductos, tuberías, cables, equipo médico y contenidos, entre otros; debido a que no contaban con un adecuado anclaje o fijación [Aguiar, 2016; Lanning et al., 2016a; Lanning et al., 2016b; Nikolaou et al., 2016; Morales, 2017].



[Aguiar, 2016b]



[Nikolaou et al., 2016]



[EERI, 2016b]

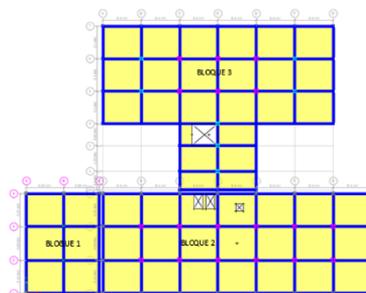
Hospital Rodríguez Zambrano

16

Ciudad / estado (provincia) / país: Manta / Manabí / Ecuador

Hospital conformado por tres bloques independientes a nivel estructural (de 3 a 7 plantas), están conformados por estructuras de pórticos de hormigón armado. Se analiza el Bloque 2 de forma rectangular de 1 planta baja y 6 plantas altas (7 plantas en total); siendo la última planta una adición de estructura metálica. El Bloque está compuesto por 8 y 4 ejes de columnas en el sentido longitudinal y transversal, respectivamente. Con luces de 6.4 m y las dimensiones de las columnas varían en el sentido transversal (disminuyen en dimensión) conforme van subiendo en elevación. En planta baja (en el interior) las columnas tienen dimensiones de 80 cm x 80 cm, en el exterior de 60 cm x 60 cm y en la última planta de 40 cm x 40 cm. Las vigas son de 40 cm x 60 cm.

Hospital evacuado. No se observó daño evidente a nivel estructural. En los elementos no estructurales el daño fue entre leve a moderado en la planta baja y primera planta alta. El daño se centró en algunas paredes interiores no estructurales, se apreció grietas diagonales y de tensión diagonal, pero la mayoría no las tenía. Evidenció desprendimiento del revestimiento de algunas particiones. Daño menor respecto a los falsos techos. En la planta 5 exhibió daño en la junta entre la escalera de emergencia y la estructura resistente del edificio. Daño leve en equipo médico. En la sexta planta (adición de estructura metálica), algunas paredes interiores cayeron; además, esta planta evidenció inundación en el equipo de hemodiálisis [Nikolaou et al., 2016; Aguiar et al., 2016].



[Aguiar et al., 2016]



[Elaboración propia, 2017]



[Elaboración propia, 2017]



[Elaboración propia, 2017]



[Elaboración propia, 2017]

Hospital de Gineco Obstetricia 3 (Centro Médico Nacional La Raza)

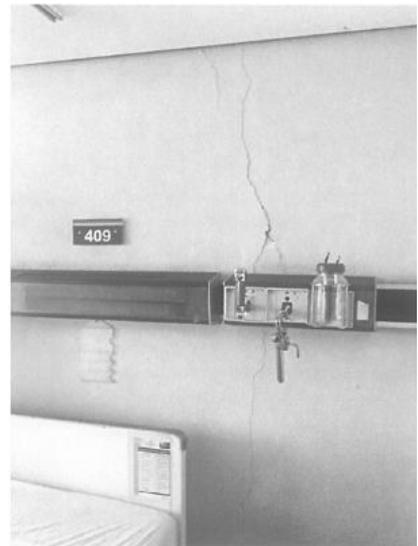
Ciudad / estado (provincia) / país: México CDMX / México / México

17

Hospital de pórticos de hormigón armado, de 6 plantas, más una planta baja y un sótano (7 plantas en total). Hospital data su construcción desde 1963, teniendo rehabilitaciones en los años posteriores (no se cuenta con fechas exactas de las intervenciones en el hospital).

Hospital operativo. No exhibió daño estructural evidente. El daño en componentes y sistemas no estructurales fue leve, puntualmente en particiones, falso techo y revestimientos. Las particiones (mampostería de ladrillo) presentaron pequeñas fisuras y grietas. Los ascensores continuaron en funcionamiento.

Los paneles prefabricados de la fachada presentaron ligeros movimientos (conexiones oxidadas) [ROMACO, 2017].



[ROMACO, 2017]

PERFIL DEL SUELO

A continuación, en la Tabla C- 1 se resume el perfil del suelo para el caso de estudio 1, ubicado en Estados Unidos. Mientras que en la Tabla C- 2 y Tabla C- 3 se resume el perfil del suelo para el caso de estudio 15, ubicado en Ecuador. La información contenida en las tablas sirve para modificar los acelerogramas de los casos de estudio 1 y 15.

Tabla C- 1. Perfil del suelo para el hospital del caso de estudio 1 [Stewart et al., 1994]

Número de estratos	Profundidad de cada estrato (m)	Espesor del estrato (m)	Velocidad de onda de corte V_s (m/s)
1	4.6	1.5	183
2	6.1	24	198 – 213
3	30.1	45.7	280
4	60.9	30.8	457
5	91.4	30.5	683
6	Bedrock	Bedrock	762

Tabla C- 2. Perfil del suelo para la estación sismológica del caso de estudio 15 [Nikolaou et al., 2016]

Número de estratos	Profundidad de cada estrato (m)	Espesor del estrato (m)	Velocidad de onda de corte V_s (m/s)
1	1.7	1.7	193
2	3.5	1.8	391
3	31.6	28.1	480
4	Bedrock	Bedrock	820

Tabla C- 3. Perfil del suelo para el hospital del caso de estudio 15 [Nikolaou et al., 2016]

Número de estratos	Profundidad de cada estrato (m)	Espesor del estrato (m)	Velocidad de onda de corte V_s (m/s)
1	8.4	8.4	176
2	51.0	42.5	287
3	Bedrock	Bedrock	1020

C.2 Proceso de calibración de la herramienta automatizada con daños reales

En este apartado se presenta el proceso de calibración de la herramienta automatizada propuesta con el daño observado. Se presenta el daño estructural y no estructural, conjuntamente con el grado de pérdida de función de la infraestructura hospitalaria analizada. En el caso de estudio 10, correspondiente al terremoto M_w 8.8 del Maule (Chile, 2010), algunas subcategorías no se calibran, debido al efecto de licuefacción, puntualmente en sistemas distribuidos y suministro de gas médico (variables no consideradas en la herramienta propuesta). A continuación, en la Tabla C-4 a C-19 se presentan los resultados del proceso de calibración.

Tabla C- 4. Calibración caso de estudio 2

Análisis de la infraestructura hospitalaria	Daño		Visualización de resultados
	Observado	Anticipado	
Desempeño sísmico estructural	L	L	<p>Influencia de cada categoría y subcategoría en pérdida de función</p> <p>Nivel de pérdida de función: Pérdida de función permanente</p>
1. Elementos arquitectónicos			
Exteriores (EX)	N	N	
Interiores (IN)	E	E	
2. Instalaciones			
Equipos de sistemas críticos (SC)	E	E	
Sistemas distribuidos (SD)	C	C	
3. Equipamiento médico			
3.1. Servicios médicos			
Servicios Asistenciales (SA)	E	E	
Diagnóstico y Tratamiento (DT)	E	E	
Servicio de Análisis y Medicación (AM)	E	E	
Servicios Generales y de Apoyo (SE)	E	E	
3.2. Gases médicos			
Suministro de Gas Médico (GM)	C	C	
4. Contenido			
Mobiliario, accesorios, estanterías (CO)	C	C	
Desempeño sísmico no estructural		C	

Para el caso 2 (Terremoto de Northridge, 1994), instalaciones y equipamiento médico influyentes.

Tabla C- 5. Calibración caso de estudio 3

Análisis de la infraestructura hospitalaria	Daño		Visualización de resultados
	Observado	Anticipado	
Desempeño sísmico estructural	L	L	<p>Influencia de cada categoría y subcategoría en pérdida de función</p> <p>Nivel de pérdida de función: Pérdida de función baja o nula</p>
1. Elementos arquitectónicos			
Exteriores (EX)	L	L	
Interiores (IN)	M	M	
2. Instalaciones			
Equipos de sistemas críticos (SC)	E	E	
Sistemas distribuidos (SD)	N	N	
3. Equipamiento médico			
3.1. Servicios médicos			
Servicios Asistenciales (SA)	M	M	
Diagnóstico y Tratamiento (DT)	N/A	N/A	
Servicio de Análisis y Medicación (AM)	N/A	N/A	
Servicios Generales y de Apoyo (SE)	M	M	
3.2. Gases médicos			
Suministro de Gas Médico (GM)	N	N	
4. Contenido			
Mobiliario, accesorios, estanterías (CO)	E	E	
Desempeño sísmico no estructural		M	

Para el caso 3 (Terremoto Kocaeli, 1999), elementos arquitectónicos y contenidos son más influyentes.

