



CÁLCULO ESTRUCTURAL EDIFICIO DE GRAN ALTURA

TRABAJO FINAL DE GRADO - 2021

INGENIERÍA CIVIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

AUTORES:

MAIORANA MARTÍN - ROMERO LORENA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA

TRABAJO FINAL DE GRADO:

Cálculo Estructural Edificio de Gran Altura

Autores:

- Maiorana, Martin
- Romero, Lorena Antonella

Tutor Académico:

- Mg. Ing. Ricardo, Barrios D'Ambra.

Profesor de la cátedra designado:

- Ing. Alejandro, Salgado.

AÑO 2021

ÍNDICE GENERAL:

2. CAPÍTULO II: IMPACTO HIDROLÓGICO.....	3
2.1. INTRODUCCIÓN:.....	3
2.2. FACTORES LÍMITES SEGÚN ORDENANZA MUNICIPAL:.....	3
2.3. EVALUACIÓN HIDROLÓGICA:	9
2.3.1. <i>Impacto Hidrológico Cero:</i>	9
2.3.2. <i>Tiempo de concentración:</i>	10
2.3.3. <i>Cálculo del hietograma:</i>	11
2.3.4. <i>Determinación de caudales:</i>	13
2.4. VERIFICACIÓN HIDRÁULICA DEL DISPOSITIVO RETARDADOR PROPUESTO	15
3. CAPÍTULO III: ESTUDIO DE SUELO	19
3.1. INTRODUCCIÓN:.....	19
3.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE SUELO:	19
3.3. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO UTILIZADO:	19
3.4. PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL TERRENO:	20
3.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS EN LOS PERFILES ANALIZADOS:	23
3.6. PERFIL ESTRATIGRÁFICO ADOPTADO:	23
3.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES ADMISIBLES DEL TERRENO Y DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE LOS PILOTES:.....	24
3.8. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE LOS PILOTINES:.....	30
4. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CARGAS	34
4.1. INTRODUCCIÓN:.....	34
4.2. CARGAS A ADOPTAR:	34
4.2.1. <i>Cargas permanentes:</i>	34
4.2.2. <i>Sobrecargas de uso:</i>	42
4.2.3. <i>Cargas de viento:</i>	46
5. CAPÍTULO V: DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL	48
5.1. INTRODUCCIÓN:.....	48
5.2. DISEÑO ARQUITECTÓNICO:	48
5.3. DISEÑO ESTRUCTURAL:	49
5.3.1. <i>Losas:</i>	50
5.3.2. <i>Vigas:</i>	50
5.3.3. <i>Columnas:</i>	51
5.3.4. <i>Tabiques de hormigón armado:</i>	58
5.3.5. <i>Escaleras de hormigón armado:</i>	58
5.3.6. <i>Sistema de fundación:</i>	59
5.4. CÁLCULO ESTRUCTURAL:.....	59
5.4.1. <i>Metodología de cálculo:</i>	59
5.4.2. <i>Software de cálculo utilizado:</i>	60
5.4.3. <i>Normas consideradas:</i>	61
5.4.4. <i>Materiales utilizados:</i>	61
5.4.5. <i>Pasos realizados en el programa:</i>	62
5.4.6. <i>Cálculo estructural de losas:</i>	70
5.4.7. <i>Cálculo estructural de vigas:</i>	80
5.4.7.1. <i>Esfuerzos y armados de vigas:</i>	119
5.4.8. <i>Cálculo estructural de columnas:</i>	183
5.4.8.1. <i>Armado de columnas:</i>	195
5.4.9. <i>Tabiques de hormigón armado:</i>	204
5.4.10. <i>Cálculo de escaleras:</i>	217



5.4.10.1.	Geometría y esfuerzos.	217
5.4.10.2.	Armadura de escaleras:.....	228
5.4.11.	<i>Cálculo de fundaciones:</i>	229
5.4.11.1.	Cabezales:.....	230
5.4.11.2.	Vigas centradoras:	264
5.4.11.3.	Pilotes:.....	267
5.4.11.4.	Efecto de grupo de pilotes:	268
5.4.11.5.	Pilotines y Viga de encadenado:.....	273
5.4.12.	<i>Flechas y desplazabilidad:</i>	275
5.4.12.1.	Flechas en losas:	277
5.4.12.2.	Flechas en vigas:	282
5.4.12.3.	Desplazabilidad del edificio:	299
5.4.13.	<i>Cálculo estructural de rampa vehicular:</i>	301
5.5.	ANEXO CAPÍTULO V: DOCUMENTACIÓN GRÁFICA:	304
5.5.1.	<i>Anexo Planos de Arquitectura</i>	304
5.5.2.	Anexo Planos de Estructura:	305
5.6.	BIBLIOGRAFÍA:	306



2. Capítulo II: Impacto Hidrológico

2.1.Introducción:

El presente capítulo consiste en la determinación de los factores de impermeabilización y los factores de uso del terreno tanto de la situación antecedente como de la situación propuesta con proyecto, basados en la Ordenanza Municipal del Código de Planeamiento Urbano de la ciudad de Resistencia, con la finalidad de saber si es necesario realizar la evaluación hidrológica del proyecto y si así fuera el caso, proceder al dimensionamiento del retardador pluvial para mitigar el sistema de red de drenaje pluvial de la ciudad frente a eventos de precipitaciones críticos.

2.2.Factores límites según Ordenanza Municipal:

Según el Artículo N°1 del Anexo III de la Ordenanza Municipal N°5.403/01 y su actualización N°8.775/07 del Código de Planeamiento Urbano, se determinan los siguientes factores límites:

- Factor de Impermeabilización del Suelo (FIS): El mismo representa el grado de impermeabilización o superficie no absorbente del suelo. Este valor resulta de dividir la superficie total conformada por cubiertas y pisos, en proyección horizontal, por la superficie total del terreno.
- Factor de Impermeabilización total (FIT): Representa el grado de impermeabilización o superficie no absorbente total. Este valor resulta de dividir la superficie total construida en la parcela más la superficie de pisos no cubiertos, por la superficie total del terreno. Para el cálculo de la superficie total construida se considerará la sumatoria de las superficies cubiertas de cada nivel.

En el Artículo N°2 se describen los valores admitidos de los factores por el Código, los cuales son:

$$FIS \leq FOS \text{ admitido } \frac{s}{\text{Distrito}}$$

$$FIT \leq 4 * FIS$$

Para la ubicación del proyecto, según el Código de Planeamiento Urbano de la ciudad de Resistencia, el terreno está emplazado en el Distrito R3: Residencial de densidad baja, por lo que el límite de FOS = 0,70, lo que significa: $FIS \leq 0,70$.

En el caso en que se cumplan simultáneamente ambas condiciones, no es necesario realizar una evaluación hidrológica. De lo contrario, se procede al estudio hidrológico basado en los requerimientos del Artículo N°3. Es decir, el proyecto propuesto deberá contar con un sistema amortiguador del drenaje pluvial de manera tal que genere un impacto hidrológico cero, el cual consiste en que el pico del hidrograma generado con el



FIS y FIT propuestos no podrá superar en más de un 10% el pico del hidrograma generado con el FIS y FIT antecedentes.

Para el dimensionamiento de estos mecanismos, se debe tener en cuenta los siguientes datos:

- Las curvas I-D-F (Intensidad – Duración – Frecuencia), elaboradas para la ciudad de Resistencia por el departamento de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería.
- La determinación de la tormenta de diseño se hará aplicando el método de los bloques alternos, para un evento con 10 años de tiempo de retorno.
- El tiempo de concentración “tc” se calculará mediante la fórmula del SCS Lag., o cualquier otra que se demuestre apta para representar ese parámetro del drenaje en cuencas urbanas.
- Cuando se aplique el Método Racional, se considerará una duración del evento igual a 1.5 tc.

En el caso en que los valores FIT y FIS antecedentes superen a los valores establecidos en el Artículo N°2, se debe considerar como valores de FIT y FIS antecedentes dichos valores admitidos. Además, cuando el proyecto sea un edificio ubicado entre medianeras o de semiperímetro libre y el $FIT > 4 \cdot FIS$, se deberá tomar el volumen de precipitación que escurre por las paredes medianeras y resolver la evacuación dentro de la parcela. Por lo tanto, una vez descripto lo anterior, es necesario calcular dichos valores para así saber en qué situación frente a la evaluación hidrológica se encuentra la propuesta.

A continuación, se determinan los factores de impermeabilización y de uso para ambas situaciones:

- Situación Antecedente del proyecto:

Actualmente, la parcela ubicada en la calle Santa Fé 1250, en la localidad de Resistencia-Chaco, está siendo ocupada por un galpón y una vivienda. A través de imágenes satelitales de fuente Google Earth y por relevamiento local se logró observar que la totalidad del terreno se encuentra impermeabilizado, lo que significa que el factor FIS para la situación antecedente corresponde a un valor igual a uno.

Se puede observar en la siguiente imagen satelital una vista del terreno de la situación descripta anteriormente:



Fig. 1: Imagen satelital de la situación antecedente

A continuación, se determinan los factores de ocupación del suelo y total (FOS y FOT) y los factores de impermeabilización del suelo y total (FIS y FIT) de la situación precedente:

Factores de Uso del suelo:

Denominación de superficies:		
Lado 1 parcela:	20	m
Lado 2 parcela	50	m
Área parcela:	1000	m²
Superficie cubierta S1:	667.67	m ²
Superficie cubierta S2:	202.15	m ²
Superficie cubierta PB:	869.82	m²
Superficie descubierta PB:	130.18	m²

La ecuación del factor de ocupación del suelo es la siguiente:

$$FOS = \frac{(Superficie\ cubierta\ PB + 0,5 * Superficie\ semicubierta\ PB)}{Superficie\ total\ del\ terreno}$$



Por lo tanto, tendrá el siguiente valor:

$$FOS = 0,87$$

Para el cálculo del FOT, se utiliza la siguiente fórmula:

$$FOT = \frac{(Superficie\ cubierta\ total + Superficie\ semicubierta\ total)}{Superficie\ total\ del\ terreno}$$

Como el edificio de la situación precedente posee una sola planta, el valor del FOT será coincidente con el valor calculado anteriormente del FOS:

$$FOT = 0,87$$

Factores de Impermeabilización:

Área total de la parcela:		
Lado paralelo a LM:	20	m
Lado perpendicular a LM:	50	m
Área total de la parcela:	1000	m ²

Superficie conformada por cubierta y piso en proyección horizontal:		
Área cubierta de Planta baja	667.67	m ²
	202.15	m ²
Área cubierta de Planta baja	869.82	m ²
Área descubierta Planta baja	130.18	m ²
Superficie impermeable Planta Baja	1000.00	m ²

Siendo la ecuación de cálculo:

$$FIS = \frac{Superficie\ impermeabilizada\ PB}{Superficie\ total\ del\ terreno}$$

Por lo tanto, el factor de impermeabilización del suelo tendrá el siguiente valor:

$$FACTOR\ DE\ IMPERMEABILIZACIÓN\ DEL\ SUELO\ (FIS) = 1,00$$

Para el cálculo del FIT se utilizará la siguiente fórmula:



$$FIT = \frac{\text{Superficie impermeabilizada total}}{\text{Superficie total del terreno}}$$

Tal como lo explicado anteriormente en el apartado de factores de uso, al ser solamente edificio con planta baja, el factor FIT coincidirá nuevamente con el FIS:

$$\text{FACTOR DE IMPERMEABILIZACIÓN TOTAL (FIT)} = 1,00$$

Se puede apreciar que el valor de FIS de la situación antecedente supera al valor admitido del Artículo N°2 del Código de Planeamiento:

$$FIS = 1 > 0,70 \rightarrow \text{No verifica}$$

$$FIT = 1 < 4 \rightarrow \text{verifica}$$

Procediendo con el requerimiento del Código, se debe adoptar como valores de FIS y FIT antecedentes los arriba mencionados, esto ocurre porque los valores de los factores FIS y FIT de la situación anterior al proyecto superan a los valores límites admisibles para el distrito en cuestión (Distrito R3) del Artículo N°2 del Código, lo que significa que se debe retrotraer la impermeabilidad hasta cumplir con dichos valores requeridos.

Por lo tanto, en base al Artículo N°3 del Código la propuesta de edificación se debe realizar con evaluación hidrológica demostrándose así el impacto hidrológico cero en el sistema de desagües pluviales de la ciudad, consiguiendo que el caudal pico del hidrograma de la situación propuesta con proyecto sea igual o inferior al hidrograma producido con los valores límites de FIS = 0,7 y FIT=1, adoptando a estos valores como los factores de impermeabilización para la situación antecedente.

- Situación con proyecto:
Factores de Uso del suelo:

En primer lugar, se ha determinado el factor de ocupación del suelo (FOS):

Denominación de superficies:		
Lado 1 parcela:	20	m
Lado 2 parcela	50	m
Área parcela:	1000	m²
Superficie cubierta PB:	297.73	m²
Superficie semicubierta estacionamiento:	444.92	m²
Superficie semicubierta rampa:	76.51	m²

Por lo tanto, tendrá el siguiente valor:

$$\text{FACTOR DE OCUPACIÓN DEL SUELO (FOS)} = 0,56$$



Luego, se procede a determinar el factor de ocupación total:

Denominación de superficies:	Área (m ²)	
Área cubierta planta baja:	819.155	m ²
Área cubierta de primer piso:	787.79	m ²
Área cubierta de segundo piso:	778.155	m ²
Área cubierta de tercer piso:	683.0225	m ²
Área cubierta de cuarto piso:	688.37	m ²
Área cubierta desde 5to hasta 16 piso	486.02	m ²
Área cubierta del piso 17:	253.9775	m ²
Área cubierta del piso 18:	44.265	m ²
Área cubierta del piso 19:	41.31	m ²
Área total:	9928.285	m²

Cuyo valor resulta:

$$\text{FACTOR DE OCUPACIÓN TOTAL (FOT)} = 9,93$$

Factores de Impermeabilización:

Primero se determina el factor de impermeabilización del suelo (FIS):

Superficie conformada por cubierta y piso en proyección horizontal:		
Área cubierta del edificio en PB		
Lado 1:	35.27	m
Lado 2:	20	m
Área cubierta de Planta baja	705.4	m²
Área lateral rampa		
Lado 1:	5.73	m
Lado 2:	3.25	m
Área lateral recta de la rampa	37.25	m²
Área curva de la rampa	76.51	m²
Superficie conformada por cubierta y piso en proyección horizontal:		
	819.16	m²

$$\text{FACTOR DE IMPERMEABILIZACIÓN DEL SUELO (FIS)} = 0,82$$

Seguidamente, se ha calculado el factor de impermeabilización total (FIT):

Denominación de superficies:	Área (m ²)	
Área cubierta planta baja:	819.16	m ²
Área cubierta de primer piso:	787.79	m ²
Área cubierta de segundo piso:	778.16	m ²

Área cubierta de tercer piso:	683.02	m ²
Área cubierta de cuarto piso:	688.37	m ²
Área cubierta desde 5to hasta 16 piso:	486.02	m ²
Área cubierta del piso 17:	253.98	m ²
Área cubierta del piso 18:	44.265	m ²
Área cubierta del piso 19:	41.31	m ²
Área cubierta del piso 20:	41.31	m ²
Área total:	9969.60	m²

FACTOR DE IMPERMEABILIZACIÓN TOTAL (FIT) = 9,97

Con ambos valores calculados, se procede a verificar si cumple con los valores límites reglamentarios:

$$FIS = 0.82 > 0,70 \rightarrow \text{No verifica}$$

$$FIT = 9.97 > 4 * FIS = 0.82 = 3.28 \rightarrow \text{No verifica}$$

Debido a que no cumplen ambas condiciones, es necesario realizar una evaluación hidrológica de tal manera de amortiguar con una medida no estructural el efecto producido por los eventos de precipitaciones intensas.

2.3.Evaluación Hidrológica:

2.3.1. Impacto Hidrológico Cero:

Se adopta como **medida no estructural** para mitigar la problemática del drenaje pluvial frente a grandes precipitaciones, un **dispositivo “retardador”** que se localizará en el primer piso del edificio y tendrá una superficie de aproximadamente 11,31 m².

En primer lugar, se determina **el coeficiente de escorrentía ponderado para la situación antecedente**, el cual representa la fracción de agua del total de lluvia precipitada que realmente genera escorrentía superficial una vez que se ha saturado el suelo por completo, el mismo depende de la mayor o menor permeabilidad del área en estudio, de la pendiente, de las características de encharcamiento de la superficie y las condiciones del suelo, entre otros factores. Como se debe adoptar un coeficiente razonable para representar la influencia conjunta de todos estos factores, se determina un coeficiente de escurrimiento a través de un promedio ponderado de los coeficientes según las características de la superficie del terreno, para el mismo extraemos los valores característicos de las superficies brindados en el libro de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow:

**Tabla con coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional (s/Ven Te Chow)**

Características de la superficie	Período de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Concreto/techo	0.7 5	0.8	0.8 3	0.8 8	0.9 2	0.9 7	1
Zonas verdes (pasto menor al 50% del área)							
Plano (0 - 2%)	0.3 2	0.3 4	0.3 7	0.4	0.4 4	0.4 7	0.58
Promedio (2 - 7%)	0.3 7	0.4	0.4 3	0.4 6	0.4 9	0.5 3	0.61
Pendiente (superior a 7%)	0.4	0.4 3	0.4 5	0.4 9	0.5 2	0.5 5	0.62

Para la situación en cuestión, se determina a través de los coeficientes de concreto/techo y plano, con un tiempo de retorno de 10 años dado por el Código de Planeamiento Urbano:

$$C_{es_{sit. anterior}} = \frac{\sum C_i * A_i}{A_t} = \frac{700m^2 * 0,83 + 300m^2 * 0,37}{1000m^2} = 0,69$$

Luego, para la situación con proyecto propuesta, se obtiene de manera análoga un coeficiente de escorrentía:

$$C_{es_{sit. con proyecto}} = \frac{\sum C_i * A_i}{A_t} = \frac{819,16m^2 * 0,83 + 0,37 * 0m^2}{819,16m^2} = 0,83$$

Este valor se debe a que toda la superficie de la azotea y los balcones descargan por medio de sistema pluvial del edificio al reservorio, por ende, en el coeficiente de escorrentía para esta situación con proyecto no se tiene superficie para el factor de zona verde ya que el mismo descarga directamente en la planta baja y se evacua al sistema de red pluvial de la ciudad independiente del resto del edificio.

