

**Proyecto  
Juzgado de Paz de San Martín  
San Juan, Argentina**

**VERSION 01 – Julio 20222**

**C. E. SEGUIN**

## Contenido

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	3
2. BASES DE CÁLCULO .....	3
2.1. Normas y referencias a utilizar .....	3
2.2. Materiales.....	3
2.3. Suelos .....	4
2.4. Dimensiones .....	4
2.5. Definición de cargas.....	4
2.5.1. Cargas de peso propio.....	4
2.5.2. Sobrecargas .....	4
2.5.3. Acción sísmica.....	4
2.5.4. Modelación matemática .....	4
3. MASAS MODALES.....	5
4. VERIFICACIÓN DEL CORTE BASAL DE DISEÑO .....	5
5. VERIFICACIÓN/DISEÑO DE ELEMENTOS .....	7
5.1. Losas .....	7
5.1.1. Entrepiso y techo .....	7
5.2. Estados de carga considerados .....	8
Para el análisis se han considerado:.....	8
5.3. Diseño de vigas.....	8
5.4. Diseño de losas.....	8
5.4. Muros de mampostería, encadenados horizontales y verticales.....	11
5.5. Diseño de pilotes.....	12

## 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en el diseño de la estructura del Juzgado de Paz de San Martín, con una superficie de 430 m<sup>2</sup>.

Lugar de emplazamiento: Zona 4

Categoría de la construcción: A

Factor de riesgo  $\gamma_d = 1.3$

Número de pisos: 1

Tipología: Mampostería estructural encadenada armada.

Las losas de techo serán de hormigón armado del espesor indicado en planos.

La estructura se encuentraemplazada en un suelo potencialmente licuable de acuerdo a los estudios de suelo. Por esta circunstancia, se adopta una fundación profunda de pilotes de hormigón armado de 15 m de profundidad, con diámetros que varían entre 80cm y 120 cm. Así la superestructura apoya sobre una losa de 25 cm de espesor. Bajo los muros portantes se han dispuesto vigas de hormigón armado de 30x70 cm de sección. Tal como se ha indicado, la superestructura es de mampostería encadenada armada y la fundación es un sistema de pórticos espaciales de hormigón armado.

## 2. BASES DE CÁLCULO

### 2.1. Normas y referencias a utilizar

Para el cálculo del edificio se utilizarán las siguientes normas:

Para el cálculo del edificio se utilizarán las siguientes normas:

1. Reglamento INPRES-CIRSOC 103, Parte I “Construcciones en general”. Edición de Julio de 2018.
2. Reglamento CIRSOC 101, “Cargas y Sobrecargas Gravitatorias para el Cálculo de Estructuras de Edificios”. Edición de Julio de 2005.
3. Reglamento CIRSOC 201, “Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón”. Edición de Julio de 2005.
4. Reglamento INPRES-CIRSOC 103, Parte III “Construcciones de mampostería”. Edición de Julio de 2018
5. Reglamento CIRSOC 302, “Elementos estructurales de tubos de acero para edificios”. Edición de Julio de 2005.

### 2.2. Materiales

Tipo	Aplicación	Tensión de fluencia $f_y$ [Kgf/cm <sup>2</sup> ]	Tensión de rotura $f_u$ [Kgf/cm <sup>2</sup> ]	Módulo de elasticidad [Kgf/cm <sup>2</sup> ]	Observaciones
ADN 420	Acero estructural	4200	7200	2100000	Toda la estructura
H25	Hormigón estructural	-	250	235000	Toda la estructura

Tabla 1. Materiales empleados en la estructura

Adicionalmente, se tienen los muros resistentes ejecutados con ladrillos cerámicos macizos y mortero de resistencia elevada, cuyos valores de tensiones características son:

- A compresión: 27.5 kgf/cm<sup>2</sup>
- A corte: 2.6 kgf/cm<sup>2</sup>

### 2.3. Suelos

Desde el punto de vista del comportamiento sísmico y dada la circunstancia previamente indicada, el suelo se clasifica de tipo espectral 3, y un sitio  $S_E$ , se adopta esta forma espectral debido a que la magnitud de la obra no amerita un estudio de riesgo sísmico de acuerdo a lo establecido en la norma INPRES-CIRSOC 103 Parte I. Las cargas admisibles en los pilotes, se establecen en el estudio de suelos adjunto.

### 2.4. Dimensiones

Las dimensiones generales de los elementos estructurales se determinan a partir de consideraciones geométricas y se presentan en los planos adjuntos.

### 2.5. Definición de cargas

#### 2.5.1. Cargas de peso propio

Las cargas de peso propio se computarán de la siguiente forma:

- Automáticamente a partir de los elementos incluidos en el modelo matemático y los pesos específicos nominales de los distintos materiales.
- Elementos adicionales a los incluidos en el modelo matemático, cuyas cargas son aplicadas como fuerzas distribuidas, puntuales, o según corresponda al tipo de carga.

#### 2.5.2. Sobrecargas

Las mismas han sido tomadas de la norma CIRSOC 101, mencionada anteriormente.

#### 2.5.3. Acción sísmica

La acción sísmica se obtiene por aplicación de la normativa vigente, utilizando el espectro de respuesta para el suelo mencionado en el apartado 2.3, reducido por el factor  $R=3.5$  en ambas direcciones.

Todos los muros serán armados en ambas direcciones de acuerdo a lo establecido en la norma INPRES CIRSOC 103 – Parte III, artículo 3.6.

#### 2.5.4. Modelación matemática

Para la modelación de la estructura se ha empleado el software SAP 2000 versión 17. En la Figura 1 se presenta el modelo empleado.