Tabla C- 6. Calibración caso de estudio 4

Análisis de la infraestructura hospitalaria	Daño		Visualización de resultados
	Observado	Anticipado	
Desempeño sísmico estructural	N	N	<p>Influencia de cada categoría y subcategoría en pérdida de función</p> <p>Nivel de pérdida de función: Pérdida de función temporal</p>
1. Elementos arquitectónicos			
Exteriores (EX)	M	M	
Interiores (IN)	E	E	
2. Instalaciones			
Equipos de sistemas críticos (SC)	C	C	
Sistemas distribuidos (SD)	E	E	
3. Equipamiento médico			
3.1. Servicios médicos			
Servicios Asistenciales (SA)	E	E	
Diagnóstico y Tratamiento (DT)	C	C	
Servicio de Análisis y Medicación (AM)	M	M	
Servicios Generales y de Apoyo (SE)	M	M	
3.2. Gases médicos			
Suministro de Gas Médico (GM)	E	E	
4. Contenido			
Mobiliario, accesorios, estanterías (CO)	C	C	
Desempeño sísmico no estructural		E	

Para el caso 4 (Terremoto de Chi-Chi 1999), las cuatro categorías son influyentes.

Tabla C- 7. Calibración caso de estudio 5

Análisis de la infraestructura hospitalaria	Daño		Visualización de resultados
	Observado	Anticipado	
Desempeño sísmico estructural	M	M	<p>Influencia de cada categoría y subcategoría en pérdida de función</p> <p>Nivel de pérdida de función: Pérdida de función temporal</p>
1. Elementos arquitectónicos			
Exteriores (EX)	E	E	
Interiores (IN)	E	E	
2. Instalaciones			
Equipos de sistemas críticos (SC)	M	M	
Sistemas distribuidos (SD)	E	E	
3. Equipamiento médico			
3.1. Servicios médicos			
Servicios Asistenciales (SA)	M	M	
Diagnóstico y Tratamiento (DT)	L	L	
Servicio de Análisis y Medicación (AM)	N/A	N/A	
Servicios Generales y de Apoyo (SE)	N/A	N/A	
3.2. Gases médicos			
Suministro de Gas Médico (GM)	E	E	
4. Contenido			
Mobiliario, accesorios, estanterías (CO)	E	E	
Desempeño sísmico no estructural		E	

Para el caso 5 (Terremoto El Salvador, 2001), elementos arquitectónicos, instalaciones y equipamiento médico son las categorías que más influyen en la pérdida de función.

Tabla C- 8. Calibración caso de estudio 6

Análisis de la infraestructura hospitalaria	Daño		Visualización de resultados
	Observado	Anticipado	
Desempeño sísmico estructural	N	N	<p>Influencia de cada categoría y subcategoría en pérdida de función</p> <p>Nivel de pérdida de función: Pérdida de función baja o nula</p>
1. Elementos arquitectónicos			
Exteriores (EX)	L	L	
Interiores (IN)	M	M	
2. Instalaciones			
Equipos de sistemas críticos (SC)	M	M	
Sistemas distribuidos (SD)	N	N	
3. Equipamiento médico			
3.1. Servicios médicos			
Servicios Asistenciales (SA)	M	M	
Diagnóstico y Tratamiento (DT)	N/A	N/A	
Servicio de Análisis y Medicación (AM)	N/A	N/A	
Servicios Generales y de Apoyo (SE)	N/A	N/A	
3.2. Gases médicos			
Suministro de Gas Médico (GM)	N	N	
4. Contenido			
Mobiliario, accesorios, estanterías (CO)	M	M	
Desempeño sísmico no estructural		M	

Para el caso 6 (Terremoto Kiho. Bay, 2006), elementos arquitectónicos son más influyentes.

Tabla C- 9. Calibración caso de estudio 7

Análisis de la infraestructura hospitalaria	Daño		Visualización de resultados
	Observado	Anticipado	
Desempeño sísmico estructural	L	L	<p>Influencia de cada categoría y subcategoría en pérdida de función</p> <p>Nivel de pérdida de función: Pérdida de función temporal</p>
1. Elementos arquitectónicos			
Exteriores (EX)	L	L	
Interiores (IN)	E	E	
2. Instalaciones			
Equipos de sistemas críticos (SC)	C	C	
Sistemas distribuidos (SD)	E	E	
3. Equipamiento médico			
3.1. Servicios médicos			
Servicios Asistenciales (SA)	E	E	
Diagnóstico y Tratamiento (DT)	N/A	N/A	
Servicio de Análisis y Medicación (AM)	N/A	N/A	
Servicios Generales y de Apoyo (SE)	E	E	
3.2. Gases médicos			
Suministro de Gas Médico (GM)	E	E	
4. Contenido			
Mobiliario, accesorios, estanterías (CO)	C	C	
Desempeño sísmico no estructural		E	

Para el caso 7 (Terremoto Pisco, 2007), elementos arquitectónicos, equipamiento médico y contenidos son influyentes.

Tabla C- 10. Calibración caso de estudio 8

Análisis de la infraestructura hospitalaria	Daño		Visualización de resultados
	Observado	Anticipado	
Desempeño sísmico estructural	M	M	<p>Influencia de cada categoría y subcategoría en pérdida de función</p> <p>Nivel de pérdida de función:</p> <p>Pérdida de función temporal</p>
1. Elementos arquitectónicos			
Exteriores (EX)	E	E	
Interiores (IN)	E	E	
2. Instalaciones			
Equipos de sistemas críticos (SC)	E	E	
Sistemas distribuidos (SD)	M	M	
3. Equipamiento médico			
3.1. Servicios médicos			
Servicios Asistenciales (SA)	M	M	
Diagnóstico y Tratamiento (DT)	L	L	
Servicio de Análisis y Medicación (AM)	N/A	N/A	
Servicios Generales y de Apoyo (SE)	N/A	N/A	
3.2. Gases médicos			
Suministro de Gas Médico (GM)	M	M	
4. Contenido			
Mobiliario, accesorios, estanterías (CO)	E	E	
Desempeño sísmico no estructural		E	

Para el caso 8 (Terremoto L'Aquila, 2009), elementos arquitectónicos es la categoría que más influye.

Tabla C- 11. Calibración caso de estudio 9

Análisis de la infraestructura hospitalaria	Daño		Visualización de resultados
	Observado	Anticipado	
Desempeño sísmico estructural	L	L	<p>Influencia de cada categoría y subcategoría en pérdida de función</p> <p>Nivel de pérdida de función:</p> <p>Pérdida de función permanente</p>
1. Elementos arquitectónicos			
Exteriores (EX)	M	M	
Interiores (IN)	C	C	
2. Instalaciones			
Equipos de sistemas críticos (SC)	E	E	
Sistemas distribuidos (SD)	C	C	
3. Equipamiento médico			
3.1. Servicios médicos			
Servicios Asistenciales (SA)	E	E	
Diagnóstico y Tratamiento (DT)	E	E	
Servicio de Análisis y Medicación (AM)	E	E	
Servicios Generales y de Apoyo (SE)	E	E	
3.2. Gases médicos			
Suministro de Gas Médico (GM)	E	E	
4. Contenido			
Mobiliario, accesorios, estanterías (CO)	C	C	
Desempeño sísmico no estructural		C	

Para el caso 9 (Terremoto Maule, 2010), instalaciones es la categoría que más influye.

