

Tabla 5.80 Area de Planta, Peso de cada Piso y Acumulado Cuerpo A

Piso	A_{p_i}	ΣA_{p_i}	W_i	ΣW_i	W_i/A_{p_i}
	[m ²]	[m ²]	[Kg]	[Kg]	[Kg/m ²]
Z	4377.49	20998.27	4785511.17	23660433.58	1093.21
1	4328.22	16620.68	5108371.47	18874922.41	1180.25
2	3195.59	12292.46	4066234.73	13766550.94	1272.45
3	3192.31	9096.87	3840050.18	9700316.21	1202.91
4	3086.62	5904.56	3457676.63	5860266.03	1120.25
5	2818.04	2818.04	2402589.40	2402589.40	852.57

iii.- Indices de Shiga

Considerando los valores de las tablas anteriores para evaluar las expresiones 3.15, 3.16 y 3.17 se obtienen los índices de Shiga indicados en la tabla 5.81 :

Tabla 5.81 Indices de Shiga para el Cuerpo A

Piso	Longitudinal			Transversal		
	I_1	I_o	I_t	I_1	I_o	I_t
	[cm ² /m ²]	[cm ² /m ²]	[Kg/cm ²]	[cm ² /m ²]	[cm ² /m ²]	[Kg/cm ²]
Z	89.27	6.96	11.71	95.15	7.16	11.01
1	80.61	9.56	12.59	84.33	9.20	12.14
2	91.11	3.29	11.86	95.98	3.42	11.27
3	115.62	2.86	9.00	114.38	4.23	8.99
4	143.38	4.04	6.73	137.52	4.10	7.01
5	228.98	18.41	3.45	211.52	9.53	3.86

5.3.2.1.III.b.- Evaluación de los Índices de Shiga

Los índices de Shiga que se consideran más representativos del nivel de daño esperado para cada piso y dirección, son el índice de área de muros (I_1) y el índice de tensión media de corte nominal (I_t), puesto que, debido al sistema estructural de muros, el valor del índice de área de columnas (I_c) resulta bajo y por lo tanto, no representativo del comportamiento de la estructura.

Para determinar la vulnerabilidad estructural se recurre a la relación establecida entre los índices I_1 e I_t con I_2 , detallada en la expresión 3.20 y punto 3.2.2.-, con lo cual se obtienen los valores de $(I_t)_{max}$ e $(I_1)_{min}$, que se indican en la tabla 5.82, considerando el peso promedio por unidad de área que se indica :

Tabla 5.82 $(I_1)_{min}$ e $(I_t)_{max}$ para Cuerpo A

Piso	W_{0i} [Kg/m ²]	$(I_t)_{max}$ [cm ² /m ²]	$(I_1)_{min}$ [cm ² /m ²]
2	1126.78	16.00	50.00
1	1135.63	16.00	57.59
2	1119.92	16.00	63.85
3	1066.34	16.00	67.60
4	992.50	16.00	69.21
5	852.57	16.00	64.86

Comparando los índices de Shiga indicados en la tabla 5.81 con los valores de juicio anterior, resulta que I_1 es mayor al mínimo e I_t menor al máximo permitido en todos los pisos y en ambas direcciones, lo cual indica que el edificio no sufrirá daños o resultará muy poco dañado ante un sismo de gran magnitud.

La conclusión anterior equivale a aplicar el gráfico propuesto por Shiga (figura 3.1), pero considerando los límites $(I_1)_{min}$ e $(I_t)_{max}$ que se indican más arriba y que corresponden a la realidad

del país y del cuerpo en estudio. El procedimiento consiste en ubicar en el gráfico el punto dado por las coordenadas (I_1, I_t) que determina el nivel de daño esperado, ubicándose así en la zona C la cual, de acuerdo a lo detallado en el Anexo B, implica ausencia o muy bajo nivel de daños.

Así entonces, la vulnerabilidad estructural del cuerpo A se puede calificar como **BAJA**. Cabe hecer notar, que esta calificación concuerda con Hirosawa y con la experiencia, la cual demuestra que la estructura experimentó un muy bajo o nulo nivel de daños ante los sismos de Mayo de 1960.