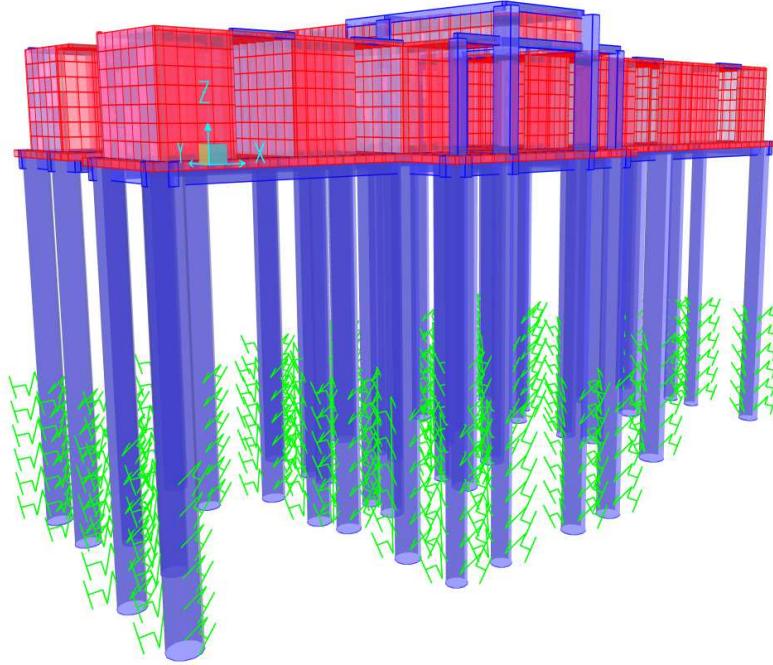


Figura 1: Modelo matemático – Como se indica, se han considerados resortes representativos del coeficiente de balasto desde los 9 a los 15 m de profundidad.

### 3. MASAS MODALES

El análisis se realiza empleando vectores de Ritz y análisis modal espectral Para ello se emplean 50 vectores de Ritz, se destacan los más representativos.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios												
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ		
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless		
MODAL	Mode	1	0.545804	0.033459	0.667708	9.325E-08	0.033459	0.667708	0.018866	0.018866		
MODAL	Mode	2	0.540088	0.625314	0.045692	0.00000329	0.658773	0.7134	0.050903	0.069769		
MODAL	Mode	3	0.511111	0.062386	0.006112	2.063E-07	0.721159	0.719513	0.629087	0.698856		
MODAL	Mode	4	0.337247	0.000065	3.471E-08	2.069E-09	0.721224	0.719513	1.224E-07	0.698857		
MODAL	Mode	5	0.299081	7.887E-08	0.000046	6.306E-09	0.721224	0.719559	0.000035	0.698891		
MODAL	Mode	6	0.26483	1.179E-10	0.000114	3.818E-08	0.721224	0.719673	0.000189	0.69908		
MODAL	Mode	7	0.261154	0.000108	1.815E-07	9.813E-09	0.721332	0.719673	0.000015	0.699095		
MODAL	Mode	8	0.235539	0.000097	7.396E-09	2.15E-09	0.721429	0.719673	0.00000303	0.699098		
MODAL	Mode	9	0.227717	1.529E-08	0.000045	3.723E-08	0.721429	0.719718	0.000023	0.699122		
MODAL	Mode	10	0.227467	0.000075	2.44E-08	9.563E-12	0.721504	0.719718	6.454E-07	0.699122		
MODAL	Mode	35	0.085767	0.00222	0.000147	0.000524	0.725246	0.724562	0.004697	0.704599		
MODAL	Mode	36	0.076553	0.014474	0.006773	0.000076	0.73972	0.731335	0.006663	0.711262		
MODAL	Mode	37	0.075439	0.013045	0.000047	0.000729	0.752765	0.731382	0.025826	0.737089		
MODAL	Mode	38	0.074887	0.004136	0.038603	3.181E-07	0.756901	0.769986	0.015687	0.752775		
MODAL	Mode	39	0.068664	0.1283	0.000876	0.000167	0.885201	0.770862	0.003108	0.755883		
MODAL	Mode	40	0.068119	0.00311	0.074853	0.000017	0.888311	0.845715	0.032333	0.788216		
MODAL	Mode	41	0.067781	0.000737	0.049427	2.778E-10	0.889048	0.895142	0.107686	0.895902		
MODAL	Mode	42	0.060271	0.043845	0.000106	0.000001948	0.932893	0.895248	0.015473	0.911375		
MODAL	Mode	43	0.059831	0.001868	0.047708	0.000004945	0.934761	0.942955	0.001155	0.91253		
MODAL	Mode	44	0.059603	0.012011	0.003813	0.000012	0.946772	0.946769	0.030614	0.943144		
MODAL	Mode	45	0.023028	0.023874	0.00048	0.000046	0.970646	0.947248	0.00039	0.943534		
MODAL	Mode	46	0.02166	0.000751	0.035775	0.000236	0.971397	0.983023	0.000074	0.943608		
MODAL	Mode	47	0.021577	0.000749	0.000014	0.000003643	0.972145	0.983038	0.038212	0.98182		
MODAL	Mode	48	0.016724	0.020187	0.000394	0.000076	0.992332	0.983431	0.000276	0.982096		
MODAL	Mode	49	0.013097	2.468E-07	0.003687	0.000487	0.992332	0.987118	0.007615	0.989711		
MODAL	Mode	50	0.012463	0.000263	0.006027	0.001352	0.992596	0.993145	0.00293	0.992642		

Tabla 2. Masas modales y períodos en cada dirección de análisis

Es importante destacar que los períodos más elevados están asociados al conjunto apoyado sobre los pilotes, por ello estos períodos relativamente elevados asocian la mayor masa modal. Este fenómeno es más exigente para la superestructura pues incrementa las aceleraciones que se perciben en esta.

### 4. VERIFICACIÓN DEL CORTE BASAL DE DISEÑO

Los parámetros para definir el espectro de diseño de la Norma INPRES-CIRSOC 103 Parte I correspondientes a un sitio espectral 3 y suelo Tipo E son:

$$C_a = 0.36 N_a$$

$$C_v = 0.90 N_v$$

En todos los casos:

$$N_a = 1$$

$$N_v = 1.2$$

$$a_s = 0.35$$

$$T_2 = \frac{C_v}{2.5 C_a} = \frac{0.90 \cdot 1.2}{2.5 \cdot 0.36} = 1.2 \text{ seg.}$$

$$T_1 = 0.2 T_2 = 0.24 \text{ seg.}$$

$$T_3 = 13 \text{ seg.}$$

El espectro de diseño tiene las siguientes expresiones:

$$S_a = C_a \left( 1 + 1.5 \frac{T}{T_1} \right) \quad \text{para } T \leq T_1$$

$$S_a = 2.5 C_a \quad \text{para } T_1 \leq T \leq T_2$$

$$S_a = \frac{C_v}{T} \quad \text{para } T_2 \leq T \leq T_3$$

$$S_a = C_v \frac{T_3}{T^2} \quad \text{para } T \geq T_3$$

El espectro resultante se muestra en la Figura 2.