Tabla C- 12. Calibración caso de estudio 10

Análisis de la infraestructura hospitalaria	Daño		Visualización de resultados
	Observado	Anticipado	
Desempeño sísmico estructural	M	M	<p>Influencia de cada categoría y subcategoría en pérdida de función</p> <p>Nivel de pérdida de función: Pérdida de función temporal</p>
1. Elementos arquitectónicos			
Exteriores (EX)	M	M	
Interiores (IN)	E	E	
2. Instalaciones			
Equipos de sistemas críticos (SC)	E	E	
Sistemas distribuidos (SD)	E	S	
3. Equipamiento médico			
3.1. Servicios médicos			
Servicios Asistenciales (SA)	M	M	
Diagnóstico y Tratamiento (DT)	E	E	
Servicio de Análisis y Medicación (AM)	N/A	N/A	
Servicios Generales y de Apoyo (SE)	N/A	N/A	
3.2. Gases médicos			
Suministro de Gas Médico (GM)	E	N	
4. Contenido			
Mobiliario, accesorios, estanterías (CO)	C	C	
Desempeño sísmico no estructural		E	

Para el caso 10 (Terremoto Maule, 2010), elementos arquitectónicos es la categoría que más influye.

Tabla C- 13. Calibración caso de estudio 11

Análisis de la infraestructura hospitalaria	Daño		Visualización de resultados
	Observado	Anticipado	
Desempeño sísmico estructural	N	N	<p>Influencia de cada categoría y subcategoría en pérdida de función</p> <p>Nivel de pérdida de función: Pérdida de función baja o nula</p>
1. Elementos arquitectónicos			
Exteriores (EX)	L	L	
Interiores (IN)	M	M	
2. Instalaciones			
Equipos de sistemas críticos (SC)	L	L	
Sistemas distribuidos (SD)	N	N	
3. Equipamiento médico			
3.1. Servicios médicos			
Servicios Asistenciales (SA)	L	L	
Diagnóstico y Tratamiento (DT)	L	L	
Servicio de Análisis y Medicación (AM)	N/A	N/A	
Servicios Generales y de Apoyo (SE)	N	N	
3.2. Gases médicos			
Suministro de Gas Médico (GM)	N	N	
4. Contenido			
Mobiliario, accesorios, estanterías (CO)	N	N	
Desempeño sísmico no estructural		L	

Para el caso 11 (Terremoto Lorca, 2011), elementos arquitectónicos es la categoría que más influye.

Tabla C- 14. Calibración caso de estudio 12

Análisis de la infraestructura hospitalaria	Daño		Visualización de resultados
	Observado	Anticipado	
Desempeño sísmico estructural	N	N	<p>Influencia de cada categoría y subcategoría en pérdida de función</p> <p>Nivel de pérdida de función: Pérdida de función baja o nula</p>
1. Elementos arquitectónicos			
Exteriores (EX)	M	M	
Interiores (IN)	M	M	
2. Instalaciones			
Equipos de sistemas críticos (SC)	E	E	
Sistemas distribuidos (SD)	L	L	
3. Equipamiento médico			
3.1. Servicios médicos			
Servicios Asistenciales (SA)	N/A	N/A	
Diagnóstico y Tratamiento (DT)	N/A	N/A	
Servicio de Análisis y Medicación (AM)	N/A	N/A	
Servicios Generales y de Apoyo (SE)	M	M	
3.2. Gases médicos			
Suministro de Gas Médico (GM)	N	N	
4. Contenido			
Mobiliario, accesorios, estanterías (CO)	E	E	
Desempeño sísmico no estructural		M	

Para el caso 12 (Terremoto Emilia, 2012), contenido es la categoría que más influye.

Tabla C- 15. Calibración caso de estudio 13

Análisis de la infraestructura hospitalaria	Daño		Visualización de resultados
	Observado	Anticipado	
Desempeño sísmico estructural	L	L	<p>Influencia de cada categoría y subcategoría en pérdida de función</p> <p>Nivel de pérdida de función: Pérdida de función permanente</p>
1. Elementos arquitectónicos			
Exteriores (EX)	M	M	
Interiores (IN)	C	C	
2. Instalaciones			
Equipos de sistemas críticos (SC)	C	C	
Sistemas distribuidos (SD)	E	E	
3. Equipamiento médico			
3.1. Servicios médicos			
Servicios Asistenciales (SA)	E	E	
Diagnóstico y Tratamiento (DT)	E	E	
Servicio de Análisis y Medicación (AM)	E	E	
Servicios Generales y de Apoyo (SE)	E	E	
3.2. Gases médicos			
Suministro de Gas Médico (GM)	C	C	
4. Contenido			
Mobiliario, accesorios, estanterías (CO)	C	C	
Desempeño sísmico no estructural		C	

Para el caso 13 (Terremoto Muisne, 2016), equipamiento médico es la categoría que más influye, seguido de las tres categorías con una influencia distribuida.

Tabla C- 16. Calibración caso de estudio 14

Análisis de la infraestructura hospitalaria	Daño		Visualización de resultados
	Observado	Anticipado	
Desempeño sísmico estructural	M	M	<p>Influencia de cada categoría y subcategoría en pérdida de función</p> <p>Nivel de pérdida de función: Pérdida de función permanente</p>
1. Elementos arquitectónicos			
Exteriores (EX)	E	E	
Interiores (IN)	C	C	
2. Instalaciones			
Equipos de sistemas críticos (SC)	C	C	
Sistemas distribuidos (SD)	C	C	
3. Equipamiento médico			
3.1. Servicios médicos			
Servicios Asistenciales (SA)	E	E	
Diagnóstico y Tratamiento (DT)	E	E	
Servicio de Análisis y Medicación (AM)	N/A	N/A	
Servicios Generales y de Apoyo (SE)	E	E	
3.2. Gases médicos			
Suministro de Gas Médico (GM)	C	C	
4. Contenido			
Mobiliario, accesorios, estanterías (CO)	C	C	
Desempeño sísmico no estructural		C	

Para el caso 14 (Terremoto Muisne, 2016), las cuatro categorías influyen en la pérdida de función.

Tabla C- 17. Calibración caso de estudio 15

Análisis de la infraestructura hospitalaria	Daño		Visualización de resultados
	Observado	Anticipado	
Desempeño sísmico estructural	M	M	<p>Influencia de cada categoría y subcategoría en pérdida de función</p> <p>Nivel de pérdida de función: Pérdida de función permanente</p>
1. Elementos arquitectónicos			
Exteriores (EX)	C	C	
Interiores (IN)	C	C	
2. Instalaciones			
Equipos de sistemas críticos (SC)	C	C	
Sistemas distribuidos (SD)	C	C	
3. Equipamiento médico			
3.1. Servicios médicos			
Servicios Asistenciales (SA)	E	E	
Diagnóstico y Tratamiento (DT)	E	E	
Servicio de Análisis y Medicación (AM)	E	E	
Servicios Generales y de Apoyo (SE)	E	E	
3.2. Gases médicos			
Suministro de Gas Médico (GM)	C	C	
4. Contenido			
Mobiliario, accesorios, estanterías (CO)	C	C	
Desempeño sísmico no estructural		C	

Para el caso 15 (Terremoto Muisne, 2016), las cuatro categorías influyen en la pérdida de función.

Tabla C- 18. Calibración caso de estudio 16

Análisis de la infraestructura hospitalaria	Daño		Visualización de resultados
	Observado	Anticipado	
Desempeño sísmico estructural	N	N	<p>Influencia de cada categoría y subcategoría en pérdida de función</p> <p>Nivel de pérdida de función: Pérdida de función baja o nula</p>
1. Elementos arquitectónicos			
Exteriores (EX)	L	L	
Interiores (IN)	M	M	
2. Instalaciones			
Equipos de sistemas críticos (SC)	L	L	
Sistemas distribuidos (SD)	M	M	
3. Equipamiento médico			
3.1. Servicios médicos			
Servicios Asistenciales (SA)	M	M	
Diagnóstico y Tratamiento (DT)	L	L	
Servicio de Análisis y Medicación (AM)	N/A	N/A	
Servicios Generales y de Apoyo (SE)	N/A	N/A	
3.2. Gases médicos			
Suministro de Gas Médico (GM)	N	N	
4. Contenido			
Mobiliario, accesorios, estanterías (CO)	M	M	
Desempeño sísmico no estructural		M	

Para el caso 16 (Terremoto Muisne, 2016), elementos arquitectónicos e instalaciones son influyentes.