2.3.2. Tiempo de concentración:

Dicho tiempo se define como el lapso mínimo para que la gota ubicada en el sector más alejado de la cuenca llegue al punto de desembocadura, lo que significa que toda la cuenca en cuestión está aportando a la salida. Se asimila que la duración del evento de diseño es igual al tiempo de concentración de la cuenca ($T_d = T_c$).

En este caso, para el cálculo de la estimación del tiempo de concentración se utiliza la fórmula empírica de Kirpich, la cual es desarrollada a partir de información del SCS en cuencas rurales de Estados Unidos, con canales definidos y pendientes empinadas:

$$T_c = (0,0078 * L^{0,77} * S^{-0,385}) * 0,40$$



Como esta ecuación se desarrolló para cuencas rurales con pendiente entre $3\% < S < 10\%$, se la afecta por un coeficiente de 0,4 (para flujo superficial en superficies de asfalto) para asimilar lo más próximo posible a la condición real del proyecto.

Siendo:

L: Longitud más larga de la parcela (pies)

$$L = 50m = 164,04pies$$

S: Pendiente considerando el desnivel existente entre la PB de edificio y el nivel de vereda.

$$S = 0,0024 = 0,24\%$$

Por lo que resulta un tiempo de concentración:

$$T_c = (0,0078 * 164,04pies^{0,77} * 0,0024^{-0,385}) * 0,40 = 1,62min$$

2.3.3. Cálculo del hietograma:

Para la determinación de la tormenta de diseño, se aplicará el **método de los bloques alternos** tal como lo recomienda el Código, para un tiempo de recurrencia de diez años. Además, cuando se utiliza el método racional para la determinación del caudal, al tiempo de concentración se aconseja afectarlo por un factor de 1,5, por lo cual se tiene como tiempo de duración del evento un valor igual a:

$T_d = 1,5 * T_c = 1,5 * 1,62min = 2,43min \rightarrow$ Se adopta: $T_d = 2,5min$ nsidades de precipitación se determinaron a partir de las curvas I-D-F (Intensidad-Duración y Frecuencia) de la localidad de Resistencia, cuyas curvas se encuentran homologadas por el A.P.A (Administración Provincial del Agua), para un tiempo de retorno de diez años, cuya fórmula genérica es:

$$i = \frac{A}{(T_d + B)^C}$$

Siendo A, B y C coeficientes con valores:

$$A = 1.639,94 \quad B = 14,681 \quad C = 0,7193$$

La distribución temporal de la lluvia crítica de 2,5 minutos de duración se realiza mediante el hietograma del método de los bloques alternos.

A continuación, se adjunta las curvas IDF del Área Metropolitana del Gran Resistencia, señalando el caso con el tiempo de duración de la tormenta crítica, sin embargo, para mayor exactitud se ha utilizado la fórmula de la intensidad mencionada anteriormente la cual está en función de los coeficientes A, B y C:

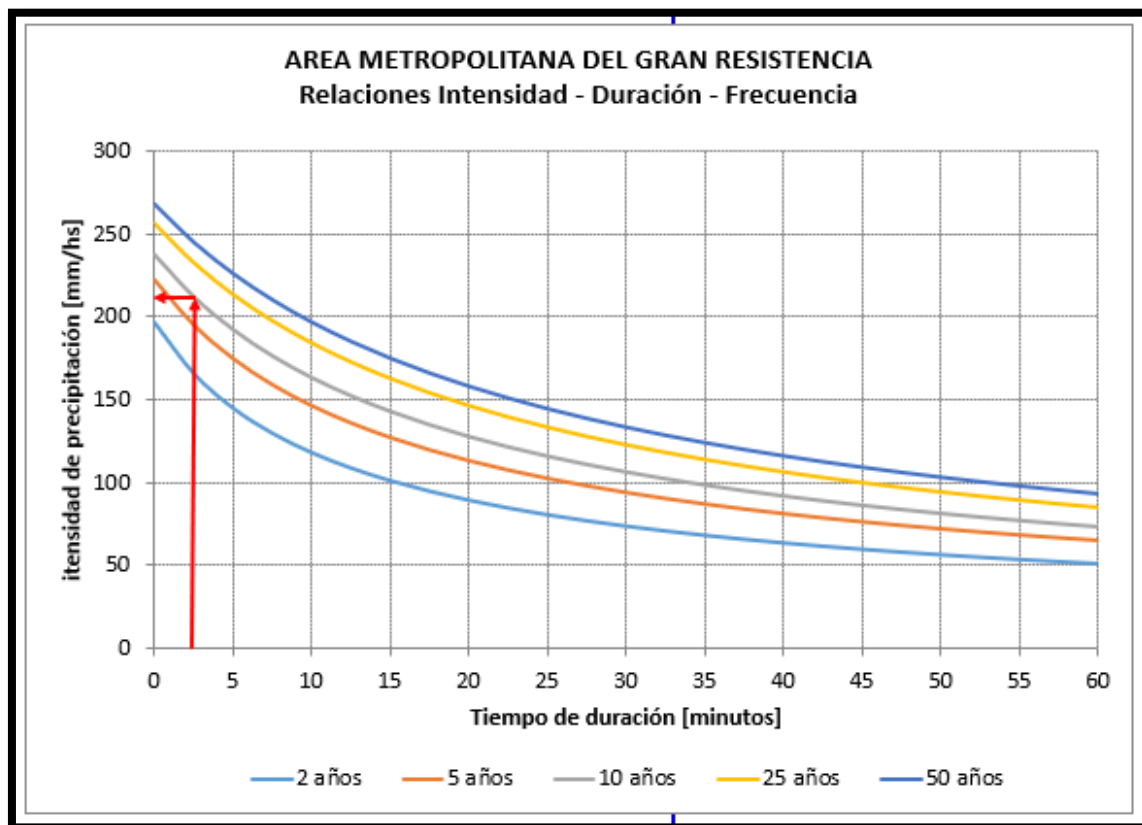


Fig. 2: Curvas IDF para el Área Metropolitana del Gran Resistencia

A continuación, se adjunta tabla del hietograma obtenido con el método de los bloques alternos:

Tabla 1: Hietograma de precipitación de diseño desarrollado en incrementos de 0,5min para una tormenta de 10 años y 2,5min de duración, utilizando el método de los bloques alternos

Tiempo (min)	Intensidad (mm/hr)	Prof acumulada (mm)	Prof incremental (mm)	Intervalo (min)	Precipitación (mm)
0	-				
0.5	231.8	1.9	1.9	0 - 0.5	1.6
1	226.5	3.8	1.8	0.5 - 1	1.8
1.5	221.4	5.5	1.8	1 - 1.5	1.9
2	216.6	7.2	1.7	1.5 - 2	1.8
2.5	212.1	8.8	1.6	2 - 2.5	1.7

Para determinar la altura de precipitación (mm) se ha ordenado la profundidad incremental de manera tal que sea similar a la forma de un hidrograma, es decir, estos bloques/incrementos se acomodan de modo que la máxima precipitación ocurra en el centro de la duración requerida T_d y que los bloques queden en orden descendente alternativamente hacia la derecha y hacia la izquierda del bloque central para formar el hietograma de diseño, y así obtener las precipitaciones separadas, las cuales se utilizan

luego para determinar la intensidad de precipitación que se aplica en la fórmula de los caudales máximos del método racional.

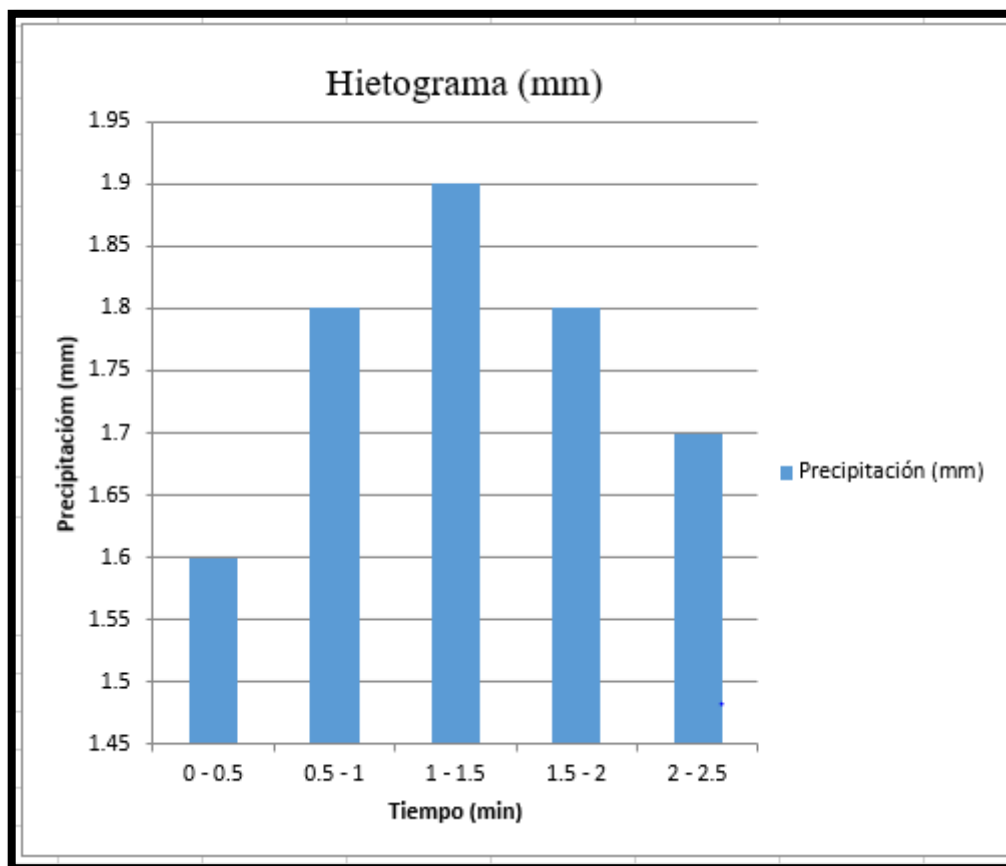


Fig. 3: Hietograma de diseño del evento crítico para $TR=10$ años

2.3.4. Determinación de caudales:

Para la determinación de los caudales picos se utiliza el método de diseño denominado **método racional**, el cual introduce el concepto de tiempo de concentración y se basa en que: dada una cuenca de Área A , con un tiempo de concentración t_c , si se produce una precipitación P con una duración igual a la del tiempo de concentración, el caudal generado en el punto de salida será el máximo ya que estará aportando toda la cuenca.

Siendo la fórmula del caudal máximo:

$$Q_p = C * i * A$$

Siendo:

$$Q_p: \text{caudal} \frac{\text{pico}}{\text{máximo}} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

C : coeficiente de escorrentía ponderado ($0 \leq C \leq 1$)

I : Intensidad media máxima de precipitación $\left(\frac{mm}{s}\right)$,
la cual se obtiene dividiendo la precipitación separada obtenida

A : Área del terreno (m^2)

Esta fórmula racional es demostrada mediante las siguientes hipótesis:

- La intensidad de lluvia “ i ” se mantiene constante en el tiempo y espacio.
- Las pérdidas son constantes durante el evento, es decir, el coeficiente de flujo es constante en el tiempo ($C=\phi\epsilon$).
- Modelo de transformación lluvia-caudal es lineal y estacionario (método del hidrograma unitario instantáneo HUI)

A continuación, se colocan las tablas con los valores de caudales para ambas situaciones:

- Para la situación antecedente:

Caudal por techo (m^3/s) Situación antecedente	Caudal total (m^3/s) Situación antecedente
0.00000	0
0.03691	0.0369
0.04152	0.0415
0.04383	0.0438
0.04152	0.042
0.03921	0.039

- Para la situación con proyecto:

Caudal por techo (m^3/s) Situación con proyecto	Caudal por pared (m^3/s) Situación con proyecto	Caudal Total (m^3/s) Situación con proyecto
0.00000	0.00000	0.00000
0.04427	0.07359	0.11786
0.04980	0.08279	0.13259
0.05257	0.08739	0.13996
0.04980	0.08279	0.13259
0.04703	0.07819	0.12523

El caudal por pared de la situación con proyecto es producto de la precipitación que escurre por la pared medianera y debe ser considerado según el Anexo III del Código ya que el proyecto se contempla dentro de la edificación con semiperímetro libre, para el mismo se considera como área actuante toda la superficie de la pared medianera desde la planta baja hasta el piso 16 de la terraza y su valor es de:

$$Sup_{pared\ medianera} = 35m * 47,5m = 1662,50\ m^2$$

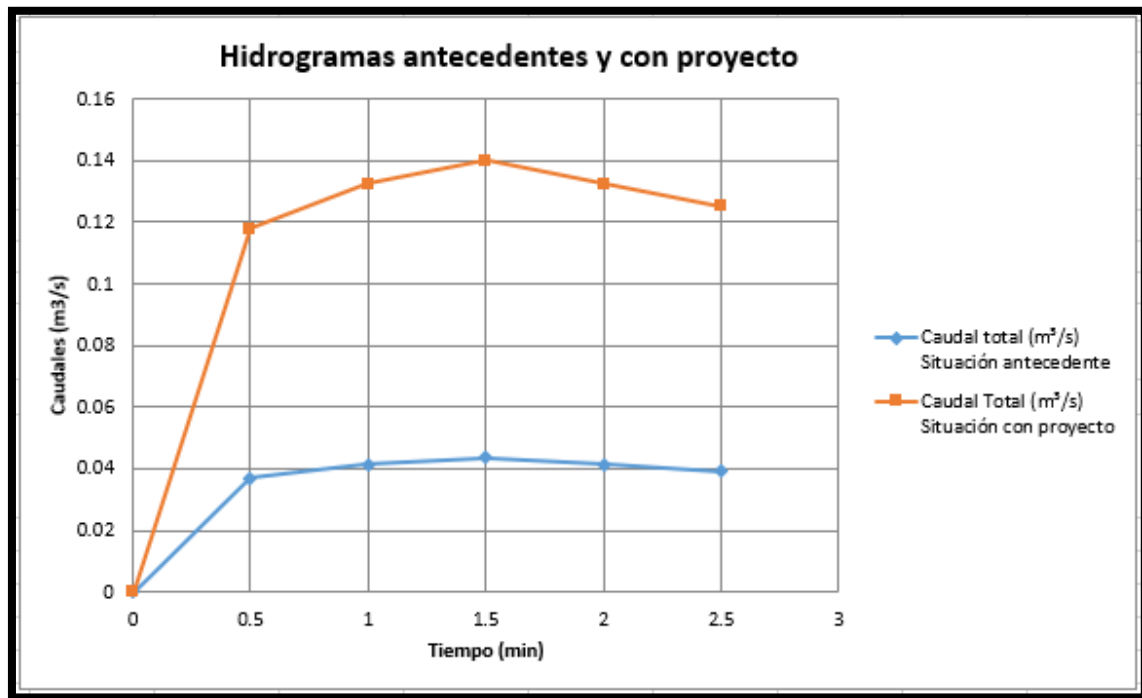


Fig. 4: Hidrogramas de salida: situación antecedente y propuesta con amortiguador

Observando las representaciones gráficas, se puede analizar como el hidrograma de la obra propuesta es superior al de la situación antecedente, por lo tanto, el volumen de precipitación generado es mayor, como así también su caudal pico. De esta manera, el dispositivo amortiguador tendrá la función de atenuar el caudal pico del hidrograma con proyecto (color rojo).

2.4.Verificación hidráulica del dispositivo retardador propuesto

Para la verificación hidráulica del reservorio, se tiene como dato su superficie en planta, como así también el diámetro del caño de salida, el cual se adopta igual a 0,063m según catálogo de fabricante local.

Como método de cálculo se utilizará el **método de Runge-Kutta de tercer orden**, el cual relaciona hidráulicamente el flujo a través de un embalse, resolviendo las ecuaciones de continuidad por medio de un método numérico de tercer orden. El mismo consiste en partir cada intervalo de tiempo en tres incrementos y calcula valores sucesivos de la elevación de la superficie de agua y el caudal de salida del embalse para cada incremento.

La ecuación de continuidad se expresa de la siguiente manera:



$$\frac{dS}{dt} = I(t) - Q(H)$$

Siendo:

S: Volumen de agua almacenado en el embalse

I(t): Caudal de entrada en función del tiempo

Q(H): Caudal de salida en función de la elevación H en el embalse

Los diferenciales “dH” que utiliza el método, son pequeños incrementos que tiene la altura cuando se incrementa el tiempo en un pequeño intervalo, por lo tanto: dH_1 no posee incremento, dH_2 es un incremento de $\frac{1}{3}$ en altura y dH_3 es un incremento de $\frac{2}{3}$ en altura. Se calcula el caudal de salida Q en función de estos incrementos de altura, por medio de una interpolación lineal, mientras que el caudal de entrada “I” se calcula por medio de otra interpolación lineal donde se incrementa el tiempo.

