

b) Evaluación.

La vulnerabilidad de los diversos equipos médicos con que cuenta el hospital se evaluó en este trabajo, considerando el tipo de apoyo que posean y la disposición que presenten de acuerdo con la tabla 3.10.

En las tablas 5.129 y 5.130 se detalla el tipo de apoyo de cada equipo seleccionado, los servicios clínicos donde se encuentra, su disposición y vulnerabilidad asociada.

En el capítulo 6, la vulnerabilidad del equipamiento se agrupa en media-alta y media-baja y los porcentajes asignados se extraen de los datos de la tabla 5.129 y 5.130. Pero es necesario hacer notar que para obtener más exactamente estos porcentajes sería necesario conocer la cantidad de cada equipo médico analizado que existe en todo el hospital.

Servicios Generales

a) Disposición.

Calderas.

El hospital de Temuco posee tres calderas a petróleo; dos calderas pirotubulares Escocesa, una del año 1965 y otra de 1972 y una caldera igneotubular Servimet del año 1993. Están ubicadas en una estructura contigua al cuerpo C del edificio principal (sala de calderas).

El suministro de petróleo proviene de tres estanques de almacenamiento con capacidad para 23000 lt. ubicados en una sala contigua a la sala de calderas.

Las calderas presentan un sistema de apoyo fijo al suelo mediante pernos, como se aprecia en la foto C31, anexo C. Los apoyos de la parte posterior se dejan libres para permitir la dilatación a la cual están expuestas debido a las altas temperaturas que operan. Los pernos utilizados en el anclaje de las calderas no han sido evaluados en cuanto a su resistencia y anclaje

Tabla 5,129 Características de los Equipos Médicos seleccionados del Hospital de Temuco

Equipo	Servicios Clínicos	Tipo de Apoyo	Disposición del Equipo	Vulnerabilidad
Monitor Electrocardiógrafo Desfibrilador	Urgencia - U.C.I. Neonatología - Cirugía	Fijo con Patas de Goma	Sobre Mesa con Ruedas Sin Frenos	Media
Capnógrafo	Pabellón Urgencia U.C.I.	Fijo con Patas de Gomas (Portátil)	Sobre máquina de anestesia	Alta
Oxímetro de Pulso	Pabellón Urgencia U.C.I.	Fijo con Patas de Gomas (Portátil)	Sobre máquina de anestesia	Alta
Bomba de Aspiración	Urgencia - Medicina	Móvil	Apernado a Mesa con Ruedas	Media - Alta
Bomba de Infusión	Medicina - U.C.I. Urgencia	Fijo con Patas de Gomas (Portátil)	Sobre Repisa junto a los pacientes	Alta
Lámpara Radiante	Obstetricia - Neonatología	Móvil	Solidario a cunas de guaguas	Alta
Respirador	U.C.I. Adulto y Pediatría	Móvil		Media - Alta
Autoclave	Esterilización	Fijo al Suelo	Posee Estructura Metálica sin pernos de Anclaje	Media - Baja
Pupinel	Esterilización	Fijo con Patas de Gomas	Sobre Mesa	Media - Alta
Esterilizador de Oxido Etileno	Esterilización	Fijo al Suelo	Posee Estructura Metálica sin Pernos de Anclaje	Media - Baja
Lámpara de Pabellón	Pabellón	Fijo	Suspendido del Cielo	Baja
Monitor de Signos Vitales	Pabellón	Fijo con Patas de Gomas	Sobre máquina de anestesia o Sobre Estante	Alta
Máquina de Anestesia con Ventilador	Pabellón	Móvil	Sirve de Apoyo Para Otros Equipos	Media - Baja
Electrobisturí	Pabellón	Fijo con Patas de Gomas	Sobre Mesa	Media - Baja
Equipo de Laparoscopia	Pabellón	Móvil con Frenos	En el Piso	Alta
Intensificador de Imágenes	Pabellón	Móvil con Frenos	En el Piso	Media - Baja
Mesa Quirúrgica	Pabellón	Móvil con sistema de frenos		Media - Baja
Analizador Bioquímico	Laboratorio Bioquímico	Fijo con Patas de Gomas	Sobre Mesa con Ruedas	Alta

Tabla 5,130 Características de los Equipos Médicos seleccionados del Hospital de Temuco