Tabla C- 19. Calibración caso de estudio 17

Análisis de la infraestructura hospitalaria	Daño		Visualización de resultados
	Observado	Anticipado	
Desempeño sísmico estructural	N	N	<p>Influencia de cada categoría y subcategoría en pérdida de función</p> <p>Nivel de pérdida de función: Pérdida de función baja o nula</p>
1. Elementos arquitectónicos			
Exteriores (EX)	N	N	
Interiores (IN)	L	L	
2. Instalaciones			
Equipos de sistemas críticos (SC)	N	N	
Sistemas distribuidos (SD)	N	N	
3. Equipamiento médico			
3.1. Servicios médicos			
Servicios Asistenciales (SA)	L	L	
Diagnóstico y Tratamiento (DT)	N	N	
Servicio de Análisis y Medicación (AM)	N/A	N/A	
Servicios Generales y de Apoyo (SE)	N/A	N/A	
3.2. Gases médicos			
Suministro de Gas Médico (GM)	N	N	
4. Contenido			
Mobiliario, accesorios, estanterías (CO)	N	N	
Desempeño sísmico no estructural		L	

Para el caso 17 (Terremoto Puebla, 2017), elementos arquitectónicos causan pérdida de función.

Anejo D- INFORMACIÓN DE LA HERRAMIENTA AUTOMATIZADA

Este anejo sirve de apoyo al Capítulo 5. Se presenta una herramienta automatizada de apoyo a la toma de decisiones para la rehabilitación de estructuras existentes o protección de infraestructura hospitalaria futura. La herramienta automatizada propuesta ha sido calibrada y validada con daños de casos reales.

Este anejo se encuentra organizado de dos partes. Por un lado, resume en las Tablas D-1 a D-4 los pesos iniciales y pesos calibrados de los “tipos de componentes” considerados en este estudio asociados a cada categoría de elementos arquitectónicos, instalaciones, equipamiento médico y contenidos. Por otro lado, presenta el formulario físico de la herramienta automatizada propuesta.

D.1 Pesos iniciales y pesos calibrados

Tabla D- 1. Pesos iniciales y pesos calibrados de la categoría de elementos arquitectónicos

N.- Fragilidad Sísmica	COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES			Pesos iniciales (P _{ijk})	Peso global	Pesos calibrados (P _{ijke})	Peso global
	Nombre del Componente	N.-	Subtipo de Componente				
1. Elementos arquitectónicos							
1.1. Exterior							
1	Fachada	1	Muros de mampostería de ladrillos de arcilla hechos a mano. SDC A/B	4	15.00	3.8	14.40
2			Paredes de mampostería de ladrillos de arcilla fabricados en máquina. SDC A/B				
3			Paredes de mampostería de bloques de hormigón. SDC A/B				
4			Paredes de fachadas con marco de acero doble (uno interior y otro exterior) con conexiones básicas (fijas). SDC N/A				
5			Paredes de fachadas con marco de acero doble (uno interior y otro exterior) con conexiones deslizantes. SDC N/A				
6		2	Muros de relleno de mampostería con aberturas. SDC A/B	6	5.9		
7		3	Muros de relleno de mampostería arriostrados a intervalos regulares a 3 m o menos. SDC A/B	5	4.7		
8	Sistemas de acristalamiento	4	Ventanas con marco de aluminio y con vidrio monolítico recocido. SDC N/A	12	12.00	11.2	11.20
9			Ventanas con marco de aluminio y vidrio monolítico recocido, con la adición de película adhesiva de tereftalato de polietileno (PET) a un lado del panel de vidrio. SDC N/A				
10			Ventana con marco de aluminio y vidrio laminado. SDC N/A				
11	Escaleras de salida de emergencia	5	Escaleras prefabricadas de acero. SDC C	5	5.00	4.5	4.50
12			Escaleras de hormigón armado. SDC C				
13	Riesgo de caída de escombros	6	Parapetos de mampostería. SDC A/B	2	2.00	2.1	2.10
					34.00		32.20
1.2. Interior							
14	Particiones	1	Tabiques de yeso con marco de acero conformado en frío. Altura completa. SDC N/A	9	32.00	9.3	31.90
15			Tabiques de yeso con marco de acero conformado en frío. Altura parcial. SDC N/A				
16		2	Muros de mampostería de ladrillos de arcilla hechos a mano. SDC A/B	20	19.4		
17			Paredes de mampostería de ladrillos de arcilla fabricados en máquina. SDC A/B				
18			Paredes de mampostería de bloques de hormigón. SDC A/B				
19		3	Muros de relleno de mampostería arriostrados a intervalos regulares a 3 m o menos. SDC A/B	3	3.2		
20	Puertas	4	Puertas con marco de madera. SDC N/A	4	4.00	3.8	3.80
21	Falsos techos	5	Falso techo. Soporte colgante de alambre. SDC N/A	26	26.00	27.9	27.90
22			Falso techo. Alambre de soportes laterales. SDC N/A				
23			Falso techo. Alambre de puntales de compresión. SDC N/A				
24			Falso techo con soporte vertical y lateral, más ángulo perimetral. SDC D				
25			Falso techo con soporte vertical y lateral, más ángulo perimetral más ancho. SDC E/F				
26	Acabados	6	Acabados de pared: cerámicas. Atura completa. SDC N/A	4	4.00	4.2	4.20
27			Acabados de pared: cerámicas. Atura parcial. SDC N/A				
					66.00		67.80
					100		100

Tabla D- 2. Pesos iniciales y pesos calibrados de la categoría de instalaciones

COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES							
N.- Fragilidad Sísmica	Nombre del Componente	N.-	Subtipo de Componente	Pesos iniciales (<i>P_{ijk}</i>)	Peso global	Pesos calibrados (<i>P_{ijke}</i>)	Peso global
2. Instalaciones							
2.2. Equipos de sistemas críticos							
28	Sistemas eléctricos	1	Transformadores de servicio primario. SDC D	4	10.00	3.8	10.00
29			Transformadores de servicio primario. SDC E/F				
30		2	Panel general de baja tensión. SDC D	3	10.00	3.1	10.00
31			Panel general de baja tensión. SDC E/F				
32		3	Cuadro eléctrico secundario. SDC A/B	3	12.00	3.1	11.50
33			Cuadro eléctrico secundario. SDC D				
34			Cuadro eléctrico secundario. SDC E/F				
35		4	Grupo electrógeno. SDC A/B	5	12.00	5.1	11.50
36			Grupo electrógeno. SDC D				
37			Grupo electrógeno. SDC E/F				
38	5	SAIs o UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida). SDC A/B	7	12.00	6.4	11.50	
39		SAIs o UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida). SDC D					
40		SAIs o UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida). SDC E/F					
41	Sistemas de telecomunicaciones	6	Bastidores de almacenamiento del centro de procesamiento de datos. SDC D	2	9.50	1.8	9.50
42			Bastidores de almacenamiento del centro de procesamiento de datos. SDC E/F				
43		7	Bastidores secundarios de la red integrada de voz-datos y subestaciones del sistema de gestión. SDC D	3	9.50	2.9	9.50
44							
45			Puesto de control central del sistema de gestión. Electrónica de escritorio; incluye ordenadores, monitores, equipos de sonido, etc., apoyados en superficie lisa. SDC N/A	3	9.50	3.2	9.50
46			Puesto de control central del sistema de gestión. Electrónica de escritorio; incluye ordenadores, monitores, equipos de sonido, etc., apoyados en superficie antideslizante. SDC N/A				
47		9	Pisos elevados. SDC A/B	1.5	9.50	1.6	9.50
48	Pisos elevados. SDC C						
49	Pisos elevados. SDC D						
50		Pisos elevados. SDC E/F					
51	Ascensores	10	Ascensor de tracción. SDC D	5	5.00	5.2	5.20
52			Ascensor de tracción. SDC A/B				
53			Ascensor hidráulico. SDC D				
54			Ascensor hidráulico. SDC A/B				
55		Ascensor de tracción. SDC E/F					
56	Sistema de suministro de agua	11	Depósito de agua potable. Estación de bombeo de agua potable. SDC A/B	3	3.00	2.7	2.70
57		Depósito de agua potable. Estación de bombeo de agua potable. SDC D					
58	Sistemas de climatización	12	Máquinas enfriadoras y calderas. SDC C	1.5	4.50	1.4	4.50
59			Máquinas enfriadoras y calderas. SDC D				
60		13	Electrobombas. SDC C	1.5	4.50	1.4	4.50
61			Electrobombas. SDC D				
62	14	Unidades climatizadoras. SDC C	1.5	4.50	1.7	4.50	
63		Unidades climatizadoras. SDC D					
					44.00		43.40

COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES							
N.- Fragilidad Sísmica	Nombre del Componente	N.-	Subtipo de Componente	Pesos iniciales (P _{ijk})	Peso global	Pesos calibrados (P _{ijke})	Peso global
2. Instalaciones							
2.3. Sistemas distribuidos							
64	Tuberías de agua potable	1	Tuberías de agua potable. SDC A/B	36	36.00	36.4	36.40
65			Tuberías de agua potable. SDC C				
66			Tuberías de agua potable. SDC D, E/F				
67	Tuberías de saneamiento	2	Tuberías de saneamiento. SDC A/B	2	2.00	2.1	2.10
68			Tuberías de saneamiento. SDC C				
69			Tuberías de saneamiento. SDC D, E/F				
70	Tuberías de agua para rociadores contra incendios	3	Sistemas de tuberías de rociadores contra incendios con juntas roscadas. SDC N/A	6	15.00	5.6	14.90
71			Tubería de agua para rociadores contra incendios: tuberías horizontales principales y ramales. SDC C				
72			Tubería de agua para rociadores contra incendios: tuberías horizontales principales y ramales. SDC D, E/F				
73		4	Rociador contra incendios en el techo suspendido. SDC A/B	9		9.3	
74			Rociador contra incendios en el techo suspendido. SDC C/D				
75			Rociador contra incendios en el techo suspendido. SDC E/F				
76	Conductos de climatización	5	Conductos de climatización sujetos con varilla. SDC N/A	2	3.00	2.1	3.20
77			Conductos de climatización con varilla de instalación y tirantes oscilantes. SDC N/A				
78			Conductos de climatización con chapa galvanizada. SDC E/F				
79		6	Difusores de climatización en techos suspendidos. Sin cables de seguridad independientes. SDC C	1		1.1	
80			Difusores de climatización en techos suspendidos. Sin cables de seguridad independientes. SDC D				
					56.00		56.60
					100		100

Tabla D- 3. Pesos iniciales y pesos calibrados de la categoría de equipamiento médico

COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES								
N.- Fragilidad Sísmica	Nombre del Componente	N.-	Subtipo de Componente	Pesos iniciales (P _{ijk})	Peso global	Pesos calibrados (P _{ijke})	Peso global	
3. Equipamiento médico								
3.1. Servicios Médicos								
Servicios Asistenciales								
81	UCI, Neonatología, Hospitalización, Consulta externa, Hospital de día, Recuperación post- operatoria	1	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso medio (100-280 kg): cama eléctrica, armario informatizado de medicación (de media columna), y similares. SDC N/A	2	13.00	1.8	12.40	
82			Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): equipos y mesas móviles, y similares. SDC A/B					
83			Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso medio (100-300 kg): incubadoras y similares. SDC N/A					
84			Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): soporte para bombas de infusión y soportes de sueros, y similares. SDC A/B					
85			Equipos sujetos al forjado: cabeceros suspendidos (pontas). SDC A/B					
86								Equipos sujetos al forjado: cabeceros suspendidos (pontas). SDC C
87								Equipos sujetos al forjado: cabeceros suspendidos (pontas). SDC D
88			Equipos electrónicos apoyados en soportes de montaje en pared: cabeceros de pared. SDC N/A					
89	Urgencias (Nivel I: Box de atención inmediata)	6	Camilla médica. SDC N/A	11	11.00	11.4	11.40	
			Lámpara quirúrgica en quirófano. SDC N/A					
			Equipo de video para quirófano. SDC N/A					
			Soporte para bombas de infusión y soportes de suero (móvil). SDC N/A					
			Carro médico. SDC N/A					
90	Bloque quirúrgico	7	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso alto (300-600 kg): equipo rayos X portátil y equipos móviles similares. SDC N/A	2.5	13.00	2	12.80	
91			Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso medio (100-300 kg): mesa de operaciones, equipo de anestesia, y similares. SDC N/A					
92			Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): equipos y mesas móviles, mesas de instrumental, y similares. SDC A/B					
93			Equipos sujetos al forjado: lámparas quirúrgicas, torretas de cirujano y anestesiista, pantallas de visualización, y similares. SDC A/B					
94								Equipos sujetos al forjado: lámparas quirúrgicas, torretas de cirujano y anestesiista, pantallas de visualización, y similares. SDC C
95	Equipos sujetos al forjado: lámparas quirúrgicas, torretas de cirujano y anestesiista, pantallas de visualización, y similares. SDC D							
					37.00		36.60	

COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES							
N.- Fragilidad Sísmica	Nombre del Componente	N.-	Subtipo de Componente	Pesos iniciales (P _{ijk})	Peso global	Pesos calibrados (P _{ijke})	Peso global
3. Equipamiento médico							
3.1. Servicios Médicos							
Diagnóstico por Imagen, Hemodinámica, Medicina Nuclear, Radioterapia							
96	Diagnóstico basado en imágenes (rayos X, tomografía computarizada, resonancia magnética, endoscopia, Diálisis, radioterapia, entre otros)	1	Equipos susceptibles a deslizamiento, robusto/rígido: Gantry (Resonancia Magnética Nuclear RMN, PET-TAC), y similares. SDC N/A	1	7.00	0.9	6.70
97		2	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso alto (300-600 kg): mesa de paciente (TAC, equipos de rayos X convencional, RMN, Hemodinámica, PET-TAC, Gammacámara, y similares. SDC N/A	1		1.1	
98		3	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso medio (100-300 kg): cama eléctrica (Diálisis), equipo de cirugía laparoscópica, ecógrafo, mesa de endoscopia, y similares. SDC N/A	1.5		1.3	
99		4	Equipos anclados en el piso: Telemando. SDC N/A	1		0.9	
100		5	Equipos que se deslizan por carriles, soporte de techo: equipos de rayos X convencional, y similares. SDC N/A	1		0.9	
101		6	Electrónica de escritorio, apoyados en superficie lisa: consola para equipos de control y monitores, y similares. SDC N/A	1.5		1.6	
102		6	Electrónica de escritorio, apoyados en superficie antideslizante: consola para equipos de control y monitores, y similares. SDC N/A				
					7.00		6.70
Servicio de Análisis y Medicación							
103	Laboratorio y Farmacia	1	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso medio (100-300 kg): Bancos de muestras, y similares. SDC N/A	1.5	6.000	1.4	6.200
104		2	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso alto (300-600 kg): carruseles verticales de medicamentos (tres columnas), y similares. SDC N/A	2		2	
105		3	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en el piso. Peso medio (100-300 kg): cabinas de trabajo, cabinas de seguridad, cámara frigorífica y Banco de Sangre, cabinas de preparación de parenterales y citostáticos, y similares. SDC N/A	1.5		1.6	
106		4	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en el piso. Peso bajo (< 100 kg): neveras y congeladores, y similares. SDC N/A	1		1.2	
					6.00		6.20
Servicios Generales y de Apoyo							
107	Esterilización, morgue y autopsias, cocina, lavandería, entre otros	1	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso alto (300-600 kg): túmulo mortuario refrigerado, aparatos de cocción y lavado, cámaras frigoríficas (cocina), y similares. SDC N/A	1	5.00	0.9	4.90
108		2	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso alto (100-300 kg): mesa de autopsias, y similares. SDC N/A	1.5		1.3	
109		3	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en el piso. Peso alto (300-600 kg): autoclaves de vapor y de baja temperatura, cámaras frigoríficas (2 cadáveres), aparatos de lavado, centrifugado y planchado, y similares. SDC N/A	1		1.1	
110		4	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): carros móviles en lavandería, y similares. SDC A/B	1.5		1.6	
					5.00		4.90
3.2. Gases médicos							
Sistemas de suministro de gas médico							
111	Depósitos de almacenamiento de gases médicos	1	Depósitos de almacenamiento de oxígeno líquido y nitrógeno líquido. SDC N/A	14	28.00	13.9	28.50
112		2	Botellas de gases medicinales. SDC N/A	14		14.6	
113	Sistemas distribuidos de gas médico	3	Tuberías de gas médico. SDC A/B	17	17.00	17.4	17.40
114			Tuberías de gas médico. SDC C				
115			Tuberías de gas médico. SDC D, E/F				
					45.00		45.90
					100		100