El caudal de salida “Q” está en función del diámetro del caño de salida, para ello se utiliza la fórmula de orificios libres, donde el caudal depende del diámetro del caño, de un coeficiente de descarga libre “Cd” con un valor aproximado de 0,61 para orificios circulares, de la aceleración de la gravedad y de la altura de agua H. Dicha fórmula se expresa a través de la ley de orificios como:

$$Q_{salida} = A_{caño} * C_d * \sqrt{2 * g * H}$$

Como se ha mencionado anteriormente, el reservorio se encuentra en la primera planta del edificio, por lo tanto, recibe las aguas de los desagües pluviales provenientes desde ese piso hasta la azotea, es decir, el caudal que se produce en la planta baja no será amortiguado y va a ser evacuado directamente al cordón cuneta del sistema de red de drenaje urbano de la ciudad como flujo mantiforme. Para calcular este caudal de planta baja se ha utilizado la expresión del método racional de caudal pico y para el mismo es necesario determinar un coeficiente de escorrentía distinto al usado para el caudal que descarga en el retardador.

Cálculo de coeficiente de escorrentía planta baja:

Para el mismo se considera como área solamente la superficie descubierta de la parte trasera del edificio.

$$C_{es_{sit. \text{ con proyecto (PLANTA BAJA)}}} = \frac{\sum C_i * A_i}{A_t} = \frac{113,76m^2 * 0,83 + 180,84m^2 * 0,37}{294,60m^2} = 0,55$$

Siendo:

At: Área descubierta en planta baja.

A continuación, se adjunta la tabla del método de Runge-Kutta realizado en una planilla de cálculo:

Según la ley de orificios $A * C_d * (2 * g * H)^{0,50}$; siendo $C_d = 0,61$

Área en planta del retardador:	11.31 m ²	Área del orificio:	0.0031 m ²
Diámetro del caño de salida del retardador:	0.063 m		
Área descubierta de planta baja:	294.6 m ²		
Coefficiente de escorrentía para Planta Baja:	0.55		

Tiempo (min)	Q antecedente (m ³ /s)	Q proyecto (m ³ /s)	dH1 (m)	dH2 (m)	dH3 (m)	dH (m)	Profundidad (m)	Q salida retardad	Q planta baja (m ³ /s)	Q total (m ³ /s)
0	0	0					0	0	0	0
0.5	0.03691	0.11786	0.000	0.104	0.203	0.152	0.152	0.0033	0.0086	0.0119
1	0.04152	0.13259	0.304	0.314	0.325	0.320	0.472	0.0058	0.0097	0.0155
1.5	0.04383	0.13996	0.336	0.341	0.346	0.344	0.815	0.0076	0.0102	0.0178
2	0.04152	0.13259	0.351	0.343	0.335	0.339	1.155	0.0091	0.0097	0.0187
2.5	0.03921	0.12523	0.328	0.320	0.313	0.316	1.471	0.0102	0.0091	0.0194
3	0	0	0.305	0.193	0.082	0.138	1.609	0.0107	0.0086	0.0193
3.5	0	0	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	1.581	0.0106	0.0086	0.0192
4	0	0	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	1.553	0.0105	0.0086	0.0191
4.5	0	0	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	1.525	0.0104	0.0086	0.0190
5	0	0	-0.028	-0.028	-0.027	-0.027	1.498	0.0103	0.0086	0.0189

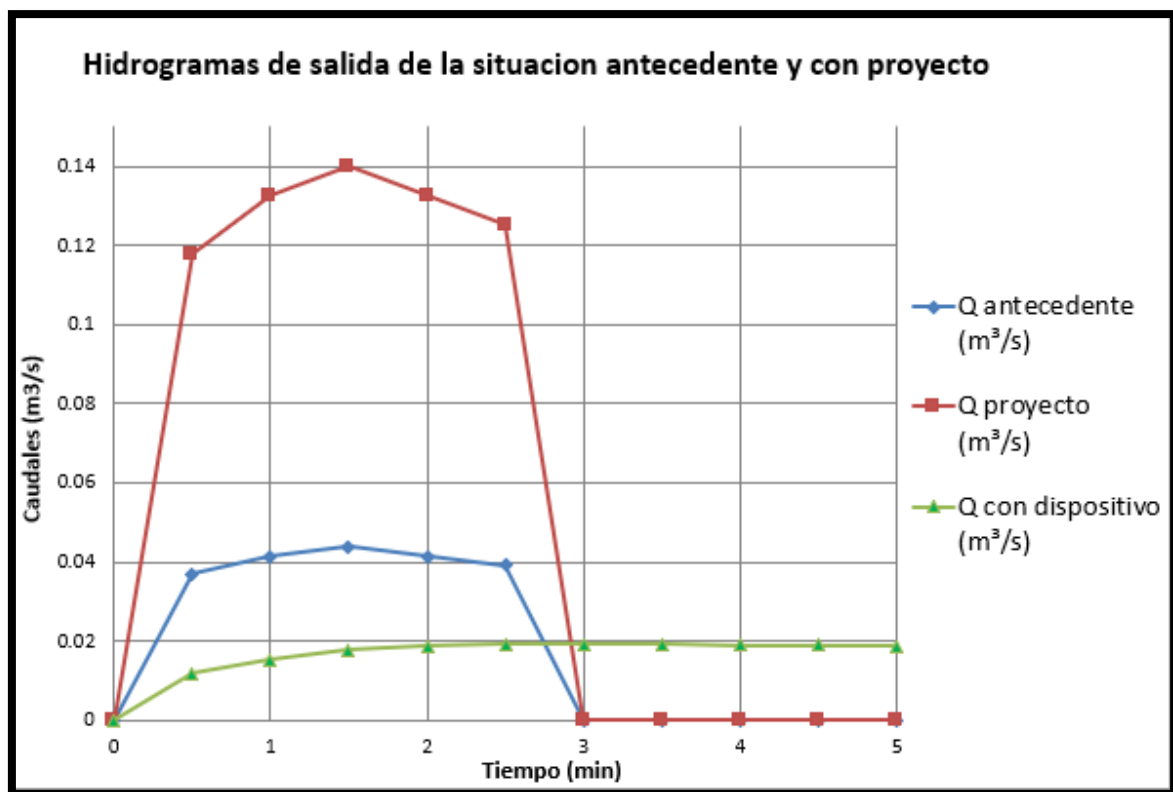


Fig. 5: Comparación entre hidrograma antecedente, con proyecto sin y con reservorio



Gracias a la construcción del dispositivo retardador se reduce el caudal pico antecedente $43,83 \frac{lt}{s}$ a un valor de caudal total de $19,40 \frac{lt}{s}$, logrando así una atenuación del 55,74% respecto a la situación precedente, verificando así que la materialización del reservorio es una medida no estructural óptima para aliviar al sistema de red de drenaje pluvial de la ciudad ante eventos críticos de precipitaciones.



3. Capítulo III: Estudio de Suelo

3.1.Introducción:

El proyecto del edificio cuenta con el estudio de suelo realizado por la consultoría “Gauto Ingeniería S.A”, el cual ha realizado dos sondeos en el terreno para poder determinar las tensiones admisibles del terreno y de esa manera calcular correctamente la fundación del proyecto.

En el presente capítulo se realiza un cálculo propio de las tensiones admisibles del terreno y la capacidad portante de los pilotes y pilotines que componen la obra en función de los resultados de los ensayos realizados por la consultoría, los mismos serán corroborados con el estudio de suelo mencionado por dicha empresa.

3.2.Objetivos del estudio de suelo:

La finalidad de un estudio de suelo consiste en:

- Definir el perfil estratigráfico del terreno.
- Determinar en cada horizonte del perfil sus características físico-mecánicas.
- Realizar un análisis de la capacidad de carga del terreno en profundidades significativas para definir tensiones admisibles y así poder dimensionar la fundación.
- Recomendar la tipología de fundación a utilizar en la obra y su correspondiente cota de cimentación de acuerdo con los resultados obtenidos.

3.3. Descripción del ensayo utilizado:

En este caso se han realizado sondeos mediante el ensayo de campo de Penetración Estándar (SPT), el cual es un método directo que busca correlacionar empíricamente las tensiones admisibles del terreno con los números de golpes obtenidos. El mismo consiste en la introducción de un saca-muestra de Terzagui en el terreno a través de un sistema de martillo con un peso de hinca normalizado de 65 kg que cae desde una altura de caída de 76cm, avanzando en profundidad. Previamente, se limpia la perforación por medio de inyección de agua, para luego introducir la cuchara enroscada a las barras de sondeo. Al llegar al fondo de la excavación se procede al hincado del saca-muestras de diámetro 2” (50,80mm) unos 15cm en el suelo por medio de golpes, una vez hecho esto se inicia el ensayo de penetración. En dicho ensayo, se cuenta el número de golpes necesarios para que el saca-muestras penetre en el suelo 30cm, en ese momento se retira el aparato y se continúa la excavación mediante pala de barreno. Desde el primer metro de profundidad de los sondeos y en cada avance de la perforación de un metro se realiza el registro del número de golpes del ensayo de Penetración Estándar.

Para ensayar las muestras de suelo, se extraen de campo muestras semi-alteradas y luego se las ensayan en laboratorio, dicho material se recoge del interior de los tubos de PVC y son selladas para evitar la pérdida de humedad. Posteriormente, son enviados al laboratorio para realizar los ensayos correspondientes para determinar los parámetros del suelo, los límites Atterberg y así poder clasificarlos.

Al ser un ensayo no padronizado, está en función de la práctica de cada país. Para el caso de Argentina es usual utilizar el saca-muestras de Moreto, el cual difiere principalmente en su diámetro de 2,5" (63mm) y posee un tubo de PVC interno para extraer las muestras. En cuanto al peso del martillo es de 70kg y la altura de caída pasa a ser de 70cm.

Para lograr una uniformidad de resultados, se debe corregir el número de golpes del ensayo obtenido mediante el saca-muestras Moreto (Argentina), afectándolo por un factor de manera tal que considere la energía de hincia y el nivel de tensiones. Se logra una igualdad en los resultados con la siguiente expresión:

$$NSPT_{standard} \approx 0,80 * NSPT_{Moreto}$$

3.4. Perfil Estratigráfico del terreno:

Con un perfil estratigráfico se logra obtener una representación gráfica de la disposición de las sucesivas capas del suelo, en que profundidad están ubicadas y sus respectivas características.

La consultoría a cargo del ingeniero Gauto ha realizado dos sondeos exploratorios, de 21 metros de longitud cada uno y localizados en puntos característicos del terreno de la siguiente manera:

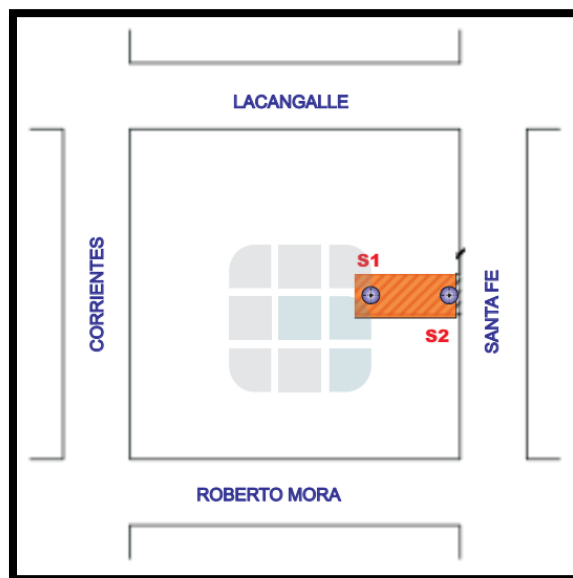


Fig. 6: Croquis de Ubicación de los sondeos

A continuación, se adjuntan los perfiles columnares geomecánicos de ambos sondeos, en los cuales se puede apreciar los números de golpes que se obtienen a cada profundidad:

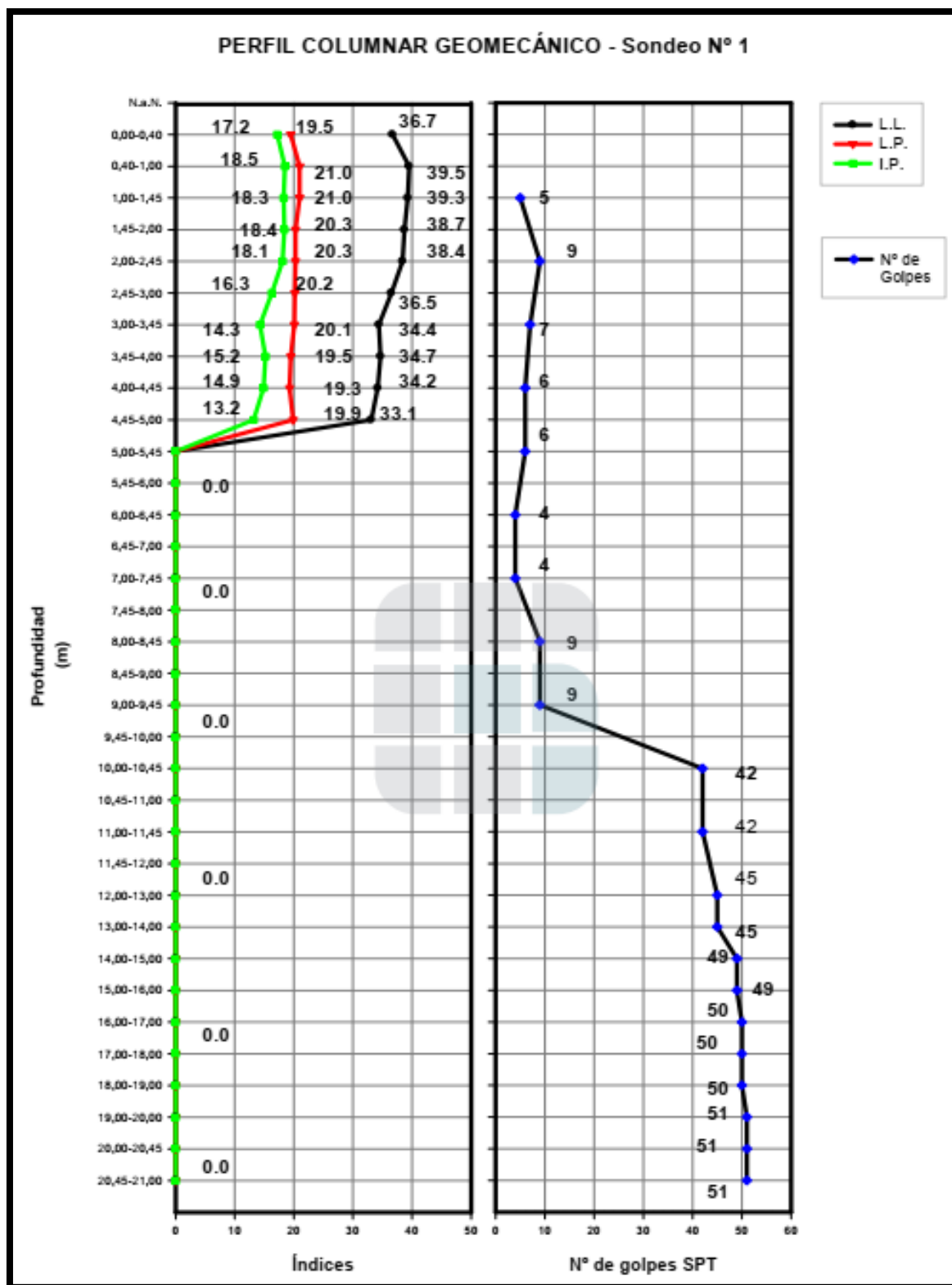


Fig. 7: Sondeo N°1

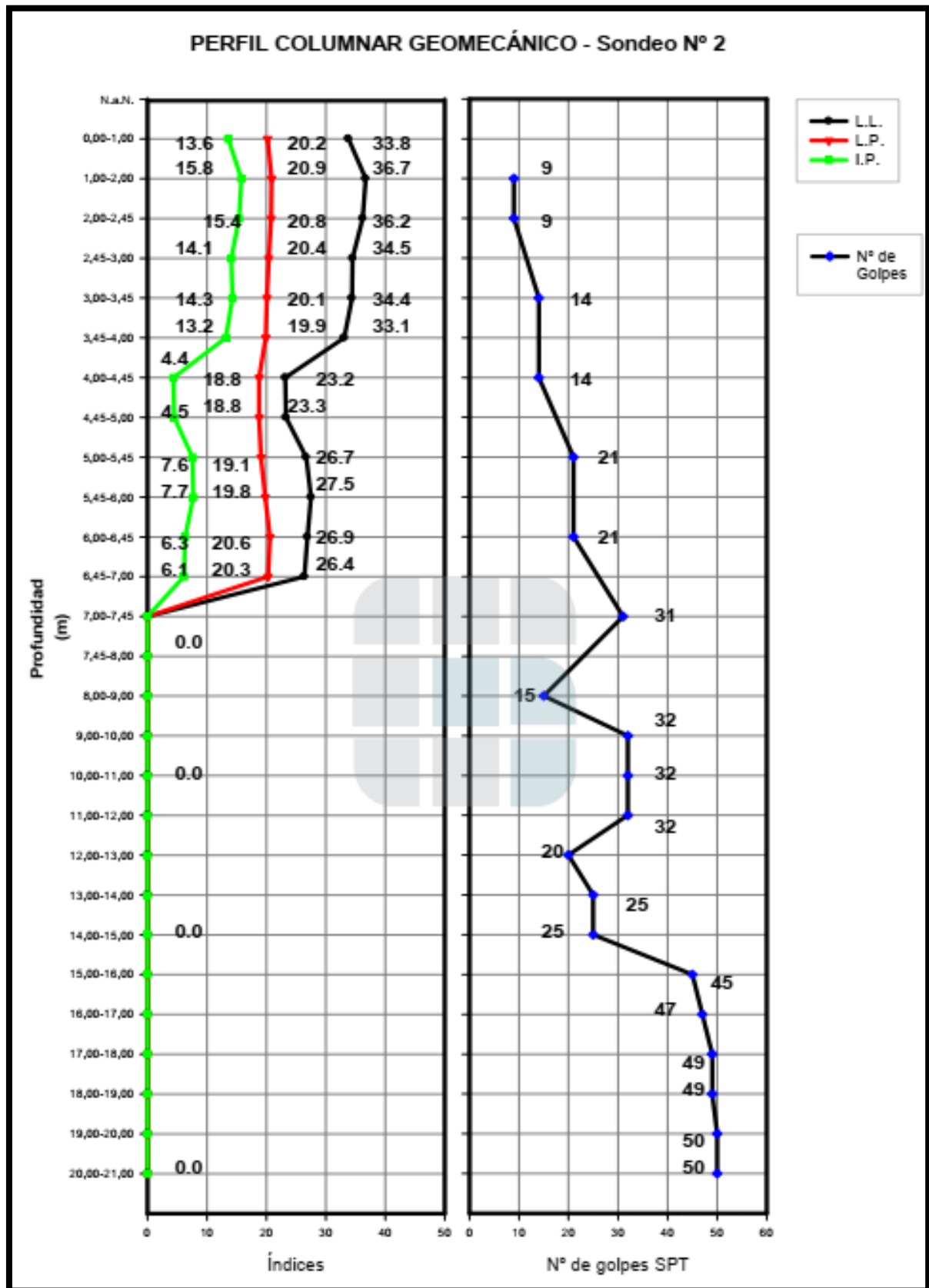


Fig. 8: Sondeo N°2



3.5. Características de los suelos en los perfiles analizados:

De la apreciación visual en el lugar en todos los sondeos y las determinaciones en laboratorio, surgen las siguientes consideraciones:

- De 0,00m a -5,00m: Se trata de un suelo arcillo limoso, de baja a media plasticidad, seguido de arenas limosas en estado de saturación. La coloración de dichas arcillas es de castaño oscuro, mientras que las arenas poseen un color castaño. Tienen muy bajo desempeño en respuesta al ensayo de penetración estándar.
- De -5,00m a -8,00m: Se trata de un estrato conformado por limos arcillo arenosos, en estado de fango, que no aporta capacidad, por lo tanto, el desempeño es bajo como el estrato anterior. Se observa una coloración castaño claro y amarillento.
- De -8,00m a -21,00m: Los primeros tres metros de este estrato están constituidos por arenas mal graduadas con arenas limosas (SP-SM), seguidos de arenas SM los cuales tienen un excelente desempeño en función del destino de la edificación. Dichos suelos poseen un color castaño claro y amarillento.