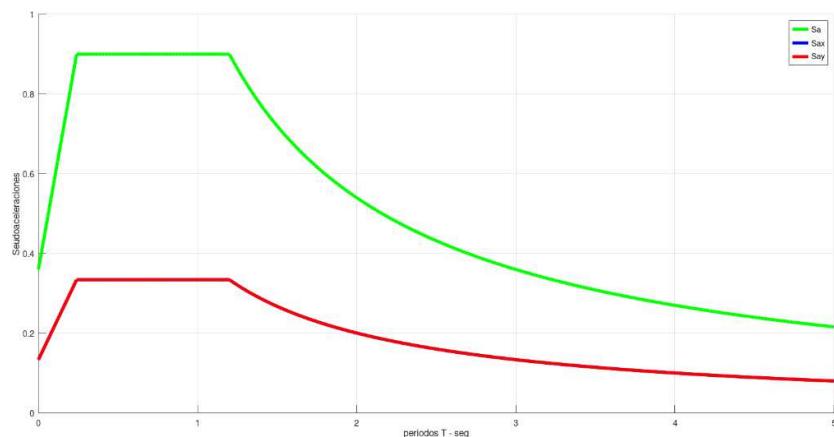


Figura 2. Espectro de pseudoaceleraciones

En la figura se presenta el espectro elástico y el reducido por ductilidad.

En el caso del edificio en estudio, se tienen los siguientes períodos (Tabla 2):

$$T_x = 0.63 \text{ seg.}$$

$$T_y = 0.67 \text{ seg.}$$

La pseudoaceleración correspondiente a cada dirección resulta:

$$S_{ax} = 0.9 \text{ g.}$$

$$S_{ay} = 0.9 \text{ g}$$

Los coeficientes sísmicos de diseño resultan:

$$C_x = \frac{2.5 C_a \gamma_r}{R} = \frac{0.9 \cdot 1.3}{3.5} = 0.33$$

$$C_y = \frac{2.5 C_a \gamma_r}{R} = \frac{0.9 \cdot 1.3}{3.5} = 0.33$$

El coeficiente sísmico mínimo de la Norma INPRES-CIRSOC 103 es:

$$C_{min} \geq \frac{0.8 a_s N_v}{R} = \frac{0.8 \cdot 0.35 \cdot 1.2}{3.5} = 0.10$$

Coeficientes sísmicos dinámicos						
Salida	Tipo	FX	FY	FZ	Csx	Csy
		Tonf	Tonf	Tonf	Adim	Adim
Ex	LinRespSpec	650.19	16.96	2.51		
Ey	LinRespSpec	16.78	650.10	2.80	0.29	0.29
WS	Combination	0.000	0.000	2267.83		

Tabla 3. Cortes basales dinámicos coeficientes sísmicos

Se adoptan para diseño los coeficientes sísmicos dinámicos ya que son levemente superiores al 85% del corte estático (según el artículo 7.2.5 de la INPRES CIRSOC 103 – Parte 1):

$$C_x = 0.287$$

$$C_y = 0.287$$

## 5. VERIFICACIÓN/DISEÑO DE ELEMENTOS

### 5.1. Losas

#### 5.1.1. Entrepiso y techo

Las losas serán de hormigón armado.

##### Análisis de cargas

Se distinguen cinco tipos de losas:

##### 1) Losa de fundación

- Peso propio: 625 kgf/m<sup>2</sup>
- Carpeta para piso cerámico: 110 kgf/m<sup>2</sup>
- Piso cerámico y adhesivo: 40 kgf/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga corredores, salas y pasillos: 500 kgf/m<sup>2</sup>
- Sobrecargas Sanitarios, cocinas: 300 kg/m<sup>2</sup>
- Sobrecargas depósitos y sala computación: 400 kg/m<sup>2</sup>
- Sobrecargas oficinas: 250 kg/m<sup>2</sup>

2) Losa de techo inaccesible:

- Peso propio: 300 kgf/m<sup>2</sup>
- Aislación térmica (Hº liviano con telgopor): 135 kgf/m<sup>2</sup>
- Aislación hidráulica: 10 kgf/m<sup>2</sup>
- Cielorraso: 20 kgf/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga: 100 kgf/m<sup>2</sup>

3) Losa Techo inaccesible superior:

- Peso propio: 350 kgf/m<sup>2</sup>
- Aislación térmica (Hº liviano con telgopor): 135 kgf/m<sup>2</sup>
- Aislación hidráulica: 10 kgf/m<sup>2</sup>
- Cielorraso: 20 kgf/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga zona inaccesible: 100 kgf/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga zona tanque reserva: 780 kgf/m<sup>2</sup>

## 5.2. Estados de carga considerados

Para el análisis se han considerado:

- Carga muerta D: peso propio más cargas de pesos fijos a la estructura.
- Carga Viva L: sobrecargas consideradas.
- Carga viva de techo Lr: sobrecargas de techo inaccesible.

Con estas cargas se definieron los siguientes estados de carga:

U1: 1.4D

U2: 1.2D+1.6L+0.5Lr

U3: 1.2D+1.0L+1.6Lr

U4: 1.234D+Ex+0.5L

U5: 1.234D+Ey+0.5L

U6: 0.766D+Ex+0.5L

U7: 0.766D+Ey+0.5L

## 5.3. Diseño de vigas

Las vigas se diseñaron con los esfuerzos resultantes de la envolvente de los 7 estados considerados. Las columnas de planta baja se armaron con las armaduras mínimas dado lo escaso de sus solicitudes.