5.3.2.1.IV.a.- Variación de Características del Edificio en Altura

i.- Variación de Area de Planta

La superficie de la planta y su variación entre pisos consecutivos se calcula de acuerdo con el punto 3.2.4.1.- subpunto i.- (plantas sin grandes voladizos)

La variación del área de planta y su calificación se indican en la tabla 5.83 :

Tabla 5.83 Variación Area de Planta Cuerpo A

Piso	A_{P_i}	$A_{P_i}/A_{P_{i+1}}$	Situación
	[m ²]		
2	4377.49	1.01	Bueno
1	4328.22	1.35	Bueno
2	3195.59	1.00	Bueno
3	3192.31	1.03	Bueno
4	3086.52	1.10	Bueno
5	2818.04	*	*

ii.- Variación de Resistencia

La resistencia se calcula como el área de la sección transversal de los elementos resistentes verticales expresada en su equivalente en hormigón, para lo cual los muros de albañilería se transforman a través del factor FR_1 , indicado en el punto 3.2.4.2.-, según la relación : $A_{hormigón} = A_{albañilería} * FR_1$, la cual determina el área de hormigón de igual resistencia al corte.

En cuanto a la variación de la resistencia en altura, el criterio para calificarlo se indica también en el punto 3.2.4.2.-.

La variación de resistencia y su calificación se presentan en

la tabla 5.84 :

Tabla 5.84 Variación de Resistencia Cuerpo A

Piso	Longitudinal			Transversal		
	R_i	R_i/R_{i+1}	Situación	R_i	R_i/R_{i+1}	Situación
	[m ²]			[m ²]		
2	202.05	1.35	Bueno	214.83	1.38	Bueno
1	149.88	1.29	Bueno	155.45	1.27	Bueno
2	116.04	1.08	Bueno	122.19	1.13	Bueno
3	107.78	1.24	Bueno	107.90	1.29	Bueno
4	87.04	1.25	Bueno	83.62	1.34	Bueno
5	69.72	*	*	62.29	*	*

iii.- Variación de Rigidez

La rigidez de las columnas se calcula por flexión y la de los muros de hormigón armado y muros de albañilería por corte, considerando los criterios indicados en el punto 3.2.4.3.- y expresiones 3.27 (flexión) y 3.28 (Corte).

En cuanto a la variación de rigidez con la altura, se realiza la comparación de acuerdo a los criterios expuestos en el mismo punto 3.2.4.3.-

La variación de rigidez y su calificación se indican en la tabla 5.85 :

Tabla 5.85 Variación de Rigidez Cuerpo A

Piso	Longitudinal				
	K_i	K_{i+1}/K_i	Situación	K_{i+3}/K_i	Situación
	[ton/cm]				
Z	$8.49 \cdot 10^5$	0.44	Malo	0.43	Bueno
1	$3.75 \cdot 10^5$	0.99	Bueno	0.90	Bueno
2	$3.71 \cdot 10^5$	0.95	Bueno	0.79	Bueno
3	$3.54 \cdot 10^5$	0.82	Bueno	*	*
4	$2.89 \cdot 10^5$	0.81	Bueno	*	*
5	$2.35 \cdot 10^5$	*	*	*	*
Transversal					
Z	$8.76 \cdot 10^5$	0.44	Malo	0.40	Bueno
1	$3.88 \cdot 10^5$	0.89	Bueno	0.77	Bueno
2	$3.44 \cdot 10^5$	0.91	Bueno	0.72	Bueno
3	$3.14 \cdot 10^5$	0.77	Bueno	*	*
4	$2.42 \cdot 10^5$	0.76	Bueno	*	*
5	$1.84 \cdot 10^5$	*	Bueno	*	*

iv.- Variación de Peso

Los criterios y consideraciones para determinar el peso de cada piso y su variación en altura se indican en el punto 3.2.4.4.-

La variación de peso y su calificación se indican en la tabla 5.86 :

Tabla 5.86 Variación de Peso Cuerpo A

Piso	W_i	W_i/W_{i+1}	Situación
	[Kg]		
Z	4785511.17	0.94	Bueno
1	5108371.47	1.26	Regular
2	4066234.73	1.06	Bueno
3	3840050.18	1.11	Bueno
4	3457676.63	1.44	Regular
5	2402589.40	*	*

v.- Excentricidad en Planta

Debido a la gran extensión e irregularidad en planta del cuerpo A no se cuantifica el efecto de excentricidad.