Equipo	Servicios Clínicos	Tipo de Apoyo	Disposición del Equipo	Vulnerabilidad
Analizador de Gases	Laboratorio	Fijo con Patas de Goma	Sobre Mesa	Alta
Analizador de Orina	Laboratorio	Fijo con Patas de Goma	Sobre Mesa	Alta
Bilirrubinómetro	Neonatología	Equipo Portátil	Sobre Mesa	Media - Baja
Centrifuga	Bco. de Sangre - Laboratorio Anatomía Patológica	Fijo con Patas de Goma		Media - Baja
Analizador Hematológico	Laboratorio Hematológico	Fijo con Patas de Goma	Sobre Mesa	Alta
Contador Elisa	Banco de Sangre Laboratorio	Fijo con Patas de Goma	Sobre Mesa	Media - Baja
Estufa de Cultivo	Laboratorio	Fijo con Patas de Goma	Sobre Mesa	Alta
Fotómetro de LLama	Laboratorio Bioquímico	Fijo con Patas de Goma	Sobre Mesa	Alta
Freezer	Bco. de Sangre - Laboratorio Anatomía Patológica	Fijo con Patas metálicas	En el piso	Media - Baja
Contador Gamma	Medicina Nuclear	Fijo con Patas de Goma	Sobre mesa con ruedas	Alta
Gamma Cámara	Medicina Nuclear	Fijo con Placa de apoyo	Apernado al piso	Media - Baja
Microscopio Universal	Laboratorio	Fijo con Patas de Goma	Sobre Mesa	Alta
Microcentrifuga	Laboratorio	Fijo con Patas de Goma	Sobre Mesa	Media
Refrigerador de Sangre	Bco. de Sangre - Laboratorio Anatomía Patológica	Fijo con Patas de metal	En el piso	Media - Baja
Equipo de Rayos X	Servicio de Imagenología	Fijo	Apernado al suelo y al techo	Media - Alta
Ecotomógrafo	Servicio de Imagenología	Móvil	En el Piso	Media - Baja
T.A.C.	Servicio de Scanner	Fijo con Placa de apoyo	Apernado al suelo	Baja
Equipo Procesador de Placas	Servicio de Imagenología	Fijo con Patas de metal	Simplemente apoyado en el piso	Media

Los estanques de agua que abastecen a las calderas están montados sobre una estructura que no posee arriostramientos que la rigidicen lateralmente. Lo mismo ocurre con los estanques para calentar el agua que sólo se apoyan en columnas verticales. En ambos casos, la estructura soportante se encuentra deteriorada por la corrosión.

Ascensores.

El hospital cuenta con dos ascensores montacamillas y un ascensor de pasajeros de los cuales dos están conectados al grupo electrógeno.

La sala de máquina de los ascensores se ubica sobre el 8º piso del cuerpo B junto a los estanque elevados que posee el edificio. Las máquinas de los ascensores montacamillas están apemadas a un riel el que a su vez está anclado a una base de hormigón y empotrado en los muros.

El estado de las máquinas es bueno y según el personal encargado, están sometidas a una mantención periódica. Ver foto C4, anexo C.

Central de aire acondicionado.

La nueva central de aire acondicionado que se instaló con el edificio del CDT se encuentra a un costado de la sub-estación eléctrica y presenta un sistema de anclaje sísmico con pernos adicionados con un sistema de resortes, ver foto C32 anexo C. El sistema de anclaje no fue evaluado en este trabajo.

Evaluación.

De acuerdo con la tabla 3.10, la vulnerabilidad de las Calderas se puede calificar como "MEDIA" en virtud de las condiciones que presenta. Además, es necesario destacar el hecho de que el sistema de anclaje que poseen las calderas parece insuficiente para el tamaño y peso de las mismas. Para evaluar el anclaje en cuanto a su resistencia sería necesario realizar cálculos de

los esfuerzos requeridos, sin embargo, esta evaluación está fuera del alcance de este proyecto.

Los otros estanques y equipos que se encuentran en la sala de calderas presentan una vulnerabilidad calificada como "ALTA" en virtud de las características y condiciones que presentan.

Una situación preocupante y de alto riesgo que presenta la sala de calderas es la cercanía al resto de los edificios del hospital debido a que por su función y características puede producir una situación seria en caso de una eventual explosión.

Los ascensores presentan una vulnerabilidad calificada como "MEDIA - ALTA", asociada en parte a la vulnerabilidad del sistema de energía (transformadores sin sistema de anclaje).