## 5.4. Diseño de losas

Las losas se armaron en función de los esfuerzos derivados de la envolvente de los estados U1 a U3 con los resultados obtenidos del análisis de elementos finitos. A continuación, se muestran los esfuerzos obtenidos en las distintas losas. En las figuras 3 a 11 se muestran los momentos flectores positivos y negativos para las direcciones x e y

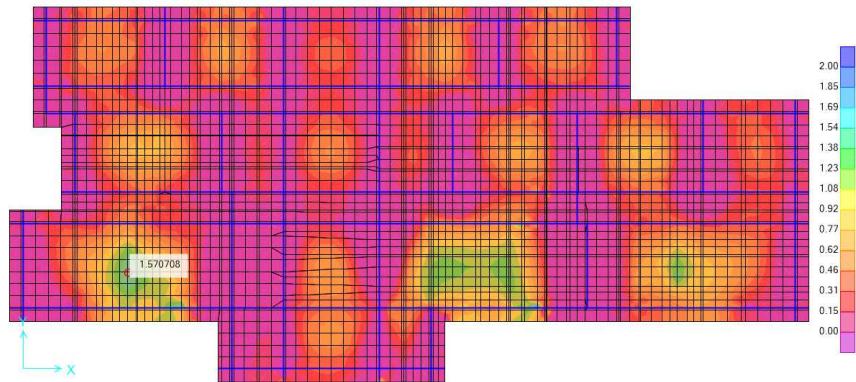


Figura 3 – Momentos positivos en dirección x – Losa de fundación

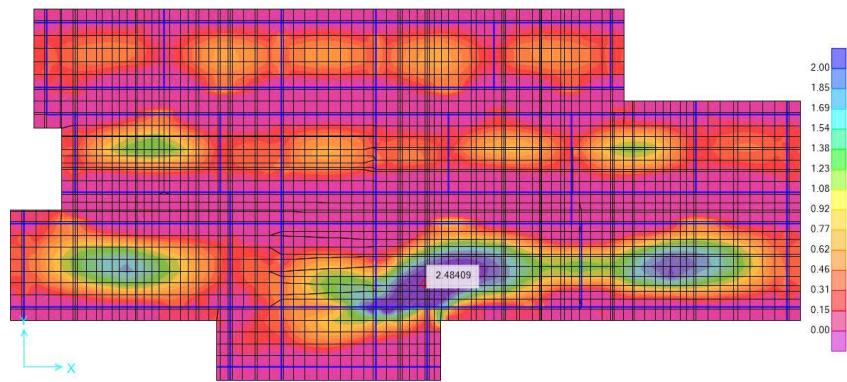


Figura 4 – Momentos positivos en dirección y – Losa de fundación

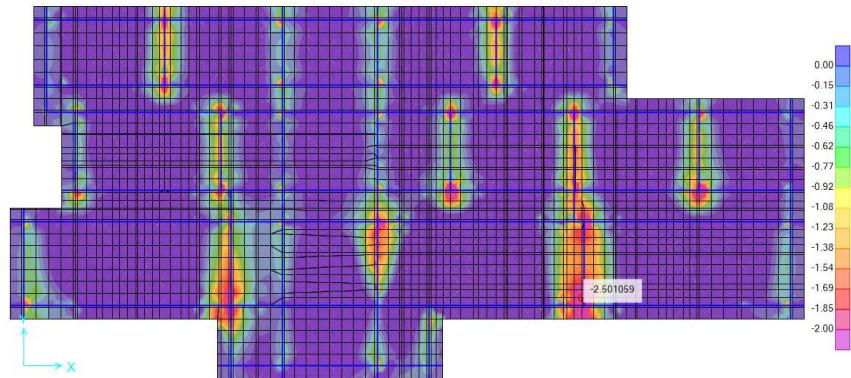


Figura 5 – Momentos negativos en dirección x – Losa de fundación

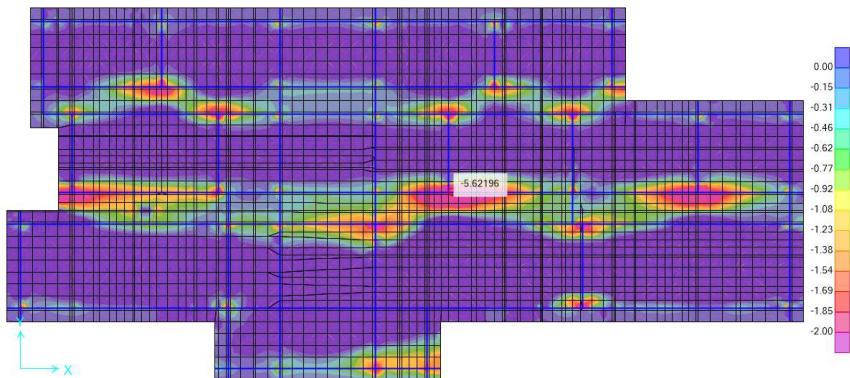


Figura 6 – Momentos negativos en dirección y – Losa de fundación

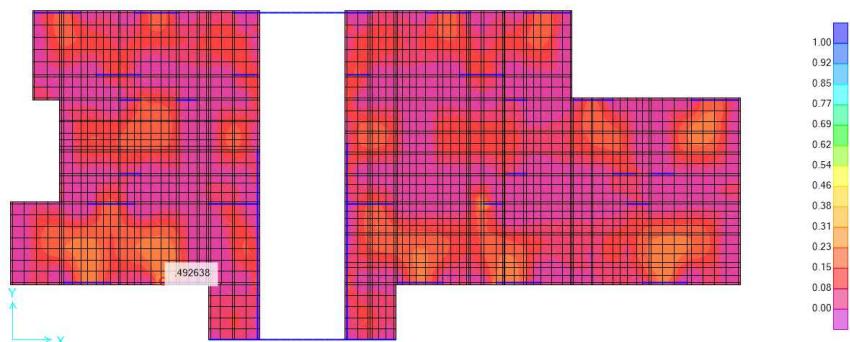


Figura 7 – Momentos positivos en dirección x – Losa de techo inferior

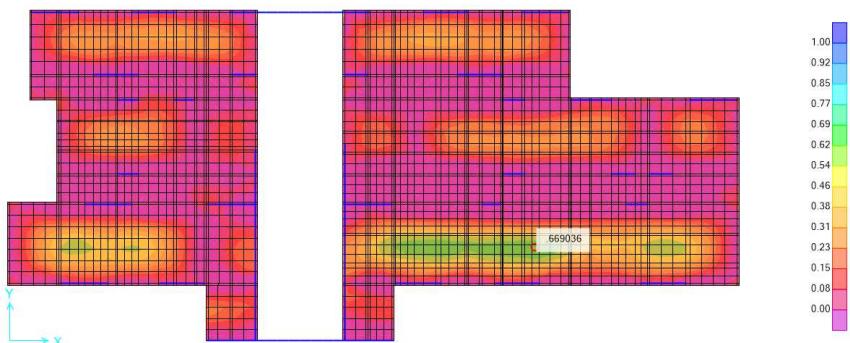


Figura 8 – Momentos positivos en dirección y – Losa de techo inferior

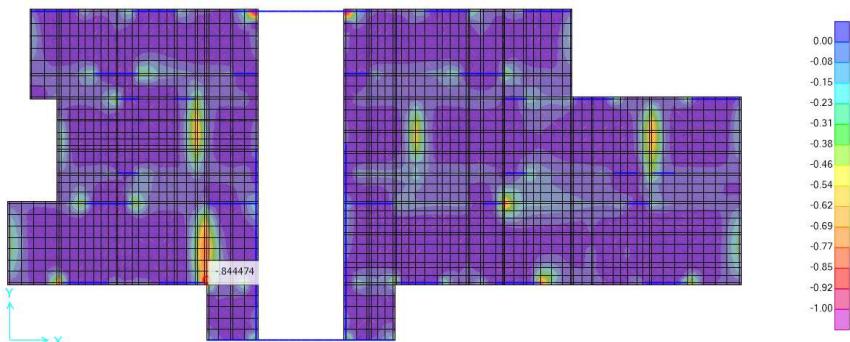


Figura 9 – Momentos negativos en dirección x – Losa de techo inferior

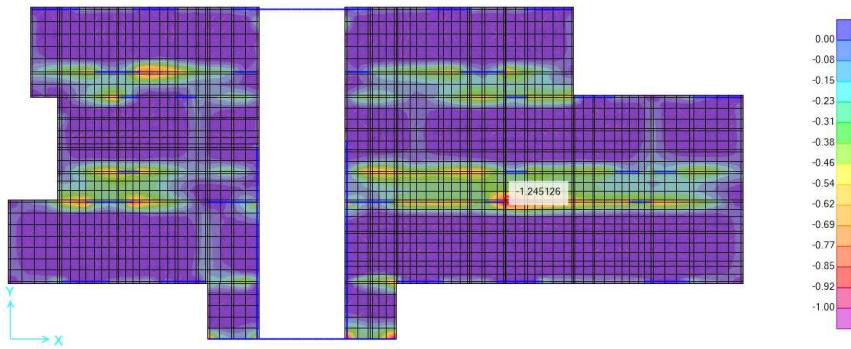


Figura 10 – Momentos negativos en dirección y – Losa de techo inferior

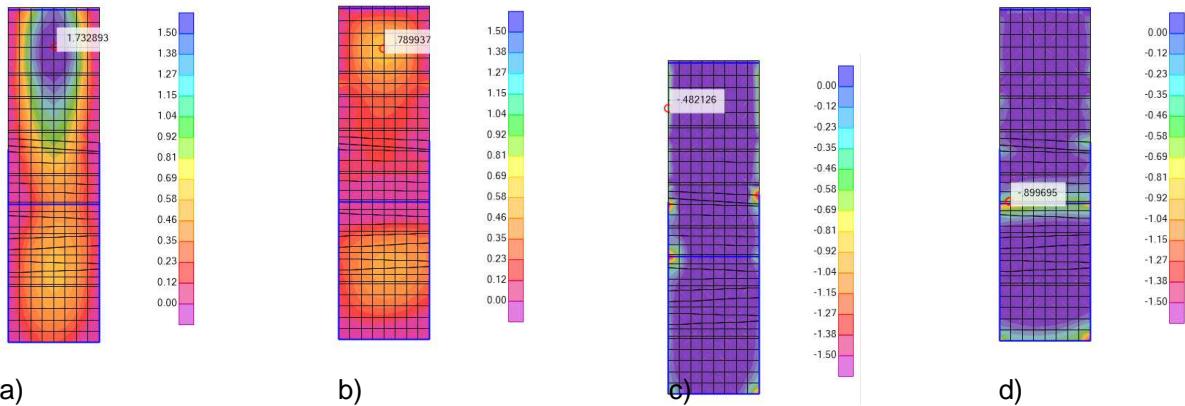


Figura 11 – Momentos a) positivos en dirección x, b) positivos dirección y, c) – negativos dirección x; d) negativos dirección y - Losa de techo superior