5.3.2.1.IV.b.- Evaluación de la Variación de las Características del Edificio en Altura

La situación de variación de las características anteriores con la altura, califica en general dentro del rango de **Bueno**. Sin embargo, existen excepciones y éstas están dadas por :

i.- la variación de Rigidez entre el Zócalo y el 1^{er} Piso, que califica como Malo. Esto se debe a la considerable menor altura del Zócalo (2.5m) con respecto a la altura de los pisos superiores (3.7m).

ii.- la variación de pesos entre el 1^{er} y 2^o Piso, que califica como Regular. Lo anterior se debe a la importante disminución de la planta en el 2^o Piso.

iii.- la excentricidad no se cuantifica, sin embargo a pesar de la irregularidad de la planta, los esfuerzos que genere un posible efecto torsor quedan cubiertos por la gran cantidad de muros de hormigón armado.

5.3.2.1.V.- Estimación Preliminar de la Vulnerabilidad Estructural del Cuerpo A

Considerando los elementos de juicio establecidos en los puntos anteriores, se puede calificar la vulnerabilidad estructural del cuerpo A como **BAJA**.

Cabe hacer notar, que la conclusión señalada demuestra una coherencia tanto entre los índices utilizados (Hirosawa y Shiga), como con la experiencia siniestral, la cual indica que la estructura sufrió un muy bajo nivel de daños ante los sismos de Mayo de 1960 (ver punto 5.2.2.-)

Finalmente, es necesario recalcar la validez de la estimación preliminar propuesta, para el comportamiento de la estructura como un todo, es decir no abarca necesariamente la situación de los sectores que han sido objeto de modificaciones o ampliaciones, tales como la UTI de Neurocirugía, SEDILE y los sectores destinados a incubadoras. Todas estas áreas no necesariamente son de mayor vulnerabilidad, pero un juicio certero respecto de su situación debe ser producto de un análisis específico.

Un aspecto importante a destacar, es el aumento en el nivel de resistencia requerido (Índices de Juicio Sísmico de Hirosawa), que introduce la calidad del suelo, el que al ser tipo III, eleva los valores de I_{s0} tanto para $R=2$ como para $R=7$.

5.3.2.2.- Cuerpo P

En la evaluación del cuerpo P, el cálculo de los indicadores se realiza desde el Zócalo al 5° Piso. El 6° Piso se considera sólomente como su contribución en peso al piso anterior, debido a que su estructuración (tipo cercha metálica) es muy distinta al resto. De hecho desde el punto de vista de los indicadores estructurales, este piso podría considerarse casi como una gran techumbre (ver descripción en punto 4.3.3.2.1.1.-).

5.3.2.2.I.- Determinación de Índices a Calcular

i.- Area Elementos Verticales por Piso y Dirección según Material

El área de los elementos verticales resistentes corresponde principalmente a las columnas de hormigón armado, propias del sistema estructural de marcos, sin embargo en el Zócalo se ha considerado también el muro perimetral que se extiende en el sentido transversal debido a que está construido solidario a las columnas y llega monolíticamente con ellas a las fundaciones, de forma tal que contribuye a resistir las cargas que actúan sobre el sistema (ver punto 4.3.3.2.1.1.-).

En cuanto a los denominados muros cortina, que existen en los pisos 2°, 4° y 5°, su contribución como elementos resistentes no se ha considerado, estimándose sólo como singularidades que provocan efectos negativos en la excentricidad de la planta y en la uniformidad de la rigidez de entrepiso con la altura (ver punto 4.3.3.2.1.1.-).

El área de los elementos verticales resistentes se indica en la tabla 5.87, en donde la dirección longitudinal corresponde a la dirección este-oeste, en tanto que la transversal corresponde a la norte-sur (ver figura 4.2) :

Tabla 5.87 Area Elementos Verticales Resistentes del Cuerpo P

Piso	Area Elementos Verticales Hormigón [m ²]		Area Elementos Verticales Albañilería [m ²]	
	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal
2	19.80	21.66	0.00	0.00
1	19.80	19.80	0.00	0.00
2	19.80	19.80	0.00	0.00
3	19.80	19.80	0.00	0.00
4	17.28	17.28	0.00	0.00
5	15.84	15.84	0.00	0.00

ii.- Indices a Calcular

Con los valores de la tabla 5.87 y la calidad de materiales indicada en el punto 4.3.3.2.1.1.- ($f'c = 230 \text{ Kg/cm}^2$) se evalúan las expresiones 3.25 y 3.26 .