5.4 HOSPITAL BASE DE PUERTO MONTT

5.4.1 Vulnerabilidad de los elementos estructurales

En este hospital los edificios seleccionados para la evaluación estructural son los cuerpos C, D, E1, E2, K, L y M, todos de un piso. Sólo el cuerpo C posee un subterráneo que está inutilizado.

La calidad de los materiales utilizados en todos los cuerpos del Hospital Base de Puerto Montt se obtuvieron de los planos estructurales y corresponden a.

a) Se considerará un hormigón tipo D con resistencia $R_{28} \geq 225 \text{ kg/cm}^2$, lo que equivale a una resistencia cilíndrica a la compresión $f_c=172 \text{ kg/cm}^2$, según la tabla 19 de la norma NCh 170 Of85 (INN, 1985).

b) Albañilería tipo artesanal cuya resistencia básica de corte (τ_c), se estima en 3 kg/cm^2 (INN, 1990).

c) El valor del módulo de elasticidad del hormigón corresponde a $E_{hor}=2850000 \text{ (T/m}^2\text{)}$, mientras que el módulo de elasticidad de la albañilería tiene un valor $E_{ab}=150000 \text{ (T/m}^2\text{)}$.

Es importante destacar que en este hospital se analizan sólo cuerpos de 1 piso (todos con losa de hormigón armado), aún cuando existen edificios de 2 pisos y otro de cuatro pisos que se encontraba en plena etapa de construcción. La selección de los cuerpos fue en base a la importancia, ante una emergencia, de los servicios clínicos que en ellos funcionaban.

En el análisis de cada cuerpo se han considerado los datos extraídos de los planos originales que se obtuvieron en el Ministerio de Salud y que fueron comparados con lo existente durante la visita al centro hospitalario. Para efecto de identificar los elementos resistentes que fueron considerados en el cálculo de los índices de cada cuerpo analizado, en el anexo D se incluyen las plantas estructurales de todos los cuerpos

5.4.1.1 Cálculo del peso sísmico

En la tabla 5.131 se indica el peso sísmico y el área real de cada cuerpo (A_{Ri}) a partir de la cual se calculó el peso por unidad de área. Además en la tabla 5.132 se detalla la distribución del peso por elemento y el porcentaje que representa cada uno en relación con el peso total del piso.

Tabla 5.131 Peso sísmico de cada cuerpo

Cuerpo	Peso W_i (Kgf)	Area real de planta A_{Ri} (m ²)	Peso por unidad de área de planta $\frac{W_i}{A_{Ri}}$ (Kgf/m ²)
C	367055	622.820	589.34
D	504816	883.915	571.11
E1	399525	694.275	575.46
E2	530015	901.513	587.92
K	1015407	1646.645	616.65
L	633250	1002.006	631.98
M	398832	635.205	627.88

Tabla 5.132 Distribución del peso por elemento para cada cuerpo. Hospital de Puerto Montt

CUERPO	DISTRIBUCION DEL PESO POR ELEMENTO (Ton) - PORCENTAJE DEL PESO TOTAL DEL CUERPO														
	Peso propio losa		Sobre carga losa		M. Albañilería		Muros Hormigón		Peso propio vigas		Pp. tabiquería		Pp. Cercha		Total (Ton)
	(Ton)	(%)	(Ton)	(%)	(Ton)	(%)	(Ton)	(%)	(Ton)	(%)	(Ton)	(%)	(Ton)	(%)	
C	202.417	55.1	0.000	0.0	6.426	1.8	37.520	10.2	66.195	18.0	17.128	4.7	37.369	10.2	367.1
D	279.689	55.4	0.000	0.0	6.177	1.2	60.147	11.9	81.460	16.1	24.308	4.8	53.035	10.5	504.8
E1	225.639	56.5	0.000	0.0	17.539	4.4	30.905	7.7	64.693	16.2	19.093	4.8	41.657	10.4	399.5
E2	292.992	55.3	0.000	0.0	11.590	2.2	60.701	11.5	85.850	16.2	24.792	4.7	54.091	10.2	530.0
K	535.160	52.7	0.000	0.0	65.025	6.4	106.018	10.4	165.123	16.3	45.283	4.5	98.799	9.7	1,015.4
L	325.652	51.4	0.000	0.0	111.167	17.6	31.826	5.0	76.930	12.1	27.555	4.4	60.120	9.5	633.3
M	206.442	51.8	0.000	0.0	0.000	0.0	55.350	13.9	81.460	20.4	17.468	4.4	38.112	9.6	398.8

5.4.1.2 Determinación de los índices a calcular

Utilizando lo descrito en el punto 3.2.5 y las áreas de los elementos resistentes contenidos en la tabla 5.133 se determinan los índices a calcular en cada cuerpo y en cada dirección de análisis de acuerdo a los valores del factor FC_j que se indican en la tabla 5.134.