#### 5.4. Muros de mampostería, encadenados horizontales y verticales

De acuerdo al Artículo 3.6 de la INPRES CIRSOC 103 – Parte 3, al tratarse de una construcción de categoría A, los muros resistentes serán ejecutados con mampostería encadenada armada.

Los muros serán ejecutados con mortero de resistencia elevada como se indica en planos una armadura longitudinal igual a 2 barras db 6 mm cada 50cm hiladas y estribos dbe 4.2 mm cada 33 cm. Estas armaduras se anclarán en las columnas más próximas.

Tal como se aprecia en las direcciones x e y se ha procedido a redistribuir el corte de los muros que ven excedida, su capacidad. El diseño de los muros se ha realizado de modo de desarrollar la capacidad completa de los mismos. Así, en la dirección x se cuenta con una capacidad total de 457 toneladas contra una demanda de 286.6 toneladas, resultando un factor global de utilización del 62.7% lo que asegura la subsistencia de la estructura en esta dirección y una eventual menor demanda de ductilidad. Por su parte, en la dirección y, se cuenta con una capacidad global de 250.2 ton, contra una demanda global de 206.9 toneladas con un factor de utilización global del 82,7%. No debe llamar la atención la diferencia de demandas en la dirección x e y. Esta diferencia se debe a la mayor rigidez en la dirección x que toma mayor demanda torsional por esta razón y la evaluación de demanda se realiza con los mayores valores lo cuales no son simultáneos temporalmente ya que la determinación de esfuerzos se ha llevado a cabo mediante análisis modal espectral.