Con lo anterior se obtiene $FC = 1.00$, sin embargo, debido a que el sistema estructural es de marcos y considerando el punto 3.2.5.-, se calcula sólomente el Índice de Hirosawa

Tabla 5.88 Indices a Calcular para el Cuerpo P

Piso	σ_0	FR_2	FC Longitudinal	Indices	FC Transversal	Indices
2	6	3.12	1.00	I_2	1.00	I_2
1	5	3.41	1.00	I_2	1.00	I_2
2	4	3.76	1.00	I_2	1.00	I_2
3	3	4.19	1.00	I_2	1.00	I_2
4	2	4.73	1.00	I_2	1.00	I_2
5	1	5.43	1.00	I_2	1.00	I_2

5.3.2.2.II.a.- Índice de Hirosawa por Piso y Dirección

Al igual que para el cuerpo A, el Índice de Hirosawa se calcula considerando el Zócalo como primer piso ($n_p = 6$), debido a que en su extensión nunca se encuentra totalmente bajo tierra y sí en cambio existen sectores en los cuales está a la vista en toda su altura (ver punto 4.3.3.2.1.1.-).

i.- Desglose de Areas Transversales

De acuerdo con el criterio de clasificación de los elementos resistentes verticales indicado en el punto 3.2.1.-, y considerando las observaciones señaladas en el punto 5.2.2.2.I.- subpunto i.-, respecto de los elementos considerados como resistentes, se obtiene el desglose de áreas transversales de la tabla 5.89 (se omite la columna correspondiente a A_{mar} , por no existir elementos de ese tipo):

Tabla 5.89 Desglose de Areas Transversales para el Cuerpo P

Piso	Longitudinal								
	A_{m1} [cm ²]	A_{m2} [cm ²]	A_{m3} [cm ²]	A_{m4} [cm ²]	A_{c1} [cm ²]	A_{c2} [cm ²]	A_{c3} [cm ²]	A_{m5} [cm ²]	A_{m6} [cm ²]
Z	0.00	0.00	0.00	0.00	144000.00	0.00	54000.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	198000.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	198000.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	198000.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	172800.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	158400.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Piso	Transversal								
	A_{m1} [cm ²]	A_{m2} [cm ²]	A_{m3} [cm ²]	A_{m4} [cm ²]	A_{c1} [cm ²]	A_{c2} [cm ²]	A_{c3} [cm ²]	A_{m5} [cm ²]	A_{m6} [cm ²]
Z	0.00	0.00	33000.00	0.00	162000.00	0.00	21600.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	198000.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	198000.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	198000.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	172800.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	158400.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ii.- Factores de Reducción de Capacidad Resistente (α_i) e Índice de Ductilidad (F)

Se estima que las columnas clasificables como cortas en el Zócalo (ver fotos 23 y 24 del Anexo D_II), introducen un factor de riesgo muy importante para la estabilidad tanto del piso como de toda la estructura, puesto que en caso de falla afectarían a ejes resistentes perimetrales, los cuales se extienden en toda la altura del cuerpo P (ver punto 4.3.3.2.1.1.-).

En el resto de los pisos, el modo de falla queda controlado por las columnas de hormigón armado, las que constituyen el único sistema vertical sismorresistente.

Así entonces, considerando el punto 3.2.1.- y tabla 3.1, los valores para los coeficiente α_i y F son los indicados en la tabla 5.90 :

Tabla 5.90 Factores α_i y F para el Cuerpo P

Piso	Longitudinal/Transversal			
	α_1	α_2	α_3	F
Z	1.00	0.70	0.50	0.80
1	0.00	0.00	1.00	1.00
2	0.00	0.00	1.00	1.00
3	0.00	0.00	1.00	1.00
4	0.00	0.00	1.00	1.00
5	0.00	0.00	1.00	1.00

iii.- Peso de cada Piso y Acumulado sobre él

La forma y consideraciones (pesos y sobrecargas) para calcular los pesos de cada piso se indican en el punto 3.2.4.4.-

El peso de cada piso y el acumulado sobre él se indican en la tabla 5.91 :