Se ha observado que el nivel freático (NAF) inicia a una profundidad de -2,00 metros.


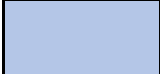

3.6. Perfil estratigráfico adoptado:

A continuación, se procede a determinar el perfil estratigráfico a partir de los datos del estudio de suelo brindado por la consultoría Gauto S.A.

Se adopta el criterio de considerar un **perfil de mínima** en base a los dos sondeos proporcionados, dicha elección se realiza en base a que los números de golpes de ambos sondeos presentan gran discrepancia entre sí, por lo que no se consideraría correcto tomar un número de golpes promedio entre ambos. De esta manera, se opta por un criterio conservador, lo cual garantiza estar posicionado del lado de la seguridad.

Seguidamente se adjunta una planilla de Excel donde se puede apreciar el perfil de mínima adoptado:

Estrato (m)	Sondeo N°1	Sondeo N°2	Perfil de mínima
0-1	-	-	-
1-2	5	9	5
2-3	9	9	9
3-4	7	14	7
4-5	6	14	6
5-6	6	21	6
6-7	4	21	4
7-8	4	31	4
8-9	9	15	9
9-10	9	32	9
10-11	42	32	32
11-12	42	32	32

Referencias:	
	Suelo CL
	Suelo CL - ML
	Suelo SP



12-13	45	20	20
13-14	45	25	25
14-15	49	25	25
15-16	49	45	45
16-17	50	47	47
17-18	50	49	49
18-19	50	49	49
19-20	51	50	50
20-21	51	50	50

3.7. Cálculo de las tensiones admisibles del terreno y de la capacidad de carga de los pilotes:

Siendo que el proyecto consiste en un edificio de 17 plantas más tanque de reserva, con una altura total de 59 metros aproximadamente, considerando que el gran peso de la superestructura traspasa al suelo y observando que los valores de los números de golpes en las profundidades cercanas al terreno natural son muy inferiores, se ha adoptado como solución para la cimentación la tipología de fundación indirecta, es decir un sistema compuesto por pilotes y cabezales.

Cabe mencionar que se realiza el cálculo de las tensiones admisibles del terreno por cuenta propia y dichos valores serán contrastados con los que brinda ya el estudio de suelo.

Los pilotes se pueden materializar de distintas maneras, por ejemplo, hincados, excavados, entre otros. En este caso se adopta como forma constructiva hacer los pilotes excavados, esto es debido a que al estar rodeado por construcciones vecinas si se adoptara hincarlos, las vibraciones producidas por la maquinaria utilizada podrían producir fisuraciones e incluso daños en las construcciones linderas.

En cuanto al diámetro del pilote, se adopta un valor igual a 0,80 metros y 0,70 metros para las columnas y tabiques más cargados, como así también pilotes de diámetro de 0,60 metros para otros casos menos solicitados.

Como **cota de fundación**, se toma como criterio asentar al pilote en la profundidad -18,00 metros, lo cual dista de los -15,00 metros de profundidad aconsejados por el estudio de suelo del ingeniero Gauto. Dicha adopción se realiza porque la punta del pilote produce un bulbo de presiones en el terreno que se extiende hacia arriba aproximadamente hasta una distancia de tres veces el diámetro, siendo que el diámetro más crítico estimativo adoptado es el de 0,80 metros, quedaría una distancia del bulbo de 2,40 metros. Por lo tanto, en el caso en que se siguiera la recomendación del estudio de suelo y se adoptara como cota de cimentación: -15,00 metros, el bulbo de presiones estaría actuado sobre una zona con un número de golpes bastante inferior, de aproximadamente: 25 golpes según el perfil de mínima. Debido a este motivo, se ha optado como cota de fundación -18,00 metros, lo cual garantiza que, al estar el pilote embutido dentro del estrato firme, el bulbo



de presiones y el mecanismo de ruptura se encuentre dentro de una profundidad con un número de golpes superior de aproximadamente 50 golpes.

Para el cálculo de la capacidad de carga del pilote y las tensiones admisibles del terreno se utiliza el método de Aoki-Velloso (Año 1.975), el cual fue desarrollado a partir de un estudio comparativo entre resultados de prueba de cargas en pilotes y ensayos SPT. La capacidad de carga total del pilote es la suma de las capacidades por fuste (fricción) y punta, la misma surge de la siguiente fórmula:

$$Q_t = Q_p + Q_f = \frac{A_p * K * N_p}{F_1} + P * \sum \frac{\alpha * K * N_m}{F_2} * \Delta l$$

Siendo:

A_p : Área de punta

K : Coeficiente en función del tipo de suelo

N_p : Número de golpes en la zona de la punta del pilote

P : Perímetro del pilote

α : Coeficiente de adherencia en función del tipo de suelo

Δl : Espesor de cada estrato de suelo

N_m : Número de golpes promedio para cada Δl

F_1 y F_2 : Coeficientes que dependen del tipo de pilote

Los coeficientes K y α se presentan en la tabla a continuación y sus valores se obtienen en función del tipo de suelo:

Tabela 2.10 Valores atribuídos às variáveis K e α

Tipo de solo	K (MPa)	$k = \alpha$	α (%)
Areia	1,00	1,4	1,4
areia siltosa	0,80	1,6	2,0
areia silto-argilosa	0,70	1,68	2,4
areia argilosa	0,60	1,8	3,0
areia argilo-siltosa	0,50	1,4	2,8
Silte	0,40	1,2	3,0
silte arenoso	0,55	1,21	2,2
silte areno-argiloso	0,45	1,16	2,8
silte argiloso	0,23	0,78	3,4
silte argilo-arenoso	0,25	0,75	3,0
Argila	0,20	1,2	6,0
argila arenosa	0,35	0,84	2,4
argila areno-siltosa	0,30	0,84	2,8
argila siltosa	0,22	0,88	4,0
argila silto-arenosa	0,33	0,89	3,0

Tabla 2: Coeficientes K y α

Mientras que los coeficientes F1 y F2, los cuales dependen del tipo de pilote a utilizar, se obtienen de la siguiente tabla:

Tabela 2.11 Valores atribuídos às variáveis F1 e F2

Tipo de estaca	F1	F2
Franki	2,5	5
Metálica	1,75	3,5
Pré-moldada concreto	1,75	3,5
Escavada*	3,5	7,0

* F1 e F2 segundo Velloso, Aoki e Salomoni (1978)

Tabla 3: Coeficientes F1 y F2

La fórmula de capacidad de carga de pilotes de Aoki- Velloso antes mencionada está escrita de manera tal que representa la carga de ruptura del suelo, es decir la carga última que el suelo puede soportar antes de fallar, cuando un pilote de determinada característica geométrica apoya sobre él. Por lo tanto, es necesario afectar ambos términos de la



ecuación por coeficientes de seguridad adecuados, para obtener de esa manera cargas admisibles del pilote. Dicho esto, la ecuación se puede expresar de la siguiente manera:

$$Q_{adm} = \frac{Q_p}{FS_1} + \frac{Q_f}{FS_2}$$

Siendo:

Q_p : Carga de punta

Q_f : Carga de fuste

FS_1 y FS_2 : Coeficientes de seguridad

Se considera como buen criterio profesional adoptar como coeficiente de seguridad para la carga de punta un valor de 3, mientras que el valor del coeficiente para la fricción lateral se ha adoptado igual a 2, quedando de esa forma:

$$FS_1 = 3$$

$$FS_2 = 2$$

Para el cálculo numérico de la capacidad de carga y de las tensiones admisibles del terreno se utiliza una planilla de cálculo formato Excel, la cual se anexa a continuación.

En primer lugar, se mostrarán los datos de entrada necesarios para iniciar el cálculo con el caso de los pilotes de diámetro 0,80 metros:

Geometría del Pilote	
Sección	Circular
Diámetro (m)	0.8
Prof. Cabezal (m)	1
Perímetro "P" (m)	2.51
Superficie "Ap" (m ²)	0.50

Tipo de pilote	
Tipo de pilote	Excavado
Coeficiente F1	3.5
Coeficiente F2	7

Coeficientes de seguridad	
Fricción lateral	2
Punta	3

En segundo lugar, se dispondrá la tabla donde se muestra las cargas de ruptura, las tensiones admisibles del terreno y por último la capacidad de carga del pilote:



Prof	Δl	NSPT para fricción lateral		NSPT para la punta		Tipo de Suelo		Coeficientes		Carga de Ruptura (Qrup)			
(m)	(m)	Medido Moretto (golpes)	Cálculo Terzaghi (golpes)	Medido Moretto (golpes)	Cálculo Terzaghi (golpes)	SUCS	s/Aoki-Velloso	K (Mpa)	α (%)	Lat. Qfi (Ton)	Lat. Acum. ΣQfi (Ton)	Punta Qp (Ton)	Total Qt (Ton)
0	0												
5	4	7.3	6			CL	Arcilla	0.2	6	10.3	10.3	0.0	10.3
8	3	4.7	4			ML	Limo arcillo arenoso	0.25	3	3.2	13.6	0.0	13.6
18	10	31.1	25	49.0	39	SM	Arena limosa	0.8	2	143.6	157.2	448.1	605.3

Prof	Δl	Carga admisible (Qadm)			Tensiones admisibles				
(m)	(m)	Lat. Acum. ΣQfi adm (Ton)	Punta Qp adm (Ton)	Total Qt adm (Ton)	Lateral of adm (Ton/m ²)	Lateral of adm (kg/cm ²)	Punta σp adm (Ton/m ²)	Punta σp adm (kg/cm ²)	σH^o (\approx 5MPa) (kg/cm ²)
0	0								
5	4	5.2	0.0	5.2	0.5	0.05	0.0	0.0	1.0
8	3	6.8	0.0	6.8	0.4	0.04	0.0	0.0	1.4
18	10	78.6	149.4	228.0	1.8	0.18	297.1	29.7	45.4

Como se puede observar, se llega a la conclusión de que un pilote de 0,8 metros de diámetro, fundado a 18 metros de profundidad posee una capacidad portante admisible total de 228 toneladas, como se puede apreciar en el recuadro celeste indicado arriba en la tabla, cuyo valor equivale a 2280 kN.

De manera análoga, para los pilotes de diámetro 0,70 metros se tiene:

Geometría del Pilote	
Sección	Circular
Diámetro (m)	0.7
Prof. Cabezal (m)	1
Perímetro "P" (m)	2.20
Superficie "ap" (m ²)	0.38

Las tablas de los coeficientes de seguridad FS1 y FS2 y los coeficientes según la tipología del pilote (excavado): F1 y F2 se mantienen de igual valor que el caso anterior, teniéndose así los valores de carga de ruptura, tensiones admisibles del terreno y la capacidad de carga del pilote:

Prof	Δl	NSPT para fricción lateral		NSPT para la punta		Tipo de Suelo		Coeficientes		Carga de Ruptura (Qrup)			
(m)	(m)	Medido Moretto (golpes)	Cálculo Terzaghi (golpes)	Medido Moretto (golpes)	Cálculo Terzaghi (golpes)	SUCS	s/Aoki-Velloso	K (Mpa)	α (%)	Lat. Qfi (Ton)	Lat. Acum. ΣQfi (Ton)	Punta Qp (Ton)	Total Qt (Ton)
0	0												
5	4	7.3	6			CL	Arcilla	0.2	6	9.0	9.0	0.0	9.0
8	3	4.7	4			ML	Limo arcillo arenoso	0.25	3	2.8	11.9	0.0	11.9
18	10	31.1	25	49.0	39	SM	Arena limosa	0.8	2	125.7	137.5	343.1	480.6



Prof	Δl	Carga admisible (Q_{adm})			Tensiones admisibles				
(m)	(m)	Lat. Acum. ΣQ_{fi} adm	Punta Q_p adm (Ton)	Total Q_t adm (Ton)	Lateral σ_f adm (Ton/m ²)	Lateral σ_f adm (kg/cm ²)	Punta σ_p adm (Ton/m ²)	Punta σ_p adm (kg/cm ²)	σ_{H^o} ($\approx 5MPa$) (kg/cm ²)
0	0								
5	4	4.5	0.0	4.5	0.51	0.05	0.00	0.00	1.2
8	3	5.9	0.0	5.9	0.39	0.04	0.00	0.00	1.5
18	10	68.8	114.4	183.1	1.84	0.18	297.14	29.71	47.6

Concluyendo que un pilote de 0,7 metros de diámetro, fundado también a 18 metros de profundidad posee una capacidad portante admisible total de 183,10 toneladas, como se puede apreciar en el recuadro celeste indicado en la tabla, cuyo valor equivale a 1831 kN.

Por último, con un procedimiento similar a los dos casos anteriores, para pilotes de 0,60 metros de diámetro se tiene:

Geometría del Pilote	
Sección	Circular
Diámetro (m)	0.6
Prof. Cabezal (m)	1
Perímetro "P" (m)	1.88
Superficie "ap" (m ²)	0.28

Teniendo así los siguientes valores de cargas de ruptura y capacidad total del pilote:

Prof	Δl	NSPT para fricción lateral		NSPT para la punta		Tipo de Suelo		Coeficientes		Carga de Ruptura (Q_{rup})			
(m)	(m)	Medido Moretto (golpes)	Cálculo Terzaghi (golpes)	Medido Moretto (golpes)	Cálculo Terzaghi (golpes)	SUCS	s/Aoki-Velloso	K (Mpa)	α (%)	Lat. Q_{fi} (Ton)	Lat. Acum. ΣQ_{fi}	Punta Q_p (Ton)	Total Q_t (Ton)
0	0												
5	4	7.3	6			CL	Arcilla	0.2	6	7.8	7.8	0.0	7.8
8	3	4.7	4			ML	Limo arcillo arenoso	0.25	3	2.4	10.2	0.0	10.2
18	10	31.1	25	49.0	39	SM	Arena limosa	0.8	2	107.7	117.9	252.0	369.9

Prof	Δl	Carga admisible (Q_{adm})			Tensiones admisibles				
(m)	(m)	Lat. Acum. ΣQ_{fi} adm	Punta Q_p adm (Ton)	Total Q_t adm (Ton)	Lateral σ_f adm (Ton/m ²)	Lateral σ_f adm (kg/cm ²)	Punta σ_p adm (Ton/m ²)	Punta σ_p adm (kg/cm ²)	σ_{H^o} ($\approx 5MPa$) (kg/cm ²)
0	0								
5	4	3.9	0.0	3.9	0.51	0.05	0.00	0.00	1.4
8	3	5.1	0.0	5.1	0.39	0.04	0.00	0.00	1.8
18	10	58.9	84.0	143.0	1.84	0.18	297.14	29.71	50.6

Como se observa en el recuadro celeste indicado en la planilla superior, un pilote de 0,6 metros de diámetro, fundado también a 18 metros de profundidad posee una capacidad portante admisible total de 143 toneladas, cuyo valor equivale a 1430 kN.