Bs= 4.2 t/cm <sup>2</sup>				f'v= 2.6 kg/cm <sup>2</sup>				φv= 0.8				φm= 0.9													
Pos	Muro			Panel				Armadura mínima Columna Encadenado				Armadura mínima Viga Encadenado				Observaciones									
	L	e	Vu	Nu	Panel	0.4*f <sub>0</sub>	Lp	Vup	Vn	Vc	fu	Lo	Ho	Ac	N°	φ	φ	sep	Av	N°	φ	φ	sep		
M1x	2.50	0.18	5.14	-10.66	1	-0.95	2.50	5.14	7.44	5.95	0.86	2.300	3.850	3.29	4+2	8+10	6	20	1.57	4	8	6	20		
M2x	2.50	0.18	11.33	3.14	1	0.28	2.50	11.33	12.96	10.36	1.09	2.300	3.850	5.74	4+2	12+10	8	20	2.74	4	10	6	20	Se redistribuye el 8.6%	
M3x	2.50	0.18	2.46	2.13	1	0.19	2.50	2.46	12.55	10.04	0.24	2.300	3.850	5.56	4+2	12+8	8	20	2.66	4	10	6	20		
M4x	2.50	0.18	6.84	7.17	1	0.64	2.50	6.84	14.57	11.65	0.59	2.300	3.850	6.45	6	12	8	20	3.08	4	10	6	20		
M5x	2.50	0.18	8.66	3.74	1	0.33	2.50	8.66	13.20	10.56	0.82	2.300	3.850	5.84	4+2	12+10	8	20	2.79	4	10	6	20		
M6x	4.80	0.18	12.80	9.45	1	0.44	4.80	12.80	26.24	21.00	0.61	4.600	3.850	5.81	4+2	12+10	10	15	5.55	4+2	12+8	6	20		
M7x	2.50	0.18	7.38	-8.45	1	-0.75	2.50	7.38	8.32	6.66	1.11	2.300	3.850	3.68	4+2	10+8	8	20	1.76	4	8	6	20	Se redistribuye el 9.8%	
M8x	3.60	0.18	13.29	15.93	1	0.98	3.60	13.29	23.22	18.58	0.72	3.400	3.850	6.96	6	12	10	15	4.91	4+2	12+8	6	20		
M9x	3.60	0.18	16.64	0.99	1	0.06	3.60	16.64	17.24	13.80	1.21	3.400	3.850	5.17	4+2	12+8	8	15	3.65	6	10	6	20	Se redistribuye el 17.1%	
M10x	4.25	0.18	14.59	6.84	1	0.36	4.25	14.59	22.63	18.10	0.81	4.050	3.850	5.69	4+2	12+8	10	15	4.79	6	10	6	20		
M11x	5.85	0.18	5.98	13.60	1	0.52	4.10	4.19	24.63	19.70	0.21	3.900	3.850	6.43	6	12	10	15	5.21	4+2	12+8	6	20		
	5.85	0.18	5.98	13.60	2	0.52	1.75	1.79	13.63	10.90	0.16	1.550	3.850	8.96	4+2	16+8	8	20	2.88	4	10	6	20		
M12x	4.30	0.18	16.93	6.99	1	0.04	4.30	16.93	20.40	16.32	1.04	4.100	3.850	5.07	4+2	12+8	10	20	4.32	4+2	10+8	6	20	Se redistribuye el 3.6%	
M13x	2.85	0.18	11.48	6.99	1	0.55	2.85	11.48	16.13	12.91	0.89	2.650	3.850	6.20	4+2	12+10	8	15	3.41	4+2	8+10	6	20		
M14x	5.60	0.18	19.87	6.69	1	0.27	2.75	9.76	15.55	12.44	0.78	2.550	3.850	6.21	4+2	12+10	8	15	3.29	4+2	8+10	6	20		
	5.60	0.18	19.87	6.69	2	0.27	2.85	10.11	16.01	12.81	0.79	2.650	3.850	6.15	4+2	12+10	8	15	3.39	4+2	8+10	6	20		
M15x	7.45	0.18	20.41	11.13	1	0.33	3.40	9.31	20.36	16.29	0.57	3.200	3.850	6.48	6	12	10	20	4.31	4+2	10+8	6	20		
	7.45	0.18	20.41	11.13	2	0.33	4.05	11.10	23.41	18.72	0.59	3.850	3.850	6.19	4+2	12+10	10	15	4.95	4+2	12+8	6	20		
M16x	4.15	0.18	10.22	8.17	1	0.44	4.15	10.22	22.69	18.15	0.56	3.950	3.850	5.85	4+2	12+8	10	15	4.80	4+2	12+8	6	20		
M17x	3.10	0.18	8.75	0.60	1	0.04	3.10	8.75	14.75	11.80	0.74	2.900	3.850	5.18	4+2	12+8	8	20	3.12	4	10	6	20		
M18x	2.85	0.18	6.48	5.38	1	0.42	2.85	6.48	15.49	12.39	0.52	2.650	3.850	5.95	4+2	12+10	8	15	3.28	4+2	8+10	6	20		
M19x	2.90	0.18	7.55	3.07	1	0.24	2.90	7.55	14.80	11.84	0.64	2.700	3.850	5.58	4+2	12+8	8	20	3.13	4	10	6	20		
M20x	7.50	0.18	20.27	9.24	1	0.27	3.40	9.19	19.61	15.69	0.59	3.200	3.850	6.24	4+2	12+10	8	15	4.15	4+2	10+8	6	20		
	7.50	0.18	20.27	9.24	2	0.27	4.10	11.08	22.88	18.31	0.61	3.900	3.850	5.98	4+2	12+10	10	15	4.84	6	10	6	20		
M21x	2.25	0.18	1.37	4.05	1	0.40	2.25	1.37	12.15	9.70	0.14	2.050	3.850	6.04	4+2	12+10	8	20	2.57	5	8	6	20		
M22x	3.70	0.18	4.16	1.97	1	0.12	3.70	4.16	18.10	14.483	0.29	3.500	3.850	5.27	4+2	12+8	8	15	3.83	5	10	6	20		
M23x	3.00	0.18	4.42	1.00	1	0.07	3.00	4.42	14.44	11.552	0.38	2.800	3.850	5.25	4+2	12+8	8	20	3.06	4	10	6	20		
M24x	4.40	0.18	11.12	7.75	1	0.39	3.00	7.58	17.14	13.712	0.55	2.800	3.850	6.23	4+2	12+10	8	15	3.63	4+2	8+10	6	20		
M25x	4.20	0.18	9.39	7.35	1	0.39	4.20	9.39	22.60	18.077	0.52	4.000	3.850	5.75	4+2	12+8	10	15	4.78	6	10	6	20		
M26x	3.20	0.18	7.53	0.62	1	0.04	3.20	7.53	15.22	12.179	0.62	3.000	3.850	5.17	4+2	12+8	8	15	3.22	4	10	6	20		
M27x	2.50	0.18	6.72	3.94	1	0.35	2.50	6.72	13.28	10.621	0.63	2.300	3.850	5.88	4+2	12+10	8	20	2.81	4	10	6	20		
M28x	2.50	0.18	6.72	3.49	1	0.31	2.50	6.72	13.10	10.477	0.64	2.300	3.850	5.80	4+2	12+10	8	20	2.77	4	10	6	20		
M29x	2.50	0.18	6.14	3.87	1	0.34	2.50	6.14	13.25	10.598	0.58	2.300	3.850	5.87	4+2	12+10	8	20	2.80	4	10	6	20		
M30x	2.50	0.18	5.47	3.95	1	0.35	2.50	5.47	13.28	10.624	0.51	2.300	3.850	5.88	4+2	12+10	8	20	2.81	4	10	6	20		
															266.57	571.26	457.01								