Tabla 5.133 Area de elementos resistentes de hormigón y albañilería

Cuerpo	Dirección longitudinal		Dirección transversal	
	A_{hli} (m ²)	A_{ali} (m ²)	A_{hti} (m ²)	A_{ati} (m ²)
C	6.980	0	4.570	2.590
D	7.150	0	6.400	1.860
E1	6.360	0	4.270	6.980
E2	6.730	0	7.510	3.490
K	14.720	9.510	15.660	11.390
L	4.570	15.294	3.010	18.940
M	5.390	0	7.370	0

donde:

A_{hli} = Suma de áreas de elementos resistentes de hormigón armado en la dirección longitudinal del cuerpo i.

A_{ali} = Suma de áreas de elementos resistentes de albañilería en la dirección longitudinal del cuerpo i.

A_{hti} = Suma de áreas de elementos resistentes de hormigón armado en la dirección transversal del cuerpo i.

A_{ati} = Suma de áreas de elementos resistentes de albañilería en la dirección transversal del cuerpo i.

Tabla 5.134 Valores del factor FC_j

Cuerpo	σ_o	FR ₂	Dirección longitudinal	Dirección transversal
			FC _l	FC _t
C	1	4.695	1.000	0.892
D	1	4.695	1.000	0.942
E1	1	4.695	1.000	0.742
E2	1	4.695	1.000	0.910
K	1	4.695	0.879	0.866
L	1	4.695	0.584	0.427
M	1	4.695	1.000	1.000

donde:

FR₂ = Factor de reducción de sección de hormigón armado a albañilería.

De acuerdo a los valores del factor FC_j que se indican en la tabla anterior los índices a calcular en cada cuerpo son:

Dirección longitudinal:

En cuerpos C, D, E1, E2, K y M Índice de Hirosawa (I_2) e Índices de Shiga (I_m , I_c e I_j). En cuerpo L Índice de Hirosawa (I_2) e Índice de Meli (I_{mm}).

Dirección transversal :

En cuerpos C, D, E2, K y M Índice de Hirosawa (I_2) e Índices de Shiga (I_m , I_c e I_j), en cuerpo L Índice de Hirosawa (I_2) e Índice de Meli (I_{mm}) y en cuerpo E1 Índice de Hirosawa (I_2).

5.4.1.3 Índice de Hirosawa (I_2)

a) Cálculo del Índice Sísmico Básico de Comportamiento Estructural (E_0)

Para el cálculo E_0 es necesario calcular el área transversal de los elementos de hormigón (muros y columnas) y de albañilería que se consideran que participan en la capacidad resistente del cuerpo en cada dirección analizada y que son identificadas como A_{m1} , A_{m2} , A_{m3} , A_{m4} , A_{c1} , A_{c2} , A_{sc} , A_a , A_{ma} y A_{mar} de acuerdo a las consideraciones descritas en el capítulo 3.

En las tablas 5.135, 5.136, 5.137 y 5.138 se entregan las áreas de los muros de hormigón, de los muros de albañilería y de las columnas en las dos direcciones analizadas.

Tabla 5.135 Áreas de muros de hormigón armado y muros de albañilería de cada cuerpo en dirección longitudinal

Cuerpo	A_{m1} (cm ²)	A_{m2} (cm ²)	A_{m3} (cm ²)	A_{m4} (cm ²)	A_a (cm ²)	A_{ma} (cm ²)	A_{mar} (cm ²)
C	0	0	56900	3600	0	0	0
D	0	0	55900	8600	0	0	0
E1	0	0	53300	1800	0	0	0
E2	0	0	46200	7400	0	0	0
K	0	0	119100	3500	10000	85100	0
L	0	0	24200	11500	0	152940	0
M	0	0	41300	5800	0	0	0

Tabla 5.136 Areas de columnas de hormigón armado de cada cuerpo en dirección longitudinal