Un análisis que cabe mencionar es el de las **tensiones admisibles**. La planilla de cálculo muestra valores resaltados de 1,8 ton/m² para la fricción lateral (σ_f) y 297,1 ton/m² para la resistencia de punta (σ_p). En el caso de la fricción lateral, dicho valor se aproxima bastante al valor brindado por el estudio de suelos del ingeniero Gauto, el cual corresponde a 2 ton/m², sin embargo, para el caso de la punta el valor calculado por medio del método Aoki-Velloso para un pilote a 18 metros de profundidad corresponde a 297,1 ton/m² y difiere en gran medida de las 200 ton/m² aconsejada por el documento de la consultoría. Esta discrepancia se puede deber al método utilizado para su cálculo, el cual no se tiene registro en la memoria del estudio de suelos, y además debido a la profundidad de la cota de cimentación adoptada. Finalmente, se ha decidido mantener como válidos ambos valores obtenidos en la planilla de cálculo por cuenta propia.

Se adjunta una tabla comparativa de los resultados obtenidos y su contrastación con el estudio de suelo brindado como dato:

	Tensiones Admisibles en el terreno	
	Resistencia fricción lateral adm (Ton/m ²)	Resistencia de punta adm (Ton/m ²)
Estudio de suelo - Consultoría: Gauto S.A	2,00	200
Análisis propio mediante método de Aoki-Velloso	1,80	297,10

3.8.Cálculo de la capacidad de carga de los pilotines:

Cabe destacar respecto a la superestructura del edificio que en su planta baja existen paredes que deben apoyarse necesariamente sobre algún tipo de fundación. Se adopta como fundación para estos casos un sistema conformado por vigas de encadenado y pilotines. Como criterio de adopción se elige el sistema de pilotines y vigas de encadenado frente al sistema de zapatas corridas debido a la rapidez de ejecución, lo que permite una mejor planificación de tareas y evita la acumulación de grandes volúmenes de tierra en la zona de obra.

Los pilotines son pequeños pilotes perforados y hormigonados in situ, muy utilizado en nuestro medio en la fundación de edificios pequeños de una o dos plantas. Respecto a los pilotines, los mismos tendrán un diámetro de 20 centímetros y una longitud de 2 metros, por lo tanto, la cota de fundación de los pilotines será de -2,50 metros de profundidad, quedando la punta del pilotín en un estrato cuyo número de golpes es 9, el cual corresponde a un suelo de arcilla medianamente compacta. Referido al armado de los pilotines, se adopta como armadura



longitudinal cuatro barras de diámetro 8mm y respecto a la armadura transversal se disponen estribos de Ø6mm separados cada 20cm.

Las vigas de encadenado son vigas que se encuentran bajo el terreno natural y toman la carga de los muros para transmitírsela a los pilotines. Dichas vigas poseen una cota de cimentación de 50 centímetros, tendrán siempre una altura de 30 centímetros y con un ancho igual al espesor de la pared que soportan. Con respecto al armado, se dispondrán dos hierros longitudinales de Ø10mm o Ø12mm superior e inferior, mientras que con respecto a la armadura transversal llevarán estribos de Ø6mm dispuestos cada 20 centímetros.

Para realizar el cálculo de la capacidad portante de los pilotines se ha utilizado un método indirecto aprendido durante la carrera. Se denomina método indirecto cuando la capacidad de carga está en función de parámetros del suelo, los cuales pueden ser: el ángulo de fricción interna “Ø” de las arenas o la resistencia no drenada “Su” de las arcillas. Siendo que el primer estrato de suelo está conformado por una arcilla de baja plasticidad, resulta necesario conocer el valor del parámetro Su de dicho estrato.

Se adjunta el procedimiento para el cálculo de los pilotines:

Características geométricas del pilotín:	
Largo del pilotín:	2 m
Diámetro del pilotín:	0.2 m
Área del pilotín:	0.031 m ²
Perímetro del pilotín:	0.63 m

Recordando la estratigrafía, se adjunta el primer estrato donde estaría asentado el pilotín:

Profundidad	Sondeo SPT 1	Sondeo SPT 2	Perfil de mínima
0-1			
1-2	5	9	5
2-3	9	9	9
3-4	7	14	7
4-5	6	14	6

Referencias:

	Suelo CL
---	----------

Se debe calcular la resistencia no drenada del suelo para poder determinar correctamente la capacidad de carga del pilotín por medio método indirecto.

Para la estimación del parámetro geotécnico del suelo, se realiza un promedio ponderado del número de golpes utilizando los valores del perfil de mínima:

$$Nspt_{prom} = \frac{0,8 * (5 + 9 + 7 + 6)}{4} = 6$$



Como $N_{spt} = 6 > 5$ se utiliza la siguiente fórmula para estimar la resistencia no drenada “ S_u ”:

$$S_u = \frac{N_{spt_{prom}}}{16} = \frac{6}{16} = 0,375 \frac{Kg}{cm^2} = 37,50 \frac{kN}{m^2}$$

A continuación, se desarrolla el cálculo para obtener el valor de la capacidad portante del pilotín:

- Capacidad de carga de punta:

$$Q_p = N_c * S_u * A_p = 9 * S_u * A_p = 9 * 0,375 \frac{Kg}{cm^2} * 0,031m^2 * \frac{(100cm)^2}{1m^2} = 1060,3kg = 1,06 ton$$

Siendo:

N_c : Factor de capacidad de carga, cuyo valor es igual a 9 cuando $\phi' = 0$ (Suelo arcilloso)

S_u : Resistencia no drenada del suelo

A_p : Área del pilotín

- Capacidad de carga por fuste:

$$Q_f = \sum P * \Delta L * f$$

Dónde:

P : Perímetro del pilotín

ΔL : Longitud incremental del pilotín, sobre la cual P y f son constantes

f : Resistencia unitaria por fricción a cualquier profundidad z

El coeficiente f para el caso de las arcillas posee la siguiente fórmula:

$$f = \alpha * S_u$$

El valor de α se obtiene por medio de un gráfico, en función de la resistencia no drenada:

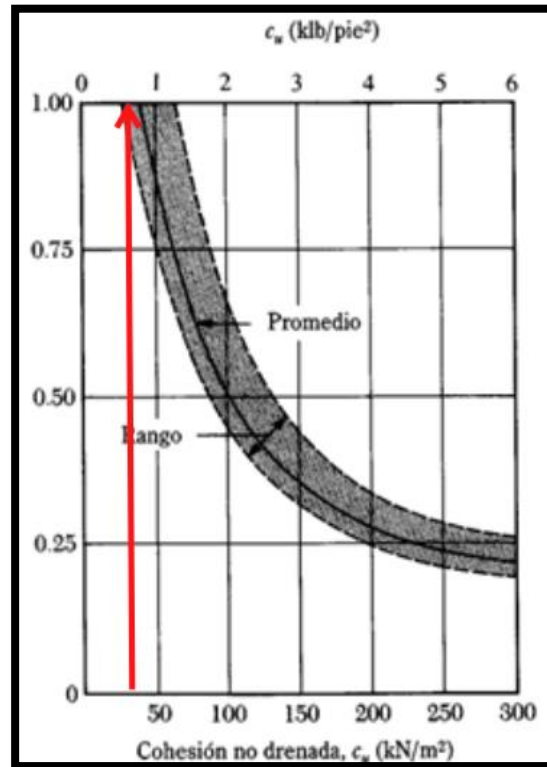


Fig. 9: Gráfico para determinar el valor de α

En este caso, el valor de $\alpha = 1$, por lo tanto: $f = 1 * 0,375 \frac{Kg}{cm^2} = 0,375 \frac{Kg}{cm^2}$

Entonces, la carga por fuste resulta:

$$Q_f = 0,63m * 2m * 0,375 \frac{Kg}{cm^2} * \frac{(100cm)^2}{1m^2} = 4712,40 kg = 4,71 ton$$

- Capacidad de carga total del pilotín:

Esta resistencia resulta de la suma de la capacidad de carga por punta y de la capacidad de carga por fuste:

$$Q_T = Q_p + Q_f = 1,06 tn + 4,71 tn = 5,77 tn$$

Esta resistencia total representa la carga de ruptura del suelo, por lo tanto, se debe afectar por determinados coeficientes de seguridad a fin de obtener la carga admisible de pilotín.

- Capacidad de carga admisible del pilotín:

$$Q_{Tadm} = \frac{Q_p}{FS1} + \frac{Q_f}{FS2} = \frac{1,06tn}{3} + \frac{4,71tn}{2} = 2,71tn = 27,10kN$$

Siendo: FS1 y FS2 coeficientes de seguridad, de valores 3 y 2 respectivamente.



4. Capítulo IV: Análisis de Cargas

4.1. Introducción:

En el presente capítulo se realiza el análisis de carga de la superestructura para su posterior dimensionamiento. Además, se hará una breve explicación de los elementos adoptados para el proyecto.

El edificio consta de 19 pisos en total, los dos primeros pisos (Planta baja y primer piso) están destinados a oficinas y estacionamiento. El segundo y tercer piso están destinados exclusivamente a cocheras para los habitantes de las viviendas. Desde el cuarto piso hasta el décimo quinto se encuentran los departamentos. En el piso número 16 se encuentra la terraza pública, con un espacio de recreación y salón multiuso. El décimo séptimo piso es el lugar destinado a la sala de máquinas de los ascensores con acceso únicamente por personal del edificio. En los pisos posteriores se encuentran la losa de colectores y los tanques. En resumen, el proyecto brindado tiene distintos destinos y consideraciones de cargas que deben ser tenidos en cuenta con un análisis cuidadoso para obtener sus valores, y de esa manera colocar en el programa de cálculo.

4.2. Cargas a adoptar:

Para la adopción de los valores de las cargas permanentes de los materiales y las sobrecargas de uso en función del destino de la estructura se utilizó el reglamento CIRSOC 101-2005, el cual provee en sus capítulos los términos más usados de pesos específicos de los elementos usados en la construcción como así también valores de sobrecargas mínimas a tener en cuenta en el cálculo estructural. Se usará también los Comentarios al CIRSOC 101-2005.

Por lo tanto, se analizará en primera medida todo lo que se relacione con cargas permanentes, para luego analizar las sobrecargas.

4.2.1. Cargas permanentes:

Las cargas permanentes son aquellas las cuales tienen variaciones en el tiempo de pequeña magnitud y tienen un tiempo de aplicación prolongado. En general, consisten en el peso de aplicación de todos los materiales que conforman la obra, como por ejemplo paredes, cielorrasos, elementos divisorios, techos, etc.

El paquete estructural que se decidió para la planta tipo, como así también para las oficinas fue piso cerámico, carpeta de nivelación, contrapiso ultraliviano y el cielorraso de placas Durlock. La elección del contrapiso ultraliviano fue a los efectos de aliviar lo máximo posible a la losa, debido a que en capítulos posteriores se explicará la adopción



de entrepisos sin vigas y, por lo tanto, para disminuir la flecha en las losas, se utiliza este elemento constructivo, el cual contiene en su masa perlas de poliestireno expandido que ocupan los espacios en el hormigón y logran reducir significativamente su peso. Algunas de las ventajas de este contrapiso son las siguientes: son ultralivianos, es decir son 6 veces más livianos que el contrapiso de hormigón de cascote, proveen una buena aislación térmica, son de fácil aplicación y bombeabilidad.

Se adjunta una tabla de especificaciones técnicas obtenida de Melmix donde se marca el utilizado en el proyecto:

	ULTRALIVIANO		
	400 KG/M3	600 KG/M3	900 KG/M3
Tamaño máximo de agregado ISOCRET	4 a 8 mm		
Peso por unidad de volumen	400 kg/m ³	600 kg/m ³	900 kg/m ³
Consistencia	Fluida – Muy Fluida		
Asentamiento	15cm a 25cm		
Contenido unitario de cemento	250 kg/m ³		
Rendimiento de bomba	15 m ³ /hs		
Distancia máxima de bombeo	40 m		
Resistencia media compresión a 7 días	0,6 MPa	0,5 MPa	0,3 MPa
Resistencia media compresión a 28 días	0,8 MPa	0,7 MPa	0,5 MPa

En cuanto al cielorraso de placas Durlock, se considera una carga sobre la losa debido a que para materializar dichos cielorrasos se utilizan perfiles de chapa plegada armando un entramado donde se atornillan las placas, cada cierta cantidad de centímetros se coloca un perfil que conecta el entramado con la losa, razón por la cual hay que considerar un determinado peso.

Una vez dicho esto, se calculan los valores.

Para departamentos y oficinas:

Paquete estructural:	Espesor	Peso unitario (kN/m ³)	Carga (kN/m ²)
Piso cerámico:	0.01 m		0.28 kN/m ²
Carpeta de nivelación:	0.025 m	19 kN/m ³	0.48 kN/m ²
Contrapiso ultraliviano:	0.08 m	9 kN/m ³	0.72 kN/m ²
Cielorraso placas Durlock:			0.12 kN/m ²
qd =			1.60 kN/m²

Cabe destacar que el peso de la losa adoptada para el proyecto no se tiene en cuenta en el paquete estructural, debido a que al calcular el software lo considera automáticamente como carga muerta.



Para los espacios destinados a cocheras y estacionamientos de vehículos, se considera un paquete conformado por un contrapiso común de cemento, arena y cascote sobre la losa. De esa manera dicho contrapiso actuará como la superficie de rodamiento de los autos y/o camionetas de los habitantes de los departamentos.

Para estacionamiento y circulación de vehículos:

Paquete estructural:	Espesor	Peso unitario (kN/m ³)	Carga (kN/m ²)
Contrapiso de cemento, arena y cascote:	0.1 m	18 kN/m ³	1.8 kN/m ²
qd =			1.80 kN/m ²

En el caso del solado de la escalera, el mismo estará constituido por los pisos cerámicos mencionados anteriormente, pegados sobre la carpeta de nivelación.

Para solado de escaleras:

Paquete estructural:	Espesor	Peso unitario (kN/m ³)	Carga (kN/m ²)
Piso cerámico:	0.01 m		0.28 kN/m ²
Carpeta de nivelación:	0.025 m	19 kN/m ³	0.48 kN/m ²
qd =			0.76 kN/m ²

A continuación, como cargas permanentes a agregar en el cálculo estructural, se deben considerar los pesos de los muros de mampostería. Los mismos serán de ladrillo cerámico hueco no portante, debido a que es el tipo de ladrillo que tradicionalmente se utiliza en la construcción de edificios. A modo de calcular el peso, se tiene en cuenta también el agregado del revoque al mismo. La altura del muro a considerar se realizó considerando la altura entre pisos, que en los primeros varía levemente, menos un determinado espesor de losa, debido a que la construcción del muro se materializa antes de hacer el contrapiso y el solado.

- **Fundación:**

Los muros descargan sobre las vigas centradoras o sobre las vigas de encadenado, ambas con cotas distintas entre sí, por lo que se hace el análisis de ambos casos.

Carga de muros en vigas centradoras:

Diferencia de altura entre el siguiente piso y filo superior de vigas: 3,6 m

Espesor de losa estimado: 0,30 m

Altura de cálculo de muro: 3,3 m



$$\text{Peso de mampostería: } 10,5 \frac{kN}{m^3}$$

$$\text{Carga lineal pared esp } 0,15 \text{ m} = 10,5 \frac{kN}{m^3} * 3,3 \text{ m} * 0,15 \text{ m} = 5,20 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Carga lineal pared esp } 0,2 \text{ m} = 10,5 \frac{kN}{m^3} * 3,3 \text{ m} * 0,2 \text{ m} = 6,93 \frac{kN}{m}$$

Carga de muros sobre vigas de encadenado:

Diferencia de altura entre el siguiente piso y filo superior de vigas: 3,3 m

Espesor de losa estimado: 0,30 m

Altura de cálculo de muro: 3 m

$$\text{Peso de mampostería: } 10,5 \frac{kN}{m^3}$$

$$\text{Carga lineal pared esp } 0,15 \text{ m} = 10,5 \frac{kN}{m^3} * 3 \text{ m} * 0,15 \text{ m} = 4,73 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Carga lineal pared esp } 0,2 \text{ m} = 10,5 \frac{kN}{m^3} * 3 \text{ m} * 0,2 \text{ m} = 6,3 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Carga lineal pared esp } 0,3 \text{ m} = 10,5 \frac{kN}{m^3} * 3 \text{ m} * 0,3 \text{ m} = 9,45 \frac{kN}{m}$$

- Primer piso:

Diferencia de altura con el siguiente piso: 3,05 m

Espesor de losa estimado: 0,30 m

Altura de cálculo de muro: 2,75 m

$$\text{Peso de mampostería: } 10,5 \frac{kN}{m^3}$$

$$\text{Carga lineal pared esp } 0,15 \text{ m} = 10,5 \frac{kN}{m^3} * 2,75 \text{ m} * 0,15 \text{ m} = 4,33 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Carga lineal pared esp } 0,2 \text{ m} = 10,5 \frac{kN}{m^3} * 2,75 \text{ m} * 0,2 \text{ m} = 5,78 \frac{kN}{m}$$

Altura de cálculo de parapeto: 1,5 m



$$\text{Carga lineal parapeto esp } 0,15 \text{ m} = 10,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} * 1,5 \text{ m} * 0,15 \text{ m} = 2,36 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- Segundo piso:

Diferencia de altura con el siguiente piso: 2,60 m

Espesor de losa estimado: 0,30 m

Altura de cálculo de muro: 2,3 m

$$\text{Peso de mampostería: } 10,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Carga lineal pared esp } 0,15 \text{ m} = 10,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} * 2,3 \text{ m} * 0,15 \text{ m} = 3,62 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga lineal pared esp } 0,2 \text{ m} = 10,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} * 2,3 \text{ m} * 0,2 \text{ m} = 4,83 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Altura de cálculo de parapeto: 1,5 m

$$\text{Carga lineal parapeto esp } 0,15 \text{ m} = 10,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} * 1,5 \text{ m} * 0,15 \text{ m} = 2,36 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- Tercer piso:

Diferencia de altura con el siguiente piso: 3,50 m

Espesor de losa estimado: 0,30 m

Altura de cálculo de muro: 3,20 m

$$\text{Peso de mampostería: } 10,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Carga lineal pared esp } 0,15 \text{ m} = 10,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} * 3,20 \text{ m} * 0,15 \text{ m} = 5,04 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga lineal pared esp } 0,2 \text{ m} = 10,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} * 3,20 \text{ m} * 0,2 \text{ m} = 6,72 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Altura de cálculo de parapeto: 1,5 m

$$\text{Carga lineal parapeto esp } 0,15 \text{ m} = 10,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} * 1,5 \text{ m} * 0,15 \text{ m} = 2,36 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



- Planta tipo (Cuarto piso a décimo quinto piso):

Diferencia de altura con el siguiente piso: 3 m

Espesor de losa estimado: 0,30 m

Altura de cálculo de muro: 2,7 m

Peso de mampostería: $10,5 \frac{kN}{m^3}$

*Carga lineal pared esp 0,10 m = $10,5 \frac{kN}{m^3} * 2,7 m * 0,10 m = 2,84 \frac{kN}{m}$*

*Carga lineal pared esp 0,15 m = $10,5 \frac{kN}{m^3} * 2,7 m * 0,15 m = 4,25 \frac{kN}{m}$*

*Carga lineal pared esp 0,2 m = $10,5 \frac{kN}{m^3} * 2,7 m * 0,2 m = 5,67 \frac{kN}{m}$*

- Décimo sexto piso:

Diferencia de altura con el siguiente piso: 3 m

Espesor de losa estimado: 0,30 m

Altura de cálculo de muro: 2,7 m

Peso de mampostería: $10,5 \frac{kN}{m^3}$

*Carga lineal pared esp 0,10 m = $10,5 \frac{kN}{m^3} * 2,7 m * 0,10 m = 2,84 \frac{kN}{m}$*

*Carga lineal pared esp 0,15 m = $10,5 \frac{kN}{m^3} * 2,7 m * 0,15 m = 4,25 \frac{kN}{m}$*

*Carga lineal pared esp 0,2 m = $10,5 \frac{kN}{m^3} * 2,7 m * 0,2 m = 5,67 \frac{kN}{m}$*

Altura de cálculo de parapeto: 1,12 m

*Carga lineal parapeto esp 0,20 m = $10,5 \frac{kN}{m^3} * 1,12 m * 0,20 m = 2,35 \frac{kN}{m}$*

Altura de cálculo de muro medianero: 2 m

*Carga lineal muro medianero esp 0,20 m = $10,5 \frac{kN}{m^3} * 2 m * 0,20 m = 4,2 \frac{kN}{m}$*

- Décimo séptimo piso:

Diferencia de altura con el siguiente piso: 3 m



Espesor de losa estimado: 0,20 m

Altura de cálculo de muro: 2,8 m

Peso de mampostería: $10,5 \frac{kN}{m^3}$

*Carga lineal pared esp 0,15 m = $10,5 \frac{kN}{m^3} * 2,8 m * 0,15 m = 4,41 \frac{kN}{m}$*

*Carga lineal pared esp 0,2 m = $10,5 \frac{kN}{m^3} * 2,8 m * 0,2 m = 5,88 \frac{kN}{m}$*

Altura de cálculo de parapeto: 1,37 m

*Carga lineal parapeto esp 0,20 m = $10,5 \frac{kN}{m^3} * 1,37 m * 0,20 m = 2,88 \frac{kN}{m}$*

Lo siguiente es el cálculo del peso propio de los elementos vidriados, que se encuentran particularmente en los pisos de oficinas y la terraza, y constan de grandes ventanales para permitir el paso de la luz hechos de vidrio laminado medianamente gruesos.

- Fundación:

Espesor vidrio laminado 4 + 4: 8 mm

Coeficiente s/CIRSOC 101 – 2005: 0,025

*Carga por superficie de paño vidriado = $8mm * 0,025 = 0,2 \frac{kN}{m^2}$*

Altura de panel vidriado: 2,52 m

*Carga lineal = $0,2 \frac{kN}{m^2} * 2,52 m = 0,50 \frac{kN}{m}$*

Base de mampostería de altura 1m

Espesor de pared: 0,2 m

*Carga lineal esp 0,20 m = $10,5 \frac{kN}{m^3} * 1 m * 0,20 m = 2,1 \frac{kN}{m}$*

Carga total = $0,5 \frac{kN}{m} + 2,1 \frac{kN}{m} = 2,6 \frac{kN}{m}$



- Primer piso:

Espesor vidrio laminado 4 + 4: 8 mm

Coeficiente s/CIRSOC 101 – 2005: 0,025

*Carga por superficie de paño vidriado = 8mm * 0,025 = 0,2 $\frac{kN}{m^2}$*

Altura de panel vidriado: 2,65 m

*Carga lineal = 0,2 $\frac{kN}{m^2}$ * 2,65 m = 0,53 $\frac{kN}{m}$*

- Planta tipo (Cuarto piso a décimo quinto piso):

Altura del paño de vidrio: 2,6 m

Ancho del paño de vidrio: 1,05 m

Espesor del paño de vidrio: 20 mm

*Peso del paño = H * a * e * f = 2,6m * 1,05m * 20 mm * 2,5 = 136,5 kg*

Carga lineal por ancho = $\frac{136,5 kg}{1,05 m} = 130 \frac{kg}{m} = 1,3 \frac{kN}{m}$

- Décimo sexto piso

Altura del paño de vidrio: 2,7 m

Ancho del paño de vidrio: 1 m

Espesor del paño de vidrio: 25 mm

*Peso lineal del paño = H * a * e * f = 2,7m * 1m * 25 mm * 2,5 = 168,75 $\frac{kg}{m} = 1,7 \frac{kN}{m}$*

En el caso de los balcones de los departamentos y de la rampa vehicular utilizada para acceder a los distintos estacionamientos, se debe considerar las cargas de barandas que poseen, los cuales son de material metálico y tienen una altura aproximada de 1 metro.

- Baranda de balcones de departamentos:

Altura de la baranda: 1 m

Peso lineal aproximado de pasamanos y balaustres: 48,75 $\frac{kg}{m} = 0,49 \frac{kN}{m}$



- Baranda de rampa vehicular:

$$\text{Peso lineal aproximado de la baranda: } 40 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 0,4 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- Parapeto en balcones de décimo tercer piso a décimo quinto piso:

Altura de cálculo de parapeto: 1 m

$$\text{Carga lineal parapeto esp } 0,20 \text{ m} = 10,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} * 1 \text{ m} * 0,20 \text{ m} = 2,1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Con respecto a las puertas ventanas en los departamentos para acceder a los balcones, se considera una carga distribuida en todo el ancho de la puerta igual al peso del muro que se encuentra encima, ya que las mismas suelen tener un ancho muy mayor a una puerta común. A estas últimas no se le hace la consideración.

Altura entre pisos: 3 m

Altura de puerta ventana: 2 m

Espesor de losa estimado: 0,3 m

Altura de muro sobre puerta ventana: 3 m – 2 m – 0,3 m = 0,7 m

$$\text{Carga lineal pared esp } 0,15 \text{ m} = 10,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} * 0,7 \text{ m} * 0,15 \text{ m} = 1,1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga lineal pared esp } 0,2 \text{ m} = 10,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} * 0,7 \text{ m} * 0,2 \text{ m} = 1,47 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

4.2.2. Sobrecargas de uso:

Son aquellas originadas por el uso u ocupación del edificio y no incluye a las cargas debidas a la construcción o provocadas por viento, sismo, etc. Es decir, son aquellas cargas móviles o variables que pueden aparecer a lo largo de la vida útil de la estructura. Están en función del destino del edificio y para ello se utilizan los valores mínimos brindados por el reglamento CIRSOC 101-2005, a no ser que se exprese lo contrario. En cuanto al peso del agua en los tanques y en el reservorio pluvial, se lo consideró también como sobrecarga, ya que actúan de forma variable en la estructura y no se encuentran de manera permanente.

- Primer piso:

$$\text{Sobrecarga oficinas: } q_L = 2,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Sobrecarga estacionamiento y circulación de vehículos: } q_L = 2,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



Sobrecarga rampa vehicular: $q_L = 2,5 \frac{kN}{m^2}$

Sobrecarga sala de transformadores: q_L
 $= 10 \frac{kN}{m^2}$ (s/Comentarios CIRSOC 101)

Columna de agua reservorio pluvial: 1,41 m

Peso de agua en reservorio: $1,6m * 10 \frac{kN}{m^3} = 16 \frac{kN}{m^2}$

Sobrecarga escaleras: $q_L = 2 \frac{kN}{m^2}$

- Planta tipo:

Sobrecarga departamentos: $q_L = 2 \frac{kN}{m^2}$

Sobrecarga balcones: $q_L = 5 \frac{kN}{m^2}$

Sobrecarga azotea inaccesible: $q_L = 1 \frac{kN}{m^2}$

Sobrecarga azotea accesible privadamente: $q_L = 3 \frac{kN}{m^2}$

- Décimo sexto piso:

Sobrecarga azotea accesible: $q_L = 5 \frac{kN}{m^2}$

Sobrecarga salón de usos múltiples: $q_L = 5 \frac{kN}{m^2}$

- Décimo séptimo piso:

Sobrecarga sala de máquinas: $q_L = 7,5 \frac{kN}{m^2}$

Área del hueco de ascensor: $3,935 m * 1,645m = 6,47 m^2$

Sobrecarga losa bajo motores: Para $A > 1,5 m^2 \rightarrow q_L = 25 \frac{kN}{m^2}$

- Décimo noveno piso:

En este piso se encuentran los tanques que proveen de agua potable a todo el edificio, como así también en caso de incendios. En primer lugar, se verifican si los volúmenes de ambos tanques son suficientes para la demanda de la construcción. Para ello, haremos uso del Reglamento de Obras Sanitarias de la Nación y analizaremos las oficinas, los departamentos y la demanda por incendio.

Para el caso de las oficinas y terraza, el consumo se determina por artefacto y se utiliza la siguiente tabla del reglamento:

Provisión	Baño o water closet	Mingitorio	Lavatorio, pileta de cocina o pileta de lavar
Directa	350	250	150
Bombeo	250	150	100

Pueden tolerarse capacidades de hasta un 50% en más de las indicadas en general.

En nuestro caso, la provisión es por bombeo y se tienen los litros que consume cada artefacto. Por lo tanto, se resume en la siguiente tabla lo explicado anteriormente:

Artefactos	Ubicación	Cantidad	Consumo unitario (lts)	Consumo total (lts)
Inodoro	Planta Baja	2	250	500
Lavatorio	Planta Baja	2	100	200
Pileta de cocina	Planta Baja	2	100	200
Inodoro	Primer Piso	2	250	500
Lavatorio	Primer Piso	2	100	200
Pileta de cocina	Primer Piso	2	100	200
Inodoro	Décimo sexto piso	2	250	500
Lavatorio	Décimo sexto piso	2	100	200
Pileta de cocina	Décimo sexto piso	1	100	100
Bidet	Décimo sexto piso	1	150	150
CONSUMO TOTAL:				2750

En cuanto a los departamentos, el consumo se calcula en función de la cantidad de habitantes por departamento, el cual se estimó contando las camas en cada uno. Para cada uno de los residentes de las viviendas se considera que gasta 200 litros de agua por día, de esta manera se tiene lo siguiente:



Ubicación de planta	Cantidad de departamentos	Cantidad de habitantes	Consumo por habitante (lts)	Consumo total por departamento (lts)
Cuarto piso	6	16	200	3200
Quinto piso	6	16	200	3200
Sexto piso	6	16	200	3200
Séptimo piso	6	16	200	3200
Octavo piso	6	16	200	3200
Noveno piso	4	16	200	3200
Décimo piso	4	16	200	3200
Décimo primer piso	4	16	200	3200
Décimo segundo piso	4	16	200	3200
Décimo tercer piso	4	14	200	2800
Décimo cuarto piso	4	14	200	2800
Décimo quinto piso	4	14	200	2800
CONSUMO TOTAL:				37200

En resumen, la reserva total diaria se sintetiza en el siguiente cuadro:

Descripción	Consumo (lts)
Consumo oficinas y sala de usos múltiples	2750
Consumo de departamentos	37200
RESERVA TOTAL DIARIA DE PROVISIÓN DE AGUA:	39950

Considerando que de esta reserva $\frac{1}{3}$ del mismo se utiliza para dimensionar el tanque de bombeo y $\frac{2}{3}$ para el tanque de reserva, se tiene que la cantidad de litros para el tanque de bombeo es 13317 litros y para el tanque de reserva es aproximadamente 26633 litros.

Ahora se tiene que considerar el volumen de agua destinado para el uso en casos de incendio debido a que el tanque alojado en la parte superior es mixto. Para su cálculo, en primer lugar se consideran 10 litros por m^2 hasta 40000 m^2 y luego 4 litros por m^2 hasta cubrir los siguientes 40000 m^2 .

Siendo que la superficie del edificio es 9969,6 m^2 , el volumen total para incendio es:

Superficie m^2	Volumen lts
4000	40000
5969.60	23878.4
VOLUMEN DE INCENDIO:	63878.4



Sumando el volumen destinado al tanque de reserva para uso de agua potable más el necesario por incendio se tiene un total de 90512 litros.

Se verifica ahora la capacidad de los tanques existentes de hormigón armado:

Denominación	Volumen (lts)
TR 1	52515
TR 2	33403
VOLUMEN TOTAL TR:	85918

Siendo que físicamente existen 2 tanques con un volumen total entre ellos de 85918 litros, se adopta como valor final este. Si bien estaríamos en malas condiciones con respecto al volumen total de incendio más el de reserva, la diferencia es menor a 4000 litros y sería muy poco probable que en un momento de incendio se consuma toda el agua de la reserva total diaria o que haya una interrupción en el servicio.

Por lo tanto, la carga a considerar es:

Columna de agua en tanque de reserva: 2,7 m

$$\text{Presión de agua en losa bajo tanque: } 2,7\text{m} * 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 27 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

4.2.3. Cargas de viento:

Los mismos son calculados por el programa y dependen de la velocidad básica del viento, de la importancia de la obra, del terreno, entre otros factores. Se definen los anchos de banda los cuales son la longitud de fachada perpendicular a la dirección del viento y los mismos se definen por cada planta. Los valores de los anchos se deben multiplicar por la semisuma de las alturas, ya que se conocen las alturas que tiene un determinado piso con el siguiente y con el anterior, obteniéndose así la superficie que efectivamente está expuesta al viento. Multiplicando ese valor de área por el coeficiente de cargas y la presión total se tiene la carga de viento que actúa en esa planta para una determinada dirección.

A continuación, se adjunta un listado con las fuerzas del viento en dirección x e y:

Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
20mo piso - Techo	19.083	12.270
19no piso - Tanques	27.362	17.576
18vo piso - Colectores	19.396	12.441
17mo piso y medio - Losa ascensor	0.000	0.000
17mo piso - Sala de maquinas	75.007	21.515



Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
16to piso - Terraza	135.145	52.230
15to piso - Departamentos 3	133.708	51.570
14to piso - Departamentos 3	132.203	50.879
13er piso - Departamentos 3	130.624	50.153
12do piso - Departamentos 2	128.958	49.388
11er piso - Departamentos 2	127.196	48.578
10mo piso - Departamentos 2	125.321	47.716
9no piso - Departamentos 2	123.314	46.794
8vo piso - Departamentos 1	121.153	45.801
7mo piso - Departamentos 1	118.803	44.721
6to piso - Departamentos 1	116.219	43.534
5to piso - Departamentos 1	113.339	42.210
4to piso - Departamentos 1	119.233	56.899
3er piso - Cochera	112.457	50.872
2do piso - Cochera	99.355	44.392
1er piso - Oficina y cochera	102.679	45.217
Planta baja	0.000	0.000



5. Capítulo V: Diseño y Cálculo Estructural

5.1.Introducción:

En el presente capítulo se realiza el análisis y disposición estructural de los distintos elementos componentes del edificio de hormigón armado, como por ejemplo ubicación de columnas y tabiques. A su vez, se efectúa el dimensionamiento y verificación de los elementos estructurales componentes del sistema, tanto de la superestructura como de la cimentación.

5.2.Diseño arquitectónico:

Cabe mencionar que el diseño arquitectónico, el cual fue brindado como dato de entrada inicial para el trabajo, consiste en planos en formato CAD de las diferentes plantas del edificio como así también cortes.

Por decisión a cargo del arquitecto y del comitente se dispuso un sistema donde los dos primeros pisos corresponden a salas de oficinas y estacionamiento de vehículos, seguidos del segundo y tercer piso, los cuales están dedicados exclusivamente a estacionamiento para los habitantes de los departamentos. Posteriormente las plantas siguientes hasta el décimo quinto piso incluido, pertenecen a plantas tipo de departamentos, con capacidad aproximada de seis departamentos por piso y el piso dieciséis se encuentra destinado a la sala de usos múltiples y espacios de recreación, como así también a una azotea accesible donde se puede apreciar visualmente la ciudad de Resistencia. Luego, el décimo séptimo piso es el lugar destinado a la sala de máquinas donde se disponen los motores del ascensor y además posee una azotea accesible únicamente para personal de mantenimiento habilitado. Por último, se ubican los tanques de reserva de agua, tanto para uso y consumo de los habitantes del edificio como también para caso de incendio en el décimo octavo piso.

En la parte posterior del edificio se dispone de una rampa vehicular en forma helicoidal para acceder a las playas de estacionamiento.

En cuanto a la solución de amortiguación ante eventos de lluvias intensas se ha diseñado un espacio destinado a acumular el agua para evitar, ante dichos eventos críticos, que la capacidad de drenaje del sistema pluvial de la ciudad se encuentre afectado por el desagote del edificio en el horario de máximo anegamiento. Este reservorio se ubica en el primer piso y el cálculo del mismo fue desarrollado en el segundo capítulo del presente trabajo.