Tabla 5.91 Peso de Cada Piso y Acumulado Cuerpo P

Piso	W_i	ΣW_i	W_i/Ap_i
	[Kg]	[Kg]	[Kg/m ²]
Z	1516950.84	8638005.20	983.93
1	1606699.54	7121054.36	934.34
2	1549713.16	5514354.82	907.41
3	1496995.85	3964641.66	913.47
4	1352224.56	2467645.82	952.94
5	1115421.26	1115421.26	947.75

iv.- Indices de Resistencia (C_i) e Indice Sísmico Básico de Comportamiento Estructural (E_0)

Considerando $n_p = 6$ y los valores de las tablas anteriores se obtienen, al evaluar las expresiones 3.3 a 3.9, los índices indicados en la tabla 5.92 :

Tabla 5.92 Indices C_i y E_0 para el Cuerpo P

Piso	Longitudinal						
	C_{ms}	C_a	C_{max}	C_{sc}	C_v	C_c	E_0
Z	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.19	0.16
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.28
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.32
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.40
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.51
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.63	0.95
Piso	Transversal						
	C_{ms}	C_a	C_{max}	C_{sc}	C_v	C_c	E_0
Z	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.22	0.15
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.28
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.32
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.40
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.51
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.63	0.95

v.- Índice de Configuración Estructural S_D

De la caracterización de este cuerpo, efectuada en el punto 4.3.3.2.1.1.- y apoyada con las plantas y elevaciones incluidas en el Anexo C, se desprenden las siguientes observaciones respecto de los aspectos que valora el factor S_D :

- la uniformidad del edificio con la altura mantiene, independientemente del piso evaluado, el valor de los q_i .

- respecto al término q_i , este se considera a nivel del 5° Piso, que al ser el último piso, es donde toma su valor más desfavorable.

Considerando lo anterior y evaluando las expresiones 3.10 a 3.12, se obtienen los valores de la tabla 5.93 para los q_i y el factor S_D :

Tabla 5.93 Índice S_D para el Cuerpo P

N°	Item	G_i	R_i	q_i	Observaciones
1	Regularidad	1.00	1.00	1.00	Planta Rectangular
2	Relación Largo-Ancho	1.00	0.50	1.00	Planta Proporcionada
3	Contracción en Planta	1.00	0.50	1.00	No hay Contracciones
4	Atrio o Patio interior	1.00	0.50	1.00	No hay Atrio
5	Excentricidad Atrio o Patio interior	1.00	0.25	1.00	No hay Atrio
6	Subterráneo	0.90	1.00	1.10	$R_{s_i} > 1.00$
7	Junta de Dilatación	0.80	0.50	0.90	$s < 0.005, 5^\circ$ Piso
8	Uniformidad altura de Piso	1.00	0.25	1.00	altura uniforme
Factor S_D				0.99	Común a la estructura

vi.- Índice de Deterioro de la Edificación T

Aplicando las características definidas en la tabla 3.3 al cuerpo P, según lo detectado en terreno, se obtienen los valores de la tabla 5.94 para los T_1 y el factor T :

Tabla 5.94 Índice T para el Cuerpo P

Nº	Item	T_1	Observaciones
1	Deformación Permanente	1.00	No se aprecian
2	Grietas en Muros o Columnas	1.00	No se aprecian
3	Incendios	1.00	No ha vivido incendios
4	Uso del Cuerpo	1.00	No almacena sust.qcas.
5	Tipo de Daño Estructural	1.00	No se aprecian
Factor T		1.00	Común a la estructura

vii.- Índice de Hirosawa

Considerando los valores obtenidos en las tablas anteriores y evaluando la expresión 3.1, se obtienen los índices de Hirosawa indicados en la tabla 5.95 :

Tabla 5.95 Índices de Hirosawa para el Cuerpo P

Piso	Longitudinal	Transversal
	I_2	I_2
Z	0.16	0.15
1	0.28	0.28
2	0.32	0.32
3	0.40	0.40
4	0.51	0.51
5	0.94	0.94

5.3.2.2.II.b. - Evaluación del Índice de Hirosawa

La calificación de la vulnerabilidad de la estructura depende del valor de I_{s0} para los niveles de servicio y estado límite último, los que se determinan de acuerdo con las expresiones 3.13 y 3.14, considerando que :

- $A_0 = 0.40$ (Zona Sísmica 3)
- $T_0 = 0.75$ (Suelo Tipo III)
- $T = 0.60$ (estructura de marcos : $T = 0.10 \cdot n$, $n : 6$ pisos)
- $S = 1.20$ (Suelo Tipo III)