Cuerpo	A_{c1} (cm ²)	A_{c2} (cm ²)	A_{sc} (cm ²)
C	800	6000	2500
D	0	6000	1000
E1	2500	6000	0
E2	2000	11700	0
K	18200	3800	2600
L	7000	3000	0
M	800	5500	500

Tabla 5.137 Areas de muros de hormigón armado y muros de albañilería de cada cuerpo en dirección transversal

Cuerpo	A_{m1} (cm ²)	A_{m2} (cm ²)	A_{m3} (cm ²)	A_{m4} (cm ²)	A_a (cm ²)	A_{ma} (cm ²)	A_{mar} (cm ²)
C	0	0	36000	1800	0	25900	0
D	0	0	58400	1700	0	18600	0
E1	0	0	34700	0	0	69800	0
E2	0	0	61800	2500	0	34900	0
K	0	0	119900	7900	0	113900	0
L	0	0	9900	12000	0	189400	0
M	0	0	64700	3000	0	0	0

Tabla 5.138 Areas de columnas de hormigón armado de cada cuerpo en dirección transversal

Cuerpo	A_{c1} (cm ²)	A_{c2} (cm ²)	A_{sc} (cm ²)
C	400	7490	1000
D	0	3900	0
E1	1200	6800	0
E2	1200	9600	0
K	19500	8300	1000
L	3800	4400	0
M	0	6000	0

Indices de resistencia

Los valores de los índices para cada cuerpo y en ambas direcciones de análisis están contenidos en las tablas 5.139 y 5.140.

Tabla 5.139 Indices de resistencia de cada cuerpo en dirección longitudinal

Cuerpo	C_a	C_{ma}	C_{mar}	C_{sc}	C_w	C_c
C	0	0	0	0.0879	1.6841	0.1172
D	0	0	0	0.0256	1.2893	0.0716
E1	0	0	0	0	1.4155	0.1442
E2	0	0	0	0	1.0196	0.1653
K	0.0095	0.0805	0	0.0330	1.2401	0.1767
L	0	0.2319	0	0	0.5506	0.1236
M	0	0	0	0.0162	1.1937	0.1003

Tabla 5.140 Índices de resistencia de cada cuerpo en dirección transversal

Cuerpo	C_a	C_{ma}	C_{mar}	C_{sc}	C_w	C_c
C	0	0.0677	0	0.0351	1.0543	0.1322
D	0	0.0354	0	0	1.2228	0.0465
E1	0	0.1677	0	0	0.8963	0.1283
E2	0	0.0632	0	0	1.2439	0.1285
K	0	0.1077	0	0.0127	1.2855	0.2144
L	0	0.2871	0	0	0.3243	0.0934
M	0	0	0	0	1.7388	0.0906

Valores de los coeficientes α_i y F

En la tabla 5.142 se resumen los valores de los coeficientes α_i y el valor del índice de ductilidad F para cada cuerpo y dirección de análisis. Los elementos que controlan el modo de falla en cada cuerpo son los que se indican en la tabla 5.141.

Tabla 5.141 Elementos que controlan el modo de falla de cada cuerpo analizado

Cuerpo	ELEMENTOS QUE CONTROLAN EL MODO DE FALLA	
	Dirección longitudinal	Dirección transversal
C	Columnas cortas	Columnas cortas y muros de albañilería confinada
D	Columnas cortas	Muros de albañilería confinada
E1	Muros de hormigón armado	Muros de albañilería confinada
E2	Muros de hormigón armado	Muros de albañilería confinada
K	Columnas cortas, muros de albañilería simple o parcialmente confinados	Columnas cortas y muros de albañilería confinada
L	Muros de albañilería confinada	Muros de albañilería confinada
M	Columnas cortas	Muros de hormigón armado

Tabla 5.142 Valores de α_i y F para cada cuerpo.

Cuerpo	Dirección longitudinal				Dirección Transversal			
	α_1	α_2	α_3	F	α_1	α_2	α_3	F
C	1.0	0.7	0.5	0.8	1.0	0.7	0.5	0.8
D	1.0	0.7	0.5	0.8	1.0	0.7	0.5	1.0
E1	0.0	1.0	0.7	1.0	1.0	0.7	0.5	1.0
E2	0.0	1.0	0.7	1.0	1.0	0.7	0.5	1.0
K	1.0	0.7	0.5	0.8	1.0	0.7	0.5	0.8
L	1.0	0.7	0.5	1.0	1.0	0.7	0.5	1.0
M	1.0	0.7	0.5	0.8	0.0	1.0	0.7	1.0

El valor del índice sísmico básico del comportamiento estructural (E_o) se calcula con la ecuación 3.3 y los valores encontrados para cada cuerpo se entregan en la tabla 5.143.