Las escaleras que posee el edificio son básicamente dos, una conecta la planta baja de la oficina con el primer piso y es de un tramo recto con un ancho de 1,2 metros. La otra



escalera se sitúa en el núcleo y cumple la función de conectar todos los pisos. Son de dos tramos con un descanso intermedio y un ancho de 1,1 metros.

A su vez, en el primer piso se dispone en el sector del lado medianero derecho, un espacio destinado al alojamiento del SETIN (Subestación Transformadora Interna), los cuales son transformadores exclusivos que se utilizan en casos donde se consume mucha electricidad y directamente se toma la energía de la línea de media tensión. En el espacio que se encuentra detrás del SETIN se ubica un grupo electrógeno como solución ante cortes de energía eléctrica.

5.3.Diseño estructural:

Se ha adoptado como diseño estructural un sistema conformado por entrepisos sin vigas interiores, dichas losas de entrepiso se apoyan en columnas y/o tabiques internos y en el borde de las mismas se disponen vigas perimetrales que descansan sobre columnas y/o tabiques medianeros y de borde.

Esta decisión por parte del grupo de considerar como diseño el sistema de entrepisos sin vigas es requerido por la falta de alineación de las columnas en dirección “x” y en dirección “y”, por lo que, si se adoptara un sistema con vigas interiores, las mismas se dispondrían en forma inclinada para poder conectar a las columnas entre sí, lo cual complejiza la materialización de dichos elementos.

Debido al diseño arquitectónico de forma irregular entre las distintas plantas del edificio se dificulta continuar con una misma disposición estructural de las columnas y tabiques desde la terraza hasta el nivel de fundación, causado principalmente por la diferencia entre la disposición de los muros de los departamentos de las plantas tipo y los espacios de cochera y circulación de vehículo en las playas de estacionamiento. Por esta razón, se dispuso de estructuras de transición, las cuales consisten en vigas con cierta altura importante simplemente apoyadas en columnas y en las cuales apean las columnas o tabiques del piso superior de las plantas tipos. Este sistema de apeo también se utiliza en diferentes plantas del edificio, como por ejemplo en la terraza y en las plantas de oficina, debido a no poder ocultar las columnas dentro de los muros o cuando las mismas interrumpen un espacio de circulación.

Las cargas horizontales, en este caso son de viento exclusivamente, serán absorbidas por el sistema de contraviento constituido por tabiques de hormigón armado, como por ejemplo el núcleo de escalera y del ascensor.

Los tanques de agua para el sistema de reserva e incendio están conformados por hormigón armado elaborado in situ.

Para el sistema de cimentación se adopta fundación del tipo indirecto debido a las cargas actuantes y al tipo de suelo, el mismo está conformado por sistemas de cabezales y pilotes, los cuales están conectados entre sí mediante vigas Cantilever.



5.3.1. Losas:

Como se ha mencionado anteriormente, el tipo de losa a utilizar será la casetonada, la cual está compuesta por una zona traccionada conformada por nervios en dos direcciones ortogonales y una capa de hormigón que toma la compresión. El espacio entre los nervios es reemplazado por bloques denominados casetones, los mismos serán de material de poliestireno de dimensiones de 60cm x 60cm x 25cm de espesor. La función principal de estos elementos es la de aliviar el peso de la estructura mediante la eliminación del hormigón en la zona traccionada.

La principal ventaja de este tipo de losas en comparación a las macizas es de economía debido al reemplazo de hormigón y acero en la zona de tracción, lo cual se sustituye con un material de menor costo, que en este caso es el casetón de poliestireno.

Se ha decidido adoptar este tipo de losas por la razón de disminuir el peso de las mismas, debido a que el entrepiso no posee vigas interiores, lo cual se traduce en una reducción de la deformación y del efecto de punzonamiento causado por las columnas y tabiques.

Como espesor de losa se ha adoptado 30 cm a modo de predimensionamiento, lo cual se verifica luego en el cálculo de la flecha.

Se considera también el uso de la losa maciza en los siguientes casos: como losa de apoyo de los motores de los ascensores en la sala de máquinas, en la rampa vehicular para que los vehículos accedan a los distintos niveles de cocheras y en la zona de tanques y colectores. En todos los casos se utilizaron losas armadas en dos direcciones de espesor 20 cm.

5.3.2. Vigas:

Las vigas en esta estructura serán utilizadas principalmente en dos casos: rodeando el perímetro del edificio, de manera de que la losa no se encuentre en voladizo y reducir de esa forma la flecha en los bordes, y como apeo en las columnas, lo cual se explicó su funcionamiento en el punto anterior. Por lo tanto, en el caso de las vigas perimetrales, éstas tendrán una sección de 20cm x 70cm, debido a que los apoyos, que son las columnas y los tabiques, se encuentran distanciados entre sí y a modo de predimensionamiento se utilizó la fórmula $L/10$ aprendido en materias de la carrera y donde L es la luz de cálculo de la viga. Para las vigas de apeo, se ha predimensionado de la misma manera a modo de poder tener una sección para colocar en el programa, pero más adelante se verá que esa sección cambiará debido a la enorme carga que recibe de las columnas y/o tabiques que está apeando.

Se colocaron a su vez vigas que apoyan en los tabiques de escaleras, para poder tomar la carga de la losa de escalera. Estas vigas no son de sección muy grande, ya que la carga que deben soportar es muy inferior a la que poseen las demás, por esta razón se predimensiona la altura adoptando 40 cm y una base de 20 cm.



Como apoyo de la losa maciza de la rampa vehicular se utilizaron vigas invertidas de sección rectangular 20 cm x 30 cm. La justificación de la utilización de estas vigas es debido a que se considera más apropiado para colocar mejor la baranda vehicular.

5.3.3. Columnas:

Este elemento estructural es el encargado de transmitir las cargas desde la losa o vigas hasta la fundación. Para tener un estimativo de la sección a colocar en el programa, se utilizó una fórmula en base a la tensión admisible del tipo de hormigón utilizado y referido también a una carga estimativa por área de influencia de la columna. Por lo tanto, se ubican primero las columnas en los planos de arquitectura dados como dato, teniendo la precaución de que ninguna de ellas esté se ha colocado en algún espacio de circulación o ambiente de los departamentos. Mediante el uso del programa AutoCad se trazan las líneas de influencia de cada columna, cuyo valor es necesario para usar la fórmula de predimensionamiento. Dicha fórmula es la siguiente:

$$A_p = \frac{A_i * P_e * N_p}{\sigma_{adm}}$$

Siendo:

A_p: área de la sección transversal predimensionada en un determinado piso.

A_i: área de influencia de la columna a analizar en un determinado piso.

P_e: carga estimativa por piso por unidad de área. Su valor (*P_e*) debe estar comprendido entre 1 ton/m² y 1,2 ton/m², en nuestro caso se utiliza 1,1 ton/m².

N_p: número de pisos por encima del piso analizado.

σ_{adm}: tensión admisible de la columna. Para un hormigón H30 es correcto el uso del valor 100 kg/cm².

Si se observa la fórmula se puede apreciar que se debe hacer para cada columna del edificio y para cada piso. A continuación, se anexan las tablas usadas para el cálculo, y se utilizaron planillas tipo Excel:



Piso	C1		C2		C3		C4		C5	
	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria
Fundación - Planta baja		374,89		531,28		304,43		3273,60		1419,09
1er piso	2,43	374,89	12,07	531,28	6,92	304,43	18,60	3273,60	8,06	1419,09
2do piso		891,52	10,409	343,50	2,42	79,82	11,79	1945,22	24,05	3968,35
3er piso		891,52	10,409	229,00	2,42	53,21	11,79	1815,31	23	3542,00
4to piso	6,23	891,52	14,59	160,53	6,92	76,11	11,79	1685,64	23	3289,00
5to piso	11,99	1583,26	-	-	-	-	11,79	1555,98	23	3036,00
6to piso	11,99	1451,32	-	-	-	-	11,79	1426,31	23	2783,00
7mo piso	11,99	1319,38	-	-	-	-	11,79	1296,65	23	2530,00
8vo piso	11,99	1187,45	-	-	-	-	11,79	1166,98	23	2277,00
9no piso	11,99	1055,51	-	-	-	-	11,79	1037,32	23	2024,00
10mo piso	11,99	923,57	-	-	-	-	11,79	907,65	23	1771,00
11er piso	11,99	791,63	-	-	-	-	11,79	777,99	23	1518,00
12do piso	11,99	659,69	-	-	-	-	11,79	648,32	23	1265,00
13er piso	11,99	527,75	-	-	-	-	11,79	518,66	23	1012,00
14to piso	11,99	395,82	-	-	-	-	11,79	388,99	23	759,00
15to piso	11,99	263,88	-	-	-	-	11,79	259,33	23	506,00
16to piso	11,99	131,94	-	-	-	-	11,79	129,66	23	253,00
17mo piso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Piso	C6		C7		C8		C9		C10	
	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria
Fundación - Planta baja		3078,08		4310,72		513,33		293,65		388,87
1er piso	17,49	3078,08	24,49	4310,72	11,67	513,33	13,35	293,65	17,68	388,87
2do piso	17,49	2885,70	24,49	4041,30	11,67	384,99	13,80	151,83	13,13	144,40
3er piso	22,09	3401,81	24,49	3771,88	11,67	256,66	-	-	-	-
4to piso	22,09	3158,83	24,49	3502,46	11,67	128,33	-	-	-	-
5to piso	22,09	2915,84	13,64	1800,06	-	-	-	-	-	-
6to piso	22,09	2672,85	13,64	1650,05	-	-	-	-	-	-
7mo piso	22,09	2429,87	13,64	1500,05	-	-	-	-	-	-
8vo piso	22,09	2186,88	13,64	1350,04	-	-	-	-	-	-
9no piso	22,09	1943,89	13,68	1204,17	-	-	-	-	-	-
10mo piso	22,09	1700,91	13,68	1053,65	-	-	-	-	-	-
11er piso	22,09	1457,92	13,68	903,13	-	-	-	-	-	-
12do piso	22,09	1214,93	13,68	752,61	-	-	-	-	-	-
13er piso	22,12	973,13	13,68	602,09	-	-	-	-	-	-
14to piso	22,12	729,85	13,68	451,57	-	-	-	-	-	-
15to piso	22,12	486,57	13,68	301,04	-	-	-	-	-	-
16to piso	22,09	242,99	13,68	150,52	-	-	-	-	-	-
17mo piso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Piso	C11		C12		C13		C14		C15	
	Área de influencia (m²)	Área necesaria (cm²)	Área de influencia (m²)	Área necesaria (cm²)	Área de influencia (m²)	Área necesaria (cm²)	Área de influencia (m²)	Área necesaria (cm²)	Área de influencia (m²)	Área necesaria (cm²)
Fundación - Planta baja		103.36		496.76		564.30		2142.91		529.76
1er piso	9.40	103.36	11.29	496.76	12.83	564.30	12.18	2142.91	12.04	529.76
2do piso	-		11.29	372.57	12.83	423.23	8.55	1410.75	12.04	397.32
3er piso	-		11.29	248.38	12.83	282.15	29.12	4484.48	17.36	381.89
4to piso	-		11.29	124.19	12.83	141.08	29.12	4164.16	17.36	190.94
5to piso	-		-		-		22.20	2929.86	-	
6to piso	-		-		-		22.20	2685.70	-	
7mo piso	-		-		-		22.20	2441.55	-	
8vo piso	-		-		-		22.20	2197.39	-	
9no piso	-		-		-		22.20	1953.72	-	
10mo piso	-		-		-		22.20	1709.51	-	
11er piso	-		-		-		22.20	1465.29	-	
12do piso	-		-		-		22.20	1221.08	-	
13er piso	-		-		-		20.53	903.48	-	
14to piso	-		-		-		20.53	677.61	-	
15to piso	-		-		-		20.53	451.74	-	
16to piso	-		-		-		10.54	115.92	-	
17mo piso	-		-		-		-		-	

Piso	C16		C17		C18		C19		C20	
	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria
Fundación - Planta baja		1036,58		1178,49		917,47		491,69		1643,89
1er piso	23,56	1036,58	26,78	1178,49	20,85	917,47	11,17	491,69	9,34	1643,89
2do piso	23,56	777,44	26,78	883,87	20,85	688,10	11,17	368,77	9,34	1541,15
3er piso	23,56	518,29	26,78	589,24	20,85	458,74	11,17	245,84	9,34	1438,41
4to piso	23,56	259,15	26,78	294,62	20,85	229,37	11,17	122,92	9,34	1335,66
5to piso	-		-		-		-		13,28	1752,54
6to piso	-		-		-		-		13,28	1606,49
7mo piso	-		-		-		-		13,28	1460,45
8vo piso	-		-		-		-		13,28	1314,40
9no piso	-		-		-		-		13,28	1168,36
10mo piso	-		-		-		-		13,28	1022,31
11er piso	-		-		-		-		13,28	876,27
12do piso	-		-		-		-		13,28	730,22
13er piso	-		-		-		-		13,28	584,18
14to piso	-		-		-		-		13,28	438,13
15to piso	-		-		-		-		13,28	292,09
16to piso	-		-		-		-		13,28	146,04
17mo piso	-		-		-		-		-	



Piso	C21		C22		C23		C24		C25	
	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria
Fundación - Planta baja		359,59		361,68		893,79		880,57		968,48
1er piso	8,17	359,59	8,22	361,68	20,31	893,79	20,01	880,57	22,01	968,48
2do piso	8,17	269,69	8,22	271,26	20,31	670,34	20,01	660,43	22,01	726,36
3er piso	8,17	179,79	8,22	180,84	20,31	446,89	20,01	440,29	22,01	484,24
4to piso	8,17	89,90	8,22	90,42	20,31	223,45	20,01	220,14	22,01	242,12
5to piso	-		-		-		-		-	
6to piso	-		-		-		-		-	
7mo piso	-		-		-		-		-	
8vo piso	-		-		-		-		-	
9no piso	-		-		-		-		-	
10mo piso	-		-		-		-		-	
11er piso	-		-		-		-		-	
12do piso	-		-		-		-		-	
13er piso	-		-		-		-		-	
14to piso	-		-		-		-		-	
15to piso	-		-		-		-		-	
16to piso	-		-		-		-		-	
17mo piso	-		-		-		-		-	

Piso	C26		C27		C28		C29		C30	
	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria
Fundación - Planta baja		268,28		1234,16		2673,84		2849,35		2770,10
1er piso	6,10	268,28	7,01	1234,16	15,19	2673,84	16,19	2849,35	15,74	2770,10
2do piso	6,10	201,21	7,01	1157,03	15,19	2506,73	16,19	2671,27	15,74	2596,97
3er piso	6,10	134,14	7,01	1079,89	15,19	2339,61	16,19	2493,18	15,74	2423,84
4to piso	6,10	67,07	7,48	1069,31	14,67	2097,17	11,11	1589,20	8,11	1159,77
5to piso	-		12,13	1601,54	21,86	2884,94	18,22	2405,69	8,92	1177,08
6to piso	-		12,13	1468,08	21,86	2644,53	18,22	2205,21	8,92	1078,99
7mo piso	-		12,13	1334,62	21,86	2404,12	18,22	2004,74	8,92	980,90
8vo piso	-		12,13	1201,16	21,86	2163,70	18,22	1804,27	8,92	882,81
9no piso	-		12,13	1067,70	21,86	1923,29	18,22	1603,79	8,92	784,72
10mo piso	-		12,13	934,23	21,86	1682,88	18,22	1403,32	8,92	686,63
11er piso	-		12,13	800,77	21,86	1442,47	18,22	1202,84	8,92	588,54
12do piso	-		12,13	667,31	21,86	1202,06	18,22	1002,37	8,92	490,45
13er piso	-		12,13	533,85	21,86	961,65	18,22	801,90	8,92	392,36
14to piso	-		12,13	400,39	21,86	721,23	18,22	601,42	8,92	294,27
15to piso	-		12,13	266,92	21,86	480,82	18,22	400,95	8,92	196,18
16to piso	-		9,31	102,43	15,78	173,60	15,50	170,52	8,92	98,10
17mo piso	-		-		-		-		-	



Piso	C31		C32		C33		C34		C35	
	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria
Fundación - Planta baja		221,48	-		-		-		-	
1er piso	5,03	221,48		1502,95	-		-		-	
2do piso	5,03	166,11	9,11	1502,95		2020,37	-		-	
3er piso	5,03	110,74	13,32	2050,54	13,12	2020,37	-		-	
4to piso	3,31	36,36	13,32	1904,07	13,12	1876,06		2737,61		2769,70
5to piso	-		13,32	1757,61	12,13	1601,07	20,74	2737,61	20,98	2769,70
6to piso	-		13,32	1611,14	12,13	1467,65	20,74	2509,48	20,98	2538,89
7mo piso	-		13,32	1464,67	12,13	1334,22	20,74	2281,35	20,98	2308,09
8vo piso	-		13,32	1318,20	12,13	1200,80	20,74	2053,21	20,98	2077,28
9no piso	-		13,32	1171,74	12,13	1067,38	20,74	1825,08	20,98	1846,47
10mo piso	-		13,32	1025,27	12,13	933,96	20,74	1596,94	20,98	1615,66
11er piso	-		13,32	878,80	12,13	800,53	20,74	1368,81	20,98	1384,85
12do piso	-		13,32	732,34	12,13	667,11	20,74	1140,67	20,98	1154,04
13er piso	-		13,32	585,87	12,13	533,69	20,74	912,54	20,98	923,23
14to piso	-		13,32	439,40	12,13	400,27	20,74	684,40	20,98	692,43
15to piso	-		13,32	292,93	12,13	266,84	20,74	456,27	20,98	461,62
16to piso	-		13,32	146,47	12,13	133,42	20,74	228,13	20,98	230,81
17mo piso	-		-		-		-		-	