Tabla D- 4. Pesos iniciales y pesos calibrados de la categoría de contenidos

N.- Fragilidad Sísmica	COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES			Pesos iniciales (P _{ijk})	Peso global	Pesos calibrados (P _{ijke})	Peso global
	Nombre del Componente	N.-	Subtipo de Componente				
4. Contenidos							
Mobiliario, accesorios, estanterías, entre otros							
116	Estantería pesada	1	Bastidores (racks) de almacenamiento, de 3 a 5 niveles (4.40 – 6.0 m). SDC N/A	12	12.00	11.9	11.90
117		2	Bastidores de altura media (< 3 m). SDC C	13	13.00	13.3	13.30
118		2	Bastidores de altura media (< 3 m). SDC D				
119	Estantería ligera	3	Estanterías de vidrio sin puertas. SDC N/A	12	30.00	12.1	28.80
120		4	Estanterías de vidrio con puertas. SDC N/A	18		16.7	
121	Almacenamiento de materiales peligrosos	5	Armario de almacenamiento de productos/materiales peligrosos. SDC N/A	22	22.00	22.1	22.10
122	Equipo informático y de cómputo	6	Estación de trabajo modular. SDC N/A	10	23.00	10.3	23.90
123		7	Equipo electrónico con soporte en la pared (monitores). SDC N/A	6		6.2	
124		8	Electrónica de escritorio (incluye ordenadores, monitores, equipos de sonido, etc.), apoyados en superficie lisa. SDC N/A	7		7.4	
125		8	Electrónica de escritorio (incluye ordenadores, monitores, equipos de sonido, etc.), apoyados en superficie antideslizante. SDC N/A				

A continuación, se presenta el formulario físico de la herramienta propuesta.

D.2 Formulario físico de la herramienta automatizada propuesta

La herramienta automatiza consta de dos partes tales como:

Parte I. Se subdivide en cuatro subsecciones: i) información general del edificio (se selecciona en la mayoría de las situaciones alternativas SÍ/NO y en otros aspectos se requiere ingresar datos), fotografías y/o planos; ii) ingreso de la estimación de la demanda sísmica, de acuerdo a la formulación propuesta en este estudio, Capítulo 3; iii) ingreso y selección de información para los “factores de modificación”, los cuales consideran la relación entre el año de construcción y/o diseño y el año del evento sísmico, y el estado de conservación del edificio, de acuerdo a lo descrito en el Capítulo 5; y iv) se presenta el análisis de resultados del posible daño por cada subcategoría que forma parte de cada categoría de elementos arquitectónicos, instalaciones, equipamiento médico y contenidos.

Para lograr una mejor visualización del análisis y resultados, se recurre al uso de colores (por ejemplo, color verde corresponde a daño leve y color rojo daño completo). Además, un breve comentario del grado de pérdida de función de la infraestructura hospitalaria. Este análisis de resultados se encuentra automatizado en relación a la información general requerida y la selección de las curvas de fragilidad sísmica.

Parte II. Considera 21 curvas de fragilidad sísmica para el sistema resistente de la estructura y 125 curvas de fragilidad sísmica para los componentes y sistemas no estructurales agrupadas para cada categoría. Con el objetivo de evitar juicios propios del evaluador, esta sección consta de “bloques generales” denominados “tipos de componentes” de selección de acuerdo a las características sismorresistente del edificio denominados “subtipo de componente” o fragilidades sísmicas. También, incluye niveles de diseño sísmico SDC (por sus siglas en inglés, Seismic Design Category). Asimismo, respecto al SDC se tiene en cuenta las siguientes consideraciones. Para los límites máximos anteriores a la adopción de códigos con criterios de detalle sísmico (edificios antiguos), se deben seleccionar las fragilidades asociadas con el nivel de diseño sísmico A/B. Para considerar los niveles de diseño sísmico C, D, E y F es de acuerdo al nivel de detallamiento sísmico de los componentes y sistemas no estructurales, es decir, la incorporación

de arriostres, anclajes y certificaciones sísmicas de componentes y sistemas críticos. El nivel detallamiento sísmico se encuentra especificado en memorias técnicas, planos arquitectónicos. Además, dicha información se puede obtener o constatar mediante la inspección visual de la infraestructura hospitalaria a analizar, se considera lo siguiente: i) el nivel de diseño sísmico C corresponde a un diseño sísmico medio; ii) el nivel de diseño sísmico SDC D, corresponde a un nivel de diseño sísmico alto; iii) el nivel de diseño sísmico SDC E y F corresponden al diseño sísmico más alto, puntualmente están destinados a áreas de muy alta sismicidad y/o cercanas a una falla activa. Tenga en cuenta que los hospitales emplazados en zonas de alta sismicidad, y algunos emplazados en zonas de sismicidad intermedia, se diseñan como categoría E/F como medida conservadora.

Se recomienda para un uso futuro de la herramienta automatizada propuesta, combinar entre el trabajo de oficina y visita de campo. El cálculo de las demandas sísmicas será de acuerdo al espectro de diseño de la norma de cada país. Además, se recomienda que la evaluación la realice profesionales como arquitectos o ingenieros civiles. Se estima una duración del orden de 1 a 2 días para la evaluación de cada infraestructura hospitalaria. A continuación, se presenta el formulario físico de la herramienta automatizada propuesta.

  	Hospital Dr. Guillermo Grant Benavente “La Torre de Pacientes Críticos”		9		
	Ciudad / estado (provincia) / país: Concepción / Chile Coordenadas geográficas: 36.824° S 73.037° W				
	1. INFORMACIÓN GENERAL				
Año (Cont. y/o Diseño)	Sistema estructural ¹	No. de edificio individual	Plantas/ altura (m)	Altura de entreplanta (m)	Tipo de suelo
1984	C2	1	6/21.9	3.4	C
Regularidad (plat./alz.)	Config. irreg.	Planta baja blanda	Columnas cortas	Riesgo de impacto	Per. fund. (s)
NO/SÍ	NO	NO	SÍ	NO	0.49
¹ C1: Pórticos de hormigón armado; C2: Muros de corte de hormigón armado; C3: Pórticos de hormigón armado con paredes de relleno de mampostería sin refuerzo					
2. FACTORES DE MODIFICACIÓN					
Estado actual:			Año del evento sísmico:		
infraestructura nueva	-			2010	
infraestructura recién rehabilitada	-				
infraestructura que necesita ser rehabilitada	-				
infraestructura deteriorada	x				
Comentario:					
3. DEMANDA SÍSMICA					
Desplazamiento espectral (m)	Deriva de entresijos (rad)	PGA (g)	PFA (g)		
			z/H = 0	z/H = 0.5	z/H = 1
0.0620	0.0036	0.63	0.63	1.10	1.57
4. ANÁLISIS Y RESULTADOS					
Evaluación rápida de pérdida de función por sísmos en infraestructura hospitalaria	Daño		Ilustración de resultados		
	Observado	Anticipado			
Desempeño sísmico estructural	S	S			
Componentes y sistemas no estructurales					
1. Elementos Arquitectónicos					
Exterior (EX)	N	N			
Interior (IN)	C	C			
2. Instalaciones					
Equipos de sistemas generales críticos (SC)	E	E			
Sistemas distribuidos (SD)	C	C			
3. Equipamiento Médico					
3.1. Servicios Médicos					
Servicios Asistenciales (SA)	E	E			
Diagnóstico y Tratamiento (DT)	E	E			
Servicio de Análisis y Medicación (AM)	E	E			
Servicios Generales y de Apoyo (SE)	E	E			
3.2. Gases Médicos					
Suministro de Gas Médico (GM)	E	E			
4. Contenidos					
Mobiliario, accesorios, estanterías (CO)	C	C			
Desempeño sísmico no estructural					
C					
Índice de Seguridad Hospitalaria (SI): 3-C Pérdida de función permanente					
No daño Leve Moderado Extenso Completo					