Tabla 5.143 Valores de E_o de cada cuerpo

Cuerpo	E_o	
	Dirección longitudinal	Dirección Transversal
C	1.0603	0.7256
D	0.7711	0.9146
E1	1.5165	0.8593
E2	1.1354	0.9982
K	0.8635	0.9019
L	0.5432	0.5609
M	0.7215	1.8022

b) Cálculo del Índice de configuración Estructural (S_D)

Considerando lo descrito en el punto 3.2.1.1 para el cálculo del coeficiente S_D , se tienen los siguientes valores para cada uno de los coeficientes q_i de cada cuerpo analizado.

Cuerpo C

1.- Regularidad de planta (a_1): planta regular a_1 , luego $G_1=1.0$ y $R_1=1.0$

$$q_1 = 1.00$$

2.- Relación largo - ancho (B): el valor del coeficiente está dado por:

$$B = 41.5/15.2 = 2.7 < 5, \text{ luego } G_1=1.0 \text{ y } R_1=0.5$$

$$q_2 = 1.00$$

3.- Contracción de planta (c): la planta no sufre ninguna contracción

$$q_3 = 1.00$$

4.- Atrio o patio interior (R_{ap}): no tiene, luego $G_1=1.0$ y $R_1=0.5$

$$q_4 = 1.00$$

5.- Excentricidad de atrio o patio interior (f): no tiene atrio, luego $G_1=1.0$ y $R_1=0.25$

$$q_5 = 1.00$$

6.- Subterráneo (R_{st}): posee un subterráneo y el valor del coeficiente es:

$$R_{st} = 630.8/622.82 = 1.01 > 1.0, \text{ luego } G_1=1.0 \text{ y } R_1=1.0$$

$$q_6 = 1.20$$

7.- Junta de dilatación (s): no tiene $q_7 = 1.00$

8.- Uniformidad de altura de piso (R_h): sólo un piso.

$$q_8 = 1.00$$

Cuerpo D

1.- Regularidad de planta (a_1): planta regularidad mediana.

$a_2 = 101.115 \cdot 100 / 883.915 = 11,4\% > 10\%$, luego $G_1=0.9$ y $R_1=1.0$

$$q_1 = 0.90$$

2.- Relación largo - ancho (B): el valor del coeficiente está dado por:

$B = 51.5 / 15.2 = 3.4 < 5$, luego $G_1=1.0$ y $R_1=0.5$

$$q_2 = 1.00$$

3.- Contracción de planta (c): este efecto fue considerado en el coeficiente q_1 .

$$q_3 = 1.00$$

4.- Atrio o patio interior (R_{ap}): no tiene, luego $G_1=1.0$ y $R_1=0.5$

$$q_4 = 1.00$$

5.- Excentricidad de atrio o patio interior (f): no tiene atrio, luego $G_1=1.0$ y $R_1=0.25$

$$q_5 = 1.00$$

6.- Subterráneo (R_{st}): no posee subterráneo.

$$q_6 = 1.00$$

7.- Junta de dilatación (s): no tiene.

$$q_7 = 1.00$$

8.- Uniformidad de altura de piso (R_b): posee sólo un cuerpo.

$$q_8 = 1.00$$

Cuerpo E1

1.- Regularidad de planta (a_1): planta regular a_1

$$q_1 = 1.00$$

2.- Relación largo - ancho (B): el valor del coeficiente está dado por:

$$B = 35.8/19.8 = 1.8 < 5, \text{ luego } G_1=1.0 \text{ y } R_1=0.5$$

$$q_2 = 1.00$$

3.- Contracción de planta (c): no sufre ninguna contracción.

$$q_3 = 1.00$$

4.- Atrio o patio interior (R_{ap}): no tiene, luego $G_1=1.0$ y $R_1=0.5$

$$q_4 = 1.00$$

5.- Excentricidad de atrio o patio interior (f): no tiene atrio, luego $G_1=1.0$ y $R_1=0.25$

$$q_5 = 1.00$$

6.- Subterráneo (R_{as}): no posee.