Tabla 4. Cálculo estructural de muros y encadenados en la dirección x

Cálculo Armaduras Columnas y Vigas Encadenado																								
Bs= 4.2 t/cm <sup>2</sup>				f'v= 2.6 kg/cm <sup>2</sup>				φv= 0.8				φm= 0.9												
Pos	Muro			Panel				Armadura mínima Columna Encadenado				Armadura mínima Viga Encadenado				Observaciones								
	L	e	Vu	Nu	Panel	0.4*f <sub>0</sub>	Lp	Vup	Vn	Vc	fu	Lo	Ho	Ac	N°	φ	φ	sep	Av	N°	φ	φ	sep	
M1y	3.90	0.25	13.26	2.35	1	0.10	3.90	13.26	26.29	21.03	0.63	3.700	3.850	7.24	4	16	10	15	5.56	4+2	12+8	6	20	
M2y	3.10	0.25	8.49	0.47	1	0.02	3.10	8.49	20.34	16.27	0.52	2.900	3.850	7.14	4	16	10	20	4.30	4	12	6	20	
M3y	2.60	0.25	8.18	6.64	1	0.41	2.60	8.18	19.56	15.64	0.52	2.400	3.850	8.30	4	16	8	15	4.14	4	12	6	20	
M4y	3.65	0.25	21.85	4.61	1	0.20	3.65	21.85	25.57	20.46	1.07	3.450	3.850	7.55	4	16	10	15	5.41	4+2	12+8	6	20	Se redistribuye el 6.4%
M5y	3.90	0.25	23.30	11.64	1	0.48	3.90	23.30	30.006	24.00	0.97	3.700	3.850	8.26	4	16	10	15	6.35	4+2	12+10	6	20	
M6y	2.45	0.25	13.00	-5.28	1	-0.34	2.45	13.00	13.813	11.05	1.18	2.250	3.850	6.25	4+2	12+10	8	20	2.92	4+2	8+10	6	20	Se redistribuye el 15.0%
M7y	3.10	0.25	9.10	10.93	1	0.56	3.10	9.10	24.522	19.62	0.46	2.900	3.850	8.61	4+2	16+8	10	15	5.19	4+2	12+8	6	20	
M8y	2.15	0.25	12.70	-5.97	1	-0.44	2.15	12.70	11.587	9.27	1.37	1.950	3.850	6.05	4+2	12+10	8	20	2.45	5	8	6	20	Se redistribuye el 27.0%
M9y	3.10	0.25	12.57	9.92	1	0.51	3.10	12.57	24.118	19.29	0.65	2.900	3.850	8.47	4+2	16+8								

Pilote	COTA	P (ton)	Dn (m)	Def (m)	Diseño CV	Psismox (ton)	Psismo y (ton)	fmx	fmy	Resultado
PT01	15.3	10.06	0.80	0.80	OK	33.27	38.72	1.12	1.31	OK
PT02	15.3	24.39	0.80	0.80	OK	39.38	35.40	1.33	1.19	OK
PT03	15.3	37.13	1.00	1.00	OK	64.80	45.24	1.35	0.94	OK
PT04	15.3	20.79	0.80	1.00	OK	65.28	33.84	1.36	0.70	OK
PT05	15.3	31.70	1.00	1.20	OK	42.24	81.48	0.59	1.15	OK
PT06	15.3	47.75	1.00	1.00	OK	49.59	56.46	1.03	1.17	OK
PT07	15.3	52.88	1.20	1.20	OK	55.56	85.15	0.78	1.20	OK
PT08	15.3	29.08	0.80	1.00	OK	40.82	69.94	0.85	1.45	OK
PT09	15.3	24.36	0.80	1.00	OK	55.69	59.52	1.16	1.24	OK
PT10	15.3	38.38	1.00	1.00	OK	47.94	46.02	1.00	0.96	OK
PT11	15.3	31.07	1.00	1.00	OK	53.67	52.58	1.12	1.09	OK
PT12	15.3	55.41	1.20	1.20	OK	53.11	88.10	0.75	1.24	OK
PT13	15.3	51.20	1.20	1.20	OK	51.08	64.25	0.72	0.90	OK
PT14	15.3	24.53	0.80	0.80	OK	39.40	27.02	1.33	0.91	OK
PT15	15.3	34.14	1.00	1.00	OK	39.49	50.49	0.82	1.05	OK
PT16	15.3	35.06	1.00	1.00	OK	53.24	34.07	1.11	0.71	OK
PT17	15.3	19.11	0.80	0.80	OK	33.46	26.99	1.13	0.91	OK
PT18	15.3	17.41	0.80	0.80	OK	29.57	30.99	1.00	1.04	OK
PT19	15.3	49.48	1.20	1.20	OK	55.18	91.33	0.78	1.29	OK
PT20	15.3	36.91	1.00	1.00	OK	37.67	46.51	0.78	0.97	OK
PT21	15.3	41.04	1.00	1.20	OK	52.58	89.23	0.74	1.26	OK
PT22	15.3	18.25	0.80	0.80	OK	40.69	20.54	1.37	0.69	OK
PT23	15.3	22.74	0.80	0.80	OK	22.46	23.44	0.76	0.79	OK
PT24	15.3	31.73	1.00	1.00	OK	40.95	54.70	0.85	1.14	OK
PT25	15.3	22.84	0.80	0.80	OK	35.89	24.54	1.21	0.83	OK
PT26	15.3	22.80	0.80	0.80	OK	32.97	27.22	1.11	0.92	OK
PT27	15.3	33.85	1.00	1.00	OK	34.84	63.09	0.72	1.31	OK
PT28	15.3	32.19	1.00	1.00	OK	29.67	33.58	0.62	0.70	OK
PT29	15.3	29.38	0.80	1.20	OK	41.37	91.51	0.58	1.29	OK
PT30	15.3	14.26	0.80	1.00	OK	53.88	55.29	1.12	1.15	OK
PT31	15.3	18.86	0.80	1.00	OK	52.40	36.19	1.09	0.75	OK
PT32	15.3	32.24	1.00	1.00	OK	33.14	47.14	0.69	0.98	OK
PT33	15.3	23.51	0.80	0.80	OK	28.47	21.59	0.96	0.73	OK
PT34	15.3	22.74	0.80	0.80	OK	25.93	27.17	0.87	0.92	OK
PT35	15.3	25.07	0.80	0.80	OK	27.55	32.60	0.93	1.10	OK
PT36	15.3	17.66	0.80	0.80	OK	30.48	36.77	1.03	1.24	OK
PT37	15.3	14.48	0.80	1.00	OK	45.02	63.11	0.94	1.31	OK
PT38	15.3	25.08	0.80	1.00	OK	30.82	68.80	0.64	1.43	OK
PT39	15.3	28.13	0.80	1.00	OK	30.62	71.55	0.64	1.49	OK
PT40	15.3	30.26	1.00	1.20	OK	28.71	84.73	0.40	1.19	OK
PT41	15.3	25.70	0.80	1.00	OK	26.34	61.88	0.55	1.29	OK
PT42	15.3	16.32	0.80	1.00	OK	41.41	63.93	0.86	1.33	OK