Hospital Dr. Guillermo Grant Benavente “La Torre de Pacientes Críticos”				9
Ciudad / estado (provincia) / país:		Concepción / Chile		
Coordenadas geográficas:		36.824° S 73.037° W		
N.- Fragilidad Sísmica	ELEMENTOS ESTRUCTURALES			Seleccionar
	Sistema Resistente	N.-	Descripción General	
Nivel de diseño sísmico de código alto				
1	Pórticos de hormigón armado	1	Pórticos de hormigón armado. Baja altura	
2		2	Pórticos de hormigón armado. Media altura	
3		3	Pórticos de hormigón armado. Gran altura	
4	Muros de corte de hormigón armado	4	Muros de corte de hormigón armado. Baja altura	
5		5	Muros de corte de hormigón armado. Media altura	
6		6	Muros de corte de hormigón armado. Gran altura	
Nivel de diseño sísmico de código medio				
7	Pórticos de hormigón armado	1	Pórticos de hormigón armado. Baja altura	
8		2	Pórticos de hormigón armado. Media altura	
9		3	Pórticos de hormigón armado. Gran altura	
10	Muros de corte de hormigón armado	4	Muros de corte de hormigón armado. Baja altura	
11		5	Muros de corte de hormigón armado. Media altura	x
12		6	Muros de corte de hormigón armado. Gran altura	
Nivel de diseño sísmico de código bajo				
13	Pórticos de hormigón armado	1	Pórticos de hormigón armado. Baja altura	
14		2	Pórticos de hormigón armado. Media altura	
15		3	Pórticos de hormigón armado. Gran altura	
16	Muros de corte de hormigón armado	4	Muros de corte de hormigón armado. Baja altura	
17		5	Muros de corte de hormigón armado. Media altura	
18		6	Muros de corte de hormigón armado. Gran altura	
19	Pórticos de hormigón armado con paredes de relleno de mampostería sin refuerzo	7	Pórticos de hormigón armado con paredes de relleno de mampostería sin refuerzo. Baja altura	
20		8	Pórticos de hormigón armado con paredes de relleno de mampostería sin refuerzo. Media altura	
21		9	Pórticos de hormigón armado con paredes de relleno de mampostería sin refuerzo. Gran altura	

Desempeño Sísmico Estructural	S
--------------------------------------	----------

COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES				
N.- Fragilidad Sísmica	Nombre del Componente	N.-	Subtipo de Componente	Seleccionar
1. Elementos arquitectónicos				
1.1. Exterior				
1	Fachada	1	Muros de mampostería de ladrillos de arcilla hechos a mano. SDC A/B	-
2			Paredes de mampostería de ladrillos de arcilla fabricados en máquina. SDC A/B	-
3			Paredes de mampostería de bloques de hormigón. SDC A/B	-
4			Paredes de fachadas con marco de acero doble (uno interior y otro exterior) con conexiones básicas (fijas). SDC N/A	-
5			Paredes de fachadas con marco de acero doble (uno interior y otro exterior) con conexiones deslizantes. SDC N/A	-
6		2	Muros de relleno de mampostería con aberturas. SDC A/B	-
7		3	Muros de relleno de mampostería arriostrados a intervalos regulares a 3 m o menos. SDC A/B	-
8	Sistemas de acristalamiento	4	Ventanas con marco de aluminio y con vidrio monolítico recocido. SDC N/A	x
9			Ventanas con marco de aluminio y vidrio monolítico recocido, con la adición de película adhesiva de tereftalato de polietileno (PET) a un lado del panel de vidrio. SDC N/A	-
10			Ventana con marco de aluminio y vidrio laminado. SDC N/A	-
11	Escaleras de salida de emergencia	5	Escaleras prefabricadas de acero. SDC C	-
12			Escaleras de hormigón armado. SDC C	x
13	Riesgo de caída de escombros	6	Parapetos de mampostería. SDC A/B	-
1.2. Interior				
14	Particiones	1	Tabiques de yeso con marco de acero conformado en frío. Altura completa. SDC N/A	x
15			Tabiques de yeso con marco de acero conformado en frío. Altura parcial. SDC N/A	-
16		2	Muros de mampostería de ladrillos de arcilla hechos a mano. SDC A/B	-
17			Paredes de mampostería de ladrillos de arcilla fabricados en máquina. SDC A/B	x
18			Paredes de mampostería de bloques de hormigón. SDC A/B	-
19	3	Muros de relleno de mampostería arriostrados a intervalos regulares a 3 m o menos. SDC A/B	-	
20	Puertas	4	Puertas con marco de madera. SDC N/A	x
21	Falsos techos	5	Falso techo. Soporte colgante de alambre. SDC N/A	-
22			Falso techo. Alambre de soportes laterales. SDC N/A	-
23			Falso techo. Alambre de puntales de compresión. SDC N/A	x
24			Falso techo con soporte vertical y lateral, más ángulo perimetral. SDC D	-
25			Falso techo con soporte vertical y lateral, más ángulo perimetral más ancho. SDC E/F	-
26	Acabados	6	Acabados de pared: cerámicas. Atura completa. SDC N/A	x
27			Acabados de pared: cerámicas. Atura parcial. SDC N/A	-

COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES				
N.- Fragilidad Sísmica	Nombre del Componente	N.-	Subtipo de Componente	Seleccionar
2. Instalaciones				
2.2. Equipos de sistemas críticos				
28	Sistemas eléctricos	1	Transformadores de servicio primario. SDC D	x
29			Transformadores de servicio primario. SDC E/F	-
30		2	Panel general de baja tensión. SDC D	x
31			Panel general de baja tensión. SDC E/F	-
32		3	Cuadro eléctrico secundario. SDC A/B	-
33			Cuadro eléctrico secundario. SDC D	x
34			Cuadro eléctrico secundario. SDC E/F	-
35		4	Grupo electrógeno. SDC A/B	-
36			Grupo electrógeno. SDC D	x
37			Grupo electrógeno. SDC E/F	-
38		5	SAIs o UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida). SDC A/B	-
39			SAIs o UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida). SDC D	x
40			SAIs o UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida). SDC E/F	-
41		Sistemas de telecomunicaciones	6	Bastidores de almacenamiento del centro de procesamiento de datos. SDC D
42	Bastidores de almacenamiento del centro de procesamiento de datos. SDC E/F			-
43	7		Bastidores secundarios de la red integrada de voz-datos y subestaciones del sistema de gestión. SDC D	x
44			Racks secundarios de la red integrada de voz-datos y subestaciones del sistema de gestión. SDC E/F	-
45	8		Puesto de control central del sistema de gestión. Electrónica de escritorio; incluye ordenadores, monitores, equipos de sonido, etc., apoyados en superficie lisa. SDC N/A	x
46			Puesto de control central del sistema de gestión. Electrónica de escritorio; incluye ordenadores, monitores, equipos de sonido, etc., apoyados en superficie antideslizante. SDC N/A	-
47	9		Pisos elevados. SDC A/B	-
48			Pisos elevados. SDC C	x
49			Pisos elevados. SDC D	-
50			Pisos elevados. SDC E/F	-
51	Ascensores	10	Ascensor de tracción. SDC D	x
52			Ascensor de tracción. SDC A/B	-
53			Ascensor hidráulico. SDC D	-
54			Ascensor hidráulico. SDC A/B	-
55			Ascensor de tracción. SDC E/F	-

COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES				
N.- Fragilidad Sísmica	Nombre del Componente	N.-	Subtipo de Componente	Seleccionar
2. Instalaciones				
2.2. Equipos de sistemas críticos				
56	Sistema de suministro de agua	11	Depósito de agua potable. Estación de bombeo de agua potable. SDC A/B	-
57			Depósito de agua potable. Estación de bombeo de agua potable. SDC D	x
58	Sistemas de climatización	12	Máquinas enfriadoras y calderas. SDC C	-
59			Máquinas enfriadoras y calderas. SDC D	x
60		13	Electrobombas. SDC C	-
61			Electrobombas. SDC D	x
62		14	Unidades climatizadoras. SDC C	-
63			Unidades climatizadoras. SDC D	x
2.3. Sistemas distribuidos				
64	Tuberías de agua potable	1	Tuberías de agua potable. SDC A/B	-
65			Tuberías de agua potable. SDC C	x
66			Tuberías de agua potable. SDC D, E/F	-
67	Tuberías de saneamiento	2	Tuberías de saneamiento. SDC A/B	-
68			Tuberías de saneamiento. SDC C	x
69			Tuberías de saneamiento. SDC D, E/F	-
70	Tubería de agua para rociadores contra incendios	3	Sistemas de tuberías de rociadores contra incendios con juntas roscadas. SDC N/A	-
71			Tubería de agua para rociadores contra incendios: tuberías horizontales principales y ramales. SDC C	x
72			Tubería de agua para rociadores contra incendios: tuberías horizontales principales y ramales. SDC D, E/F	-
73		4	Rociador contra incendios en el techo suspendido. SDC A/B	-
74			Rociador contra incendios en el techo suspendido. SDC C/D	x
75			Rociador contra incendios en el techo suspendido. SDC E/F	-
76		Conductos de climatización	5	Conductos de climatización sujetos con varilla. SDC N/A
77	Conductos de climatización con varilla de instalación y tirantes oscilantes. SDC N/A			x
78	Conductos de climatización con chapa galvanizada. SDC E/F			-
79	6		Difusores de climatización en techos suspendidos. Sin cables de seguridad independientes. SDC C	-
80		Difusores de climatización en techos suspendidos. Sin cables de seguridad independientes. SDC D	x	

COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES				
N.- Fragilidad Sísmica	Nombre del Componente	N.-	Subtipo de Componente	Seleccionar
3. Equipamiento médico				
3.1. Servicios Médicos				
Servicios Asistenciales				
81	UCI, Neonatología, Hospitalización, Consulta externa, Hospital de día, Recuperación post-operatoria	1	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso medio (100-280 kg): cama eléctrica, armario informatizado de medicación (de media columna), y similares. SDC N/A	x
82		2	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): equipos y mesas móviles, y similares. SDC A/B	x
83		3	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso medio (100-300 kg): incubadoras y similares. SDC N/A	x
84		4	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): soporte para bombas de infusión y soportes de sueros, y similares. SDC A/B	x
85		5	Equipos sujetos al forjado: cabeceros suspendidos (pontas). SDC A/B	-
86			Equipos sujetos al forjado: cabeceros suspendidos (pontas). SDC C	x
87			Equipos sujetos al forjado: cabeceros suspendidos (pontas). SDC D	-
88			Equipos electrónicos apoyados en soportes de montaje en pared: cabeceros de pared. SDC N/A	-
89	Urgencias (Nivel 1: Box de atención inmediata)	6	Camilla médica. SDC N/A Lámpara quirúrgica en quirófano. SDC N/A Equipo de video para quirófano. SDC N/A Soporte para bombas de infusión y soportes de suero (móvil). SDC N/A Carro médico. SDC N/A	x
90	Bloque quirúrgico	7	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso alto (300-600 kg): equipo rayos X portátil y equipos móviles similares. SDC N/A	x
91		8	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso medio (100-300 kg): mesa de operaciones, equipo de anestesia, y similares. SDC N/A	x
92		9	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): equipos y mesas móviles, mesas de instrumental, y similares. SDC A/B	x
93		Equipos sujetos al forjado: lámparas quirúrgicas, torretas de cirujano y anestesista, pantallas de visualización, y similares. SDC A/B	-	
94		10	Equipos sujetos al forjado: lámparas quirúrgicas, torretas de cirujano y anestesista, pantallas de visualización, y similares. SDC C	x
95			Equipos sujetos al forjado: lámparas quirúrgicas, torretas de cirujano y anestesista, pantallas de visualización, y similares. SDC D	-

COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES				
N.- Fragilidad Sísmica	Nombre del Componente	N.-	Subtipo de Componente	Seleccionar
3. Equipamiento médico				
3.1. Servicios Médicos				
Diagnóstico por Imagen, Hemodinámica, Medicina Nuclear, Radioterapia				
96	Diagnóstico basado en imágenes (rayos X, tomografía computarizada, resonancia magnética, endoscopia, Diálisis, radioterapia, entre otros)	1	Equipos susceptibles a deslizamiento, robusto/rígido: Gantry (Resonancia Magnética Nuclear RMN, PET-TAC), y similares. SDC N/A	x
97		2	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso alto (300-600 kg): mesa de paciente (TAC, equipos de rayos X convencional, RMN, Hemodinámica, PET-TAC, Gammacámara, y similares. SDC N/A	x
98		3	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en ruedas. Peso medio (100-300 kg): cama eléctrica (Diálisis), equipo de cirugía laparoscópica, ecógrafo, mesa de endoscopia, y similares. SDC N/A	x
99		4	Equipos anclados en el piso: Telemando. SDC N/A	x
100		5	Equipos que se deslizan por carriles, soporte de techo: equipos de rayos X convencional, y similares. SDC N/A	x
101		6	Electrónica de escritorio, apoyados en superficie lisa: consola para equipos de control y monitores, y similares. SDC N/A	-
102		6	Electrónica de escritorio, apoyados en superficie antideslizante: consola para equipos de control y monitores, y similares. SDC N/A	x
Servicio de Análisis y Medicación				
103	Laboratorio y Farmacia	1	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso medio (100-300 kg): Bancos de muestras, y similares. SDC N/A	x
104		2	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso alto (300-600 kg): carruseles verticales de medicamentos (tres columnas), y similares. SDC N/A	x
105		3	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en el piso. Peso medio (100-300 kg): cabinas de trabajo, cabinas de seguridad, cámara frigorífica y Banco de Sangre, cabinas de preparación de parenterales y citostáticos, y similares. SDC N/A	x
106		4	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en el piso. Peso bajo (< 100 kg): neveras y congeladores, y similares. SDC N/A	x
Servicios Generales y de Apoyo				
107	Esterilización, morgue y autopsias, cocina, lavandería, entre otros	1	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso alto (300-600 kg): túmulo mortuario refrigerado, aparatos de cocción y lavado, cámaras frigoríficas (cocina), y similares. SDC N/A	x
108		2	Equipos susceptibles a deslizamiento, apoyados en el piso. Peso alto (100-300 kg): mesa de autopsias, y similares. SDC N/A	x
109		3	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en el piso. Peso alto (300-600 kg): autoclaves de vapor y de baja temperatura, cámaras frigoríficas (2 cadáveres), aparatos de lavado, centrifugado y planchado, y similares. SDC N/A	x
110		4	Equipos susceptibles a vuelco, apoyados en ruedas. Peso bajo (< 50 kg): carros móviles en lavandería, y similares. SDC A/B	x

COMPONENTES Y SISTEMAS NO ESTRUCTURALES				
N.- Fragilidad Sísmica	Nombre del Componente	N.-	Subtipo de Componente	Seleccionar
3. Equipamiento médico				
3.2. Gases Médicos				
Sistemas de suministro de gas médico				
111	Depósitos de almacenamiento de gases médicos	1	Depósitos de almacenamiento de oxígeno líquido y nitrógeno líquido. SDC N/A	x
112		2	Botellas de gases medicinales. SDC N/A	x
113	Sistemas distribuidos de gas médico	3	Tuberías de gas médico. SDC A/B	-
114			Tuberías de gas médico. SDC C	x
115			Tuberías de gas médico. SDC D, E/F	-
4. Contenidos				
Mobiliario, accesorios, estanterías, entre otros				
116	Estantería pesada	1	Bastidores (racks) de almacenamiento, de 3 a 5 niveles (4.40 – 6.0 m). SDC N/A	x
117		2	Bastidores de altura media (< 3 m). SDC C	x
118	Bastidores de altura media (< 3 m). SDC D		-	
119	Estantería ligera	3	Estanterías de vidrio sin puertas. SDC N/A	x
120		4	Estanterías de vidrio con puertas. SDC N/A	-
121	Almacenamiento de materiales peligrosos	5	Armario de almacenamiento de productos/materiales peligrosos. SDC N/A	x
122	Equipo informático y de comunicación	6	Estación de trabajo modular. SDC N/A	x
123		7	Equipo electrónico con soporte en la pared (monitores). SDC N/A	x
124		8	Electrónica de escritorio (incluye ordenadores, monitores, equipos de sonido, etc.), apoyados en superficie lisa. SDC N/A	-
125			Electrónica de escritorio (incluye ordenadores, monitores, equipos de sonido, etc.), apoyados en superficie antideslizante. SDC N/A	x

Desempeño Sísmico No Estructural	C
---	----------