$$q_6 = 1.00$$

7.- Junta de dilatación (s): posee una junta de dilatación de 0.05 m, luego el valor del coeficiente es:

$$S = 0.05/2.8 = 0.017 > 0.01, \text{ luego } G_1=1.0 \text{ y } R_1=0.5$$

$$q_7 = 1.00$$

8.- Uniformidad de altura de piso (R_u): posee sólo un cuerpo.

$$q_8 = 1.00$$

Cuerpo E2

1.- Regularidad de planta (a_1): planta regular a_1

$$q_1 = 1.00$$

2.- Relación largo - ancho (B): el valor del coeficiente está dado por:

$$B = 45.85/19.75 = 2.32 < 5, \text{ luego } G_1=1.0 \text{ y } R_1=0.5$$

$$q_2 = 1.00$$

3.- Contracción de planta (c): no sufre ninguna contracción.

$$q_3 = 1.00$$

4.- Atrio o patio interior (R_{ap}): no tiene, luego $G_i=1.0$ y $R_i=0.5$

$$q_4 = 1.00$$

5.- Excentricidad de atrio o patio interior (f): no tiene atrio, luego $G_i=1.0$ y $R_i=0.25$

$$q_5 = 1.00$$

6.- Subterráneo (R_{st}): no posee subterráneo.

$$q_6 = 1.00$$

7.- Junta de dilatación (s): posee una junta de dilatación de 0.05 m, luego el valor del coeficiente es:

$$S = 0.05/2.8 = 0.017 > 0.01, \text{ luego } G_i=1.0 \text{ y } R_i=0.5$$

$$q_7 = 1.00$$

8.- Uniformidad de altura de piso (R_h): posee sólo un cuerpo.

$$q_8 = 1.00$$

Cuerpo K

1.- Regularidad de planta (a): planta regular a_1

$$q_1 = 1.00$$

2.- Relación largo - ancho (B): el valor del coeficiente está dado por:

$$B = 49.3/39.2 = 1.3 < 5, \text{ luego } G_i=1.0 \text{ y } R_i=0.5$$

$$q_2 = 1.00$$

3.- Contracción de planta (c): no sufre ninguna contracción.

$$q_3 = 1.00$$

4.- Atrio o patio interior (R_{ap}): posee patio interior y el valor del coeficiente es:

$$R_{ap} = 265.82/1932.56 = 0.14 > 0.1, \text{ luego } G_i=0.9 \text{ y } R_i=0.5$$

$$q_4 = 0.95$$

5.- Excentricidad de atrio o patio interior (f): el valor de los coeficientes es:

$$f_1 = 7.4/39.2 = 0.18$$

$$f_2 = 14.35/49.3 = 0.29, \text{ luego } G_i=0.9 \text{ y } R_i=0.25$$

$$q_5 = 0.975$$

6.- Subterráneo (R_{as}): no posee.

$$q_6 = 1.00$$

7.- Junta de dilatación (s): no posee.

$$q_7 = 1.00$$

8.- Uniformidad de altura de piso (R_b): posee sólo un cuerpo.

$$q_8 = 1.00$$

Cuerpo L

1.- Regularidad de planta (a_i): planta regular a_i

$$q_1 = 1.00$$

2.- Relación largo - ancho (B): el valor del coeficiente está dado por:

$$B = 39.2/32.97 = 1.2 < 5, \text{ luego } G_i=1.0 \text{ y } R_i=0.5$$

$$q_2 = 1.00$$

3.- Contracción de planta (c): no sufre ninguna contracción.

$$q_3 = 1.00$$

4.- Atrio o patio interior (R_{ap}): posee patio interior y el valor del coeficiente es:

$$R_{ap} = 290.418/1292.424 = 0.22 > 0.1, \text{ luego } G_i=0.9 \text{ y } R_i=0.5$$

$$q_4 = 0.95$$

5.- Excentricidad de atrio o patio interior (f): el valor de los coeficientes es:

$$f_1 = 9/32.97 = 0.27$$

$$f_2 = 0.9/39.2 = 0.02 \text{ , luego } G_i=1.0 \text{ y } R_i=0.25$$

$$q_5 = 1.00$$

6.- Subterráneo (R_{as}): no posee.

$$q_6 = 1.00$$

7.- Junta de dilatación (s): no posee.