Tabla 6. Diseño geométrico de los pilotes a cargas verticales debidas a cargas a largo plazo y efecto sísmico

Para el diseño de las armaduras de los pilotes se han trazado los diagramas de interacción considerando en cada uno de ellos la cuantía mínima del 1%. En la Figura 12 a 14 se muestran estos diagramas en los que se ha representado todas las combinaciones de esfuerzos indicadas en 5.2 determinadas cada un metro de altura.

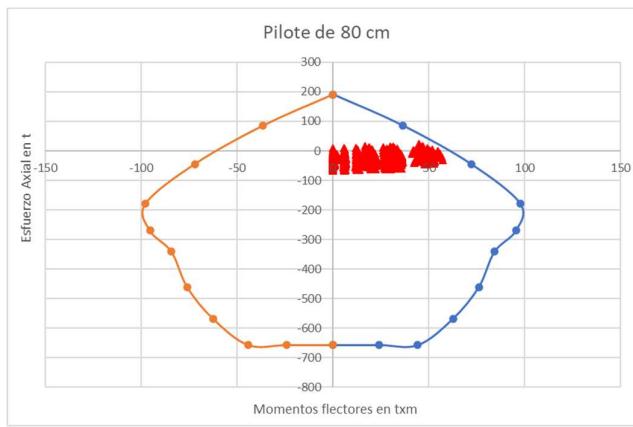


Figura 12: Diagrama de interacción correspondiente a la sección P80

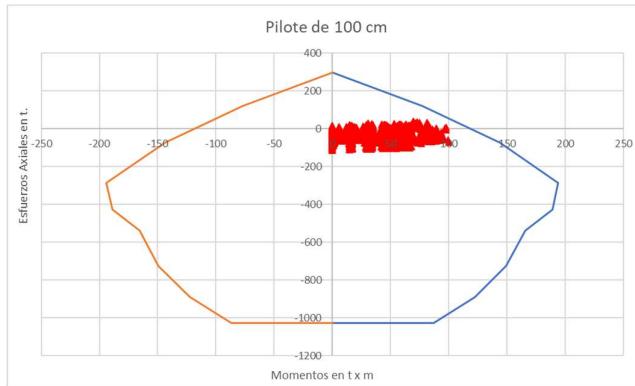


Figura 13: Diagrama de interacción correspondiente a la sección P100

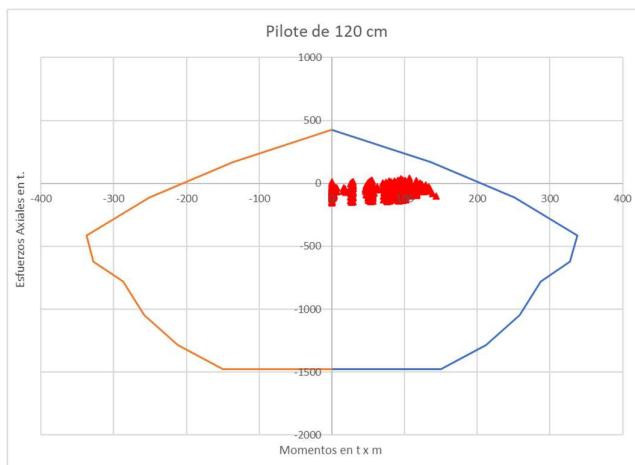


Figura 14: Diagrama de interacción correspondiente a la sección P120

Verificación al corte:

Para el diseño al corte se considera una altura efectiva del 80% del diámetro y un ancho igual al diámetro, así para cada uno de los pilotes se tiene:

$$A_{80} = 0.8 \times 80^2 = 5120 \text{ cm}^2$$

$$A_{100} = 0.8 \times 100^2 = 8000 \text{ cm}^2$$

$$A_{120} = 0.8 \times 120^2 = 11520 \text{ cm}^2$$

$$\nu_c = \frac{\sqrt{25}}{6} = 8.2 \text{ kg/cm}^2$$

Lo que da resistencias nominales de:

$$V_{80n} = 41.98 \text{ t.}$$

$$V_{100} = 65.60 \text{ t.}$$

$$V_{120} = 94.46 \text{ t.}$$

Por lo que las relaciones de demanda vs capacidad quedan como:

$$V_{u80} = 10.21 \text{ t.} << 0.75 \times 41.98 \text{ t} = 31.49 \text{ t}$$

$$V_{u100} = 18.26 \text{ t.} << 0.75 \times 65.60 \text{ t} = 49.20 \text{ t}$$

$$V_{u120} = 30.38 \text{ t} << 0.75 \times 94.46 \text{ t} = 71.22 \text{ t}$$