Con estas características, los índices de juicio sísmico para el cuerpo A, son :

- (I_{s0})serv. = 0.20
- (I_{s0})ult. = 0.71 para $R=2$
- (I_{s0})ult. = 0.20 para $R=7$

Comparando los valores de juicio anterior con los valores del índice de Hirosawa (I_2) de la tabla 5.95, se concluye que con excepción del Piso Zócalo, en todos los pisos I_2 es superior a I_{s0} para el nivel de servicio, sin embargo para un estado límite último, es decir el necesario para resistir un sismo de magnitud superior, según las definiciones del punto 3.2.1.-, el cuerpo sólo supera el nivel mínimo asociado a una baja vulnerabilidad ((I_{s0})ult. para $R=2$) en el 5° Piso, situándose en el resto de los pisos entre (I_{s0})ult. para $R=2$ y $R=7$.

De esta forma entonces, se entiende que la vulnerabilidad del cuerpo P queda determinada por la situación del piso Zócalo cuya vulnerabilidad califica como **ALTA**. En el resto de los pisos en tanto, la vulnerabilidad califica como media-alta, lo cual también

refleja una situación sensible.

De los resultados establecidos, se desprende la necesidad de un análisis más detallado que permita evaluar el comportamiento de la estructura, la cual a nivel del Zócalo aparece con una situación muy desfavorable, debido a la presencia de columnas clasificables como cortas que reducen su capacidad resistente al punto de no superar el índice mínimo para resistir un sismo de servicio.

En el análisis refinado que se recomienda, se considera que un punto de particular interés debe ser el análisis de ductilidad (detallamiento de estribos) y su relación con la capacidad de deformación de la estructura. Así mismo se debe estudiar la forma en que la estructura (por su flexibilidad) se ve afectado por la mala calidad del suelo.

Debido a la desfavorable situación que introducen las columnas clasificadas como cortas, se justifica realizar el siguiente análisis de sensibilidad en función de esa condición.

5.3.2.2.II.c.- Análisis de Sensibilidad para el Índice de Hiroswa

La situación del cuerpo P aparece muy perjudicada por la presencia de columnas clasificadas como cortas en el piso Zócalo. Debido a esto, se realiza un análisis de sensibilidad que las desprece, y que considere que el modo de falla queda determinado por el resto de los elementos resistentes del Zócalo.

Lo anterior equivale a suponer $\alpha_{sc}=0.0$ en la tabla 5.89, y $\alpha_1=$
 $\alpha_2= 0.0$ y $\alpha_3 = F = 1.0$, en la tabla 5.90. Así se obtienen los índices de Hiroswa de la tabla 5.96 :

Tabla 5.96 Indices de Hirosawa despreciando las columnas cortas

Piso	Longitudinal	Transversal
	I_2	I_2
Z	0.19	0.21
1	0.28	0.28
2	0.32	0.32
3	0.40	0.40
4	0.51	0.51
5	0.94	0.94

Comparando los indices obtenidos con los valores de juicio indicados en el punto anterior, resulta que la situación de Zócalo experimenta una leve mejoría, aunque su nivel de resistencia en el sentido longitudinal, sigue siendo inferior al mínimo requerido para un sismo de servicio.

El resultado anterior, reitera la necesidad de un estudio más refinado, y refuerza a su vez la calificación preliminar de la vulnerabilidad estructural del cuerpo P como **ALTA**.

5.3.2.2.III.a.- Variación de Características del Edificio en Altura

i.- Variación de Area de Planta

La superficie de la planta y su variación entre pisos consecutivos se calcula de acuerdo al punto 3.2.4.1.- subpunto ii.- (planta con considerables zonas en voladizo)

La variación del área de planta y su calificación se indican en la tabla 5.97 :

Tabla 5.97 Variación Area de Planta Cuerpo P

Piso	Ap_i	Ap_i/Ap_{i+1}	Situación
	[m ²]		
Z	1541.73	0.90	Bueno
1	1719.61	1.01	Bueno
2	1707.84	1.04	Bueno
3	1638.80	1.15	Bueno
4	1419.01	1.21	Bueno
5	1176.91	*	*

ii.- Variación de Resistencia

La resistencia se calcula como el área de la sección transversal de los elementos verticales resistentes, es decir las columnas desde los pisos 1° al 5° y las columnas más el muro perimetral en el Zócalo (ver observación en punto 5.2.2.2.I.- subpunto 1), en tanto que su variación en altura se analiza de acuerdo con el punto 3.2.4.2.-