$$q_7 = 1.00$$

8.- Uniformidad de altura de piso (R_b): posee sólo un cuerpo.

$$q_8 = 1.00$$

Cuerpo M

1.- Regularidad de planta (a_i): planta regular a_1 , luego $G_i=1.0$ y $R_i=1.0$

$$q_{11} = 1.00$$

2.- Relación largo - ancho (B): el valor del coeficiente está dado por:

$$B = 45.1/14.1 = 3.2 < 5, \text{ luego } G_i=1.0 \text{ y } R_i=0.5$$

$$q_2 = 1.00$$

3.- Contracción de planta (c): la planta no sufre ninguna contracción

$$q_3 = 1.00$$

4.- Atrio o patio interior (R_{ap}): no tiene, luego $G_i=1.0$ y $R_i=0.5$

$$q_4 = 1.00$$

5.- Excentricidad de atrio o patio interior (f): no tiene atrio, luego $G_i=1.0$ y $R_i=0.25$

$$q_5 = 1.00$$

6.- Subterráneo (R_{as}): no posee.

$$q_6 = 1.00$$

7.- Junta de dilatación (s): no posee junta.

$$q_7 = 1.00$$

8.- Uniformidad de altura de piso (R_p): sólo un piso

$$q_8 = 1.00$$

Reemplazando estos valores en la ecuación 3.10, se obtiene el valor de S_D para cada cuerpo, los que se detallan en la tabla 5.144.

Tabla 5.144 Valor del coeficiente S_D para cada cuerpo

Cuerpo	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_7	q_8	S_D
C	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0	1.2
D	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9
E1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
E2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
K	1.0	1.0	1.0	0.95	0.975	1.0	1.0	1.0	0.93
L	1.0	1.0	1.0	0.95	1.0	1.0	1.0	1.0	0.95
M	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

c) Cálculo del Índice de deterioro de la Edificación (I)

El índice T se determina con los valores de la tabla 3.3 del capítulo 3 de acuerdo con la información obtenida de la visita a terreno. Los valores de los factores T_i son iguales para todos los cuerpos y se indican en la tabla 5.145.

Tabla 5.145 Valores de los factores T_i para cada cuerpo

i	T_i	Observaciones
1	1.0	No presenta signos de deformación.
2	1.0	No presenta grietas ni filtraciones.
3	1.0	El cuerpo no ha sufrido incendios.
4	1.0	No contiene sustancias Químicas.
5	1.0	No presenta daños por choque con edificios vecinos.

Como el valor del Índice de deterioro de la edificación corresponde al mínimo de los T_i se tiene que:

$$T = 1.0$$

d) Cálculo del índice I_2

Basándose en los datos anteriores y en la ecuación 3.1 del capítulo 3, se determinan los valores del Índice de Hirosawa (I_2) para cada cuerpo y en ambas direcciones analizadas, los que se indican en la tabla 5.146. Además en esta tabla se incluye la relación entre los índices en la dirección longitudinal (I_{2l}) y los índices en la dirección transversal (I_{2t}).

Tabla 5.146 Valor del índice I_2 para cada cuerpo

Cuerpo	I_2		$\frac{I_{2,1}}{I_{2,2}}$
	Dirección longitudinal	Dirección transversal	
C	1.06	0.73	1.5
D	0.69	0.82	0.8
E1	1.52	0.86	1.8
E2	1.14	1.00	1.2
K	0.80	0.84	1.0
L	0.65	0.53	1.2
M	0.72	1.80	0.4

5.4.1.3.1 Evaluación del Índice de Hirosawa.

El índice de Hirosawa se evalúa comparando el valor de I_2 con el valor del índice I_{so} que se establece de acuerdo a lo descrito en el punto 3.2.1.2. Todos los cuerpos analizados del hospital de Puerto Montt son estructuras de un piso, luego los valores de los factores para el cálculo de I_{so} son iguales y se detallan a continuación:

Zona sísmica 2 : $A_o = 0.3$ (NCh 433.Of93)

Suelo tipo II : $T_o = 0.3$ y $S = 1.0$

$T = 0.035 * 1 = 0.035$

De acuerdo con la ecuación 3.12 para $T \leq T_o$, se tienen los siguientes valores para I_{so} :

$$(I_{so})_{serv} = 0.15$$

$$(I_{so})_{ult} (R=2) = 0.44$$

$$(I_{so})_{ult} (R=7) = 0.13$$