La variación de resistencia y su calificación se indican en la tabla 5.98 :

Tabla 5.98 Variación de Resistencia Cuerpo P

Piso	Longitudinal			Transversal		
	R_i	R_i/R_{i+1}	Situación	R_i	R_i/R_{i+1}	Situación
	[m ²]			[m ²]		
Z	19.80	1.00	Bueno	21.66	1.09	Bueno
1	19.80	1.00	Bueno	19.80	1.00	Bueno
2	19.80	1.00	Bueno	19.80	1.00	Bueno
3	19.80	1.15	Bueno	19.80	1.15	Bueno
4	17.28	1.09	Bueno	17.28	1.09	Bueno
5	15.84	*	*	15.84	*	*

iii.- Variación de Rigidez

La rigidez de las columnas se calcula por flexión de acuerdo con la expresión 3.27, en tanto que la de los muros del Zócalo y de los muros cortina de los pisos 2°, 3° y 4° se calcula por corte según la ecuación 3.28.

La variación en altura se analiza según los criterios expuestos en el punto 3.2.4.3.- y los resultados y calificación de esta situación se presentan en la tabla 5.99 :

Tabla 5.99 Variación de Rigidez Cuerpo P

Piso	Longitudinal				
	K_i	K_{i+1}/K_i	Situación	K_{i+3}/K_i	Situación
	[ton/cm]				
Z	$2.04 \cdot 10^5$	0.04	Malo	0.05	Bueno
1	$7.87 \cdot 10^3$	2.09	Malo	1.80	Malo
2	$1.64 \cdot 10^4$	0.56	Bueno	0.67	Bueno
3	$9.14 \cdot 10^3$	1.85	Malo	*	*
4	$1.69 \cdot 10^4$	0.40	Malo	*	*
5	$6.80 \cdot 10^3$	*	*	*	*
	Transversal				
Z	$7.17 \cdot 10^4$	0.11	Malo	0.18	Bueno
1	$7.87 \cdot 10^3$	2.66	Malo	2.34	Malo
2	$2.09 \cdot 10^4$	0.44	Malo	0.68	Bueno
3	$9.14 \cdot 10^3$	2.76	Malo	*	*
4	$2.52 \cdot 10^4$	0.33	Malo	*	*
5	$8.24 \cdot 10^3$	*	*	*	*

iv.- Variación de Peso

Los criterios y consideraciones para determinar el peso de cada piso y su variación en altura se indican en el punto 3.2.4.4.-

La variación de peso y su calificación se indican en la tabla 5.100 :

Tabla 5.100 Variación de Peso Cuerpo P

Piso	W_i	W_i/W_{i+1}	Situación
	[Kg]		
2	1516950.84	0.94	Bueno
1	1606699.54	1.04	Bueno
2	1549713.16	1.04	Bueno
3	1496995.85	1.11	Bueno
4	1352224.56	1.21	Regular
5	1115421.26	*	*

v.- Excentricidad en Planta

Las coordenadas de los Centros de Masas y Rigidez se miden desde el origen formado por la intersección de los ejes (E,1) = (X,Y), el cual se indica en la planta respectiva del Anexo C.

La forma de evaluar la excentricidad se indica en el punto 3.2.4.5.-

La excentricidad en planta y su calificación se indican en la tabla 5.101 :

Tabla 5.101 Excentricidad en Planta Cuerpo P

Piso	Centro de Masas		Centro de Rigidez		Excentricidad			Situación	eY/1Y	Situación
	XG [m]	YG [m]	XR [m]	YR [m]	eX [m]	eY [m]	eX/1X			
2	30.28	12.02	20.96	12.60	9.32	0.58	0.16	Regular	0.02	Bueno
1	31.78	13.08	30.00	12.00	1.78	1.08	0.03	Bueno	0.04	Bueno
2	31.05	13.16	37.41	19.55	6.36	6.39	0.11	Regular	0.27	Malo
3	27.84	12.18	30.00	12.00	2.16	0.18	0.04	Bueno	0.01	Bueno
4	25.75	10.73	31.73	18.36	5.97	7.63	0.10	Bueno	0.42	Malo
5	30.08	15.06	37.06	15.17	6.98	0.12	0.12	Regular	0.01	Bueno