Piso	C36		C37		C38		C39		C40	
	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria
Fundación - Planta baja	-		-		-		-		-	
1er piso	-		-		-		-		-	
2do piso	-		-		-		-		-	
3er piso	-		-		-		-		-	
4to piso		2137,30	-		-		-		-	
5to piso	16,19	2137,30	-		-		-		-	
6to piso	16,19	1959,20	-		-		-		-	
7mo piso	16,19	1781,09	-		-		-		-	
8vo piso	16,19	1602,98	-		-		-		-	
9no piso	16,19	1424,87	-		-		-		-	
10mo piso	16,19	1246,76	-		-		-		-	
11er piso	16,19	1068,65	-		-		-		-	
12do piso	16,19	890,54	-		-		-		-	
13er piso	16,19	712,43	-		-		-		-	
14to piso	16,19	534,33	-		-		-		-	
15to piso	16,19	356,22	-		-		-		-	
16to piso	16,19	178,11		148,76		174,88		134,97		173,54
17mo piso	-		13,52	148,76	15,90	174,88	12,27	134,97	15,78	173,54



Piso	C41		C42		C43		C44		C45	
	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria
Fundación - Planta baja		176,35		224,28		138,55		138,55		92,36
1er piso	5,34	176,35	6,80	224,28	4,20	138,55	4,20	138,55	4,20	92,36
2do piso	5,34	117,56	6,80	149,52	4,20	92,36	4,20	92,36	4,20	46,18
3er piso	5,34	58,78	6,80	74,76	4,20	46,18	4,20	46,18		-
4to piso	-		-		-		-		-	
5to piso	-		-		-		-		-	
6to piso	-		-		-		-		-	
7mo piso	-		-		-		-		-	
8vo piso	-		-		-		-		-	
9no piso	-		-		-		-		-	
10mo piso	-		-		-		-		-	
11er piso	-		-		-		-		-	
12do piso	-		-		-		-		-	
13er piso	-		-		-		-		-	
14to piso	-		-		-		-		-	
15to piso	-		-		-		-		-	
16to piso	-		-		-		-		-	
17mo piso	-		-		-		-		-	

Piso	C46		C47		C48		C49		C50	
	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria	Área de influencia	Área necesaria
Fundación - Planta baja		92,36		200,96		176,29	-		-	
1er piso	4,20	92,36	6,09	200,96	5,34	176,29	-		-	
2do piso	4,20	46,18	6,09	133,97	5,34	117,53	-		-	
3er piso	-		2,03	22,37	1,29	14,16	-		-	
4to piso	-		-		-		-		-	
5to piso	-		-		-		-		-	
6to piso	-		-		-		-		-	
7mo piso	-		-		-		-		-	
8vo piso	-		-		-		-		-	
9no piso	-		-		-		-		-	
10mo piso	-		-		-		-		-	
11er piso	-		-		-		-		-	
12do piso	-		-		-		-		-	
13er piso	-		-		-		-		-	
14to piso	-		-		-		-		-	
15to piso	-		-		-		-		-	
16to piso	-		-		-			213,98		233,01
17mo piso	-		-		-		19,45	213,98	21,18	233,01



Piso	C51		C52		C53		C54		C55	
	Área de influencia (m ²)	Área necesaria (cm ²)	Área de influencia (m ²)	Área necesaria (cm ²)	Área de influencia (m ²)	Área necesaria (cm ²)	Área de influencia (m ²)	Área necesaria (cm ²)	Área de influencia (m ²)	Área necesaria (cm ²)
Fundación - Planta baja	-	-	-	-	-	-	-	-	13.36	146.96
1er piso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2do piso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3er piso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4to piso	-	-	-	-	-	1640.96	-	2520.36	-	-
5to piso	-	-	-	-	12.43	1640.96	19.09	2520.36	-	-
6to piso	-	-	-	-	12.43	1504.21	19.09	2310.33	-	-
7mo piso	-	-	-	-	12.43	1367.47	19.09	2100.30	-	-
8vo piso	-	-	-	-	12.43	1230.72	19.09	1890.27	-	-
9no piso	-	-	-	-	12.43	1093.97	19.09	1680.24	-	-
10mo piso	-	-	-	-	12.43	957.23	19.09	1470.21	-	-
11er piso	-	-	-	-	12.43	820.48	19.09	1260.18	-	-
12do piso	-	-	-	-	12.43	683.73	19.09	1050.15	-	-
13er piso	-	-	-	-	12.43	546.99	19.09	840.12	-	-
14to piso	-	-	-	-	12.43	410.24	19.09	630.09	-	-
15to piso	-	-	-	-	12.43	273.49	19.09	420.06	-	-
16to piso	-	194.16	-	233.42	12.43	136.75	19.09	210.03	-	-
17mo piso	17.65	194.16	21.22	233.42	-	-	-	-	-	-

Piso	C56	
	Área de influencia (m ²)	Área necesaria (cm ²)
Fundación - Planta baja	-	143.66
1er piso	13.06	143.66
2do piso	-	-
3er piso	-	-
4to piso	-	-
5to piso	-	-
6to piso	-	-
7mo piso	-	-
8vo piso	-	-
9no piso	-	-
10mo piso	-	-
11er piso	-	-
12do piso	-	-
13er piso	-	-
14to piso	-	-
15to piso	-	-
16to piso	-	-
17mo piso	-	-

Con estas secciones se han predimensionado todas las columnas del edificio excepto las columnas de la rampa vehicular, para las cuales se utilizaron secciones mínimas (20cm x 20 cm) para luego verificar mediante el programa. Más adelante se explicará que en realidad muchas de las dimensiones de las columnas se redujeron, lo cual se hizo con el software verificando los estados límites últimos.

5.3.4. Tabiques de hormigón armado:

Los tabiques, o muros de hormigón armado, son elementos estructurales similares a una losa, pero dispuesta de manera vertical, de manera de tomar las cargas de las vigas o losas, y transmitir las al suelo. Para nuestro proyecto, son los encargados de formar la estructura de contraviento, cuya función es rigidizar a todo el edificio frente a las cargas instantáneas del viento y disminuir significativamente el desplazamiento lateral del mismo.

Se considera que un elemento es tabique y no columna, cuando la relación de sus lados es mayor a 5, solo así se lo puede interpretar y colocar al programa como muro de hormigón armado, el cual lo analizará por medio del método de elemento finitos con forma triangular para poder calcular los esfuerzos, tensiones, desplazamientos, etc.

Los tabiques se encuentran localizados principalmente en la zona central del edificio, donde se encuentran las escaleras y los ascensores, formando un núcleo que sirve para absorber las cargas de viento calculadas mediante el CIRSOC 102. También se encuentran otros tabiques en la línea municipal y en otras partes del edificio. Todos ellos se verificarán y en el caso de que la desplazabilidad del edificio de menor a los valores reglamentarios, estaremos en buenas condiciones en cuanto al número y dimensiones de los mismos, caso contrario se deben aumentar las secciones o recurrir a colocar más muros. Este análisis se realiza más adelante.

Los tanques que se encuentran en los últimos pisos de la estructura, destinados como reserva de agua para consumo de los habitantes y como medida de protección en casos de incendio, también fueron hechos de tabiques de hormigón armado, como se mencionó anteriormente. Los mismos son la continuación de los tabiques del núcleo de ascensor y de escaleras, y serán dimensionados para soportar la presión del agua.

5.3.5. Escaleras de hormigón armado:

En este edificio existen dos tipos de escaleras de hormigón armado, la primera es la que conecta la planta baja con el primer piso de oficina y corresponde a un solo tramo recto de 17 escalones, apoyada en su parte inferior a una viga de encadenado de hormigón armado y en su parte superior en la losa casetonada.

El otro tipo de escaleras se encuentra dentro del núcleo de escaleras, y es de dos tramos rectos con descanso de media vuelta, apoyada en su parte superior e inferior en vigas destinadas a tal fin, mientras que el descanso se encuentra descargando sobre uno de los tabiques del núcleo. En total posee 19 escalones y se repite en cada piso hasta el décimo séptimo piso, siendo que la altura en los primeros pisos varía, la única variable que cambiará en la escalera será el valor de la contrahuella.

Como diseño estructural, se eligió el espesor de la losa de 20 cm, con los escalones hormigonados con la losa.



5.3.6. Sistema de fundación:

Para el sistema de cimentación se ha adoptado fundación de tipo indirecta, en general compuesta de un cabezal de dos o tres pilotes según el valor de carga axial de la columna, con excepción en el caso de los tabiques que componen el núcleo de ascensor y el de escalera en el cual se tiene un conjunto de 8 y 15 pilotes, formando de esta manera un grupo de pilotes. Los diámetros de los mismos son de 0.6m, 0.7m y 0.8m. La separación adoptada entre pilotes es la mínima, la cual corresponde a 2,5 veces el diámetro del pilote, por lo tanto, la distancia entre ellos es de 1,5m, 1,75m y 2 m respectivamente.

Los pilotines que se utilizan son elaborados in situ con un diámetro de 0,2m y una profundidad de 2m. Estos nacen de una viga de encadenado de 20cm x 30 cm, la cual se encarga de tomar el peso de la mampostería y repartirlos entre los pilotines.

Para arriostrar el conjunto de los cabezales y también para absorber la flexión proveniente de las columnas se utilizan las vigas “Cantiléver o centradoras” que unen a todos los cabezales entre sí. La función principal de este elemento consiste en absorber los momentos flectores en la dirección en la que actúan, el cual puede ocasionarse por dos causas, la primera es debido al momento que se produce sobre las bases de las columnas y el segundo caso es por el momento debido a la excentricidad existente entre el eje de la columna y el cabezal (esto último se presenta por ejemplo en las columnas de borde y de esquina), consiguiendo de esta manera que la carga resultante sobre el cabezal sea una carga centrada. Se ha adoptado como solución una viga centradora de sección constante.

Con la finalidad de distribuir de manera uniforme la carga incidente de la columna en cada uno de los pilotes, se han diseñado cabezales con cierta rigidez. El espesor del cabezal está en función de la distancia entre pilotes, de manera tal que el ángulo de inclinación que se forma entre las bielas sea cercano a 45°.

Respecto al núcleo de los tabiques de escalera y de ascensor, los mismos descargan sobre un cabezal de gran medida, debido a que la cantidad de pilotes debajo de ellas es importante por la magnitud de las cargas. Estos cabezales tienen una forma de cálculo distinta a los demás, el cual se mostrará más adelante.

Al final de este capítulo se adjuntan los planos de diseño arquitectónico en formato A4.

5.4.Cálculo Estructural:

5.4.1. Metodología de cálculo:

Respecto a la determinación de los esfuerzos en los elementos estructurales se han utilizado los postulados básicos de la elasticidad y la resistencia de los materiales, aplicándolos de forma diversa y distintas metodologías en función del elemento o conjunto a analizar, tal y como se detalla más adelante.

Por otro lado, para la comprobación de secciones de hormigón, se han utilizado las bases del cálculo en el Estado Límite Último (ELU) y en el Estado Límite de Servicio (ELS), considerando que el material trabaja en régimen anelástico, contemplando de este modo la fisuración por tracción y la elasto-plasticidad en compresión. Para la comprobación de las secciones de acero, en general se han utilizado las bases de cálculo en el Estado Límite de Último (ELU) y en el Estado Límite de Servicio (ELS) teniendo presente el diagrama elasto-plástico del material.

En los estados límites últimos se comprueban los correspondientes a: equilibrio, agotamiento o rotura, adherencia y anclaje. En los estados límites de servicio, se comprueban deformaciones (flechas). Definidos los estados de carga según su origen, se procede a calcular las combinaciones posibles con los coeficientes de mayoración y minoración correspondientes de acuerdo con los coeficientes de seguridad definidos en CIRSOC 201 y las combinaciones de hipótesis básicas definidas en los artículos correspondientes. La obtención de los esfuerzos en las diferentes hipótesis simples del entramado estructural, se harán de acuerdo con un cálculo lineal de primer orden, es decir admitiendo proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones, el principio de superposición de acciones, y un comportamiento lineal y geométrico de los materiales y la estructura. Para la obtención de las solicitaciones determinantes en el dimensionado de las vigas se obtendrán los diagramas envolventes para cada esfuerzo. Para el dimensionado de las losas y columnas se comprueban para todas las combinaciones de cargas definidas.

5.4.2. Software de cálculo utilizado:

Para la obtención de las solicitaciones y las dimensiones de los elementos estructurales, como ser columnas, vigas, losas, cabezales de pilotes y tabiques, así como sus correspondientes armaduras se han utilizado el software de cálculo estructural CypeCad – Versión 2018. En una segunda fase las dimensiones y armaduras así obtenidas se han modificado manualmente atendiendo a criterios constructivos, como pueden ser facilidad de montaje, adaptación al proceso de ejecución, entre otros.

En este programa se analizan las solicitaciones mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos estructurales, como ser: columnas, tabiques de hormigón armado, vigas y losas.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático (excepto cuando se consideran acciones dinámicas por sismo, que en este proyecto no corresponde analizarlas debido a que se encuentra en la zona sísmica “Cero” según el reglamento Cirsoc 103-2013) y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por lo tanto, un cálculo de primer orden, para la obtención de desplazamientos y esfuerzos. En el caso del análisis de las cargas de viento y en la desplazabilidad del edificio, el programa permite realizar un análisis de segundo orden.

5.4.3. Normas consideradas:

La reglamentación utilizada para el cálculo de los distintos elementos estructurales es:

- Hormigón: CIRSOC 201 – 2005.
- Viento: CIRSOC 102-2005.
- Cargas permanentes y sobrecargas: CIRSOC 101-2005.

A su vez, se consideraron los Comentarios y Recomendaciones de las distintas normativas vigentes en el país para proceder al dimensionamiento y verificación de la estructura.

5.4.4. Materiales utilizados:

Se detallan a continuación los distintos materiales que se han utilizado en el proyecto, como así también sus características. Todos los elementos estructurales están compuestos por materiales con las mismas particularidades, las cuales son las siguientes:

- Hormigón:
- Clase de Hormigón: $H - 30$ (s/T.2.7 – CIRSOC 201/2005)
- Resistencia especificada a la compresión: $f'_c = 30 \text{ Mpa}$ (s/T.2.7 – CIRSOC 201/2005)
- Peso unitario: $\gamma_{H^o} = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ (s/T.3.1 – CIRSOC 101/2005)
- Tamaño máximo del árido: 15 mm .
- Módulo de elasticidad: $E_c = 4700 * \sqrt{f'_c} = 25.743 \text{ Mpa}$ (s/Art.8.5.1-CIRSOC 201/2005).
- Tipo de exposición ambiental: A3 – Clima cálido/subtropical (s/T.2.1 y 2.5 – CIRSOC 201/2005).

Para asegurar la durabilidad de la estructura durante toda su vida útil (en general para edificios corresponde a 50 años), se debe adoptar de manera correcta el tipo de exposición ambiental, debido a que, en función del mismo el reglamento CIRSOC establece principalmente el recubrimiento mínimo de los elementos estructurales y otros factores como por ejemplo la relación mínima agua/cemento, la resistencia especificada, etcétera.

- Acero:
- Designación de la barra: $ADN 420$ (s/T.3.8 – CIRSOC 201/2005).
- Tensión de fluencia característica: 420 Mpa (s/T.3.8 – CIRSOC 201/2005).
- Módulo de elasticidad: $E_s = 200.000 \text{ Mpa}$ (s/Art.8.5.2-CIRSOC 201/2005).

5.4.5. Pasos realizados en el programa:

En primer lugar, se han colocado los datos de entrada del programa, los cuales por ejemplo involucran el reglamento de hormigón a utilizar, la clase de hormigón de los elementos y su tipo de exposición, la designación del acero y la acción del viento, entre otros datos iniciales.

A continuación, se adjunta imagen de los datos generales volcados en el programa:

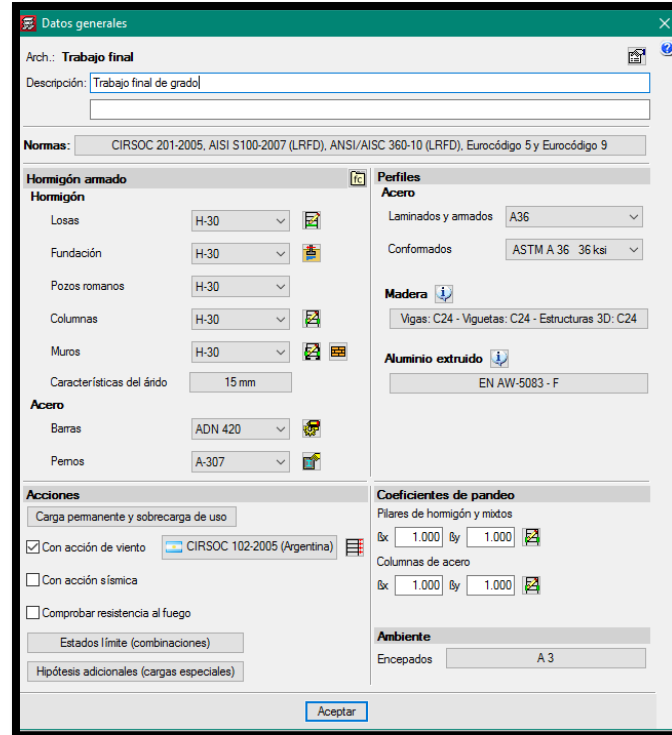


Fig. 10: Imagen de los datos generales del programa

Posteriormente, se ha colocado el número de plantas que compone el edificio, sus distancias entre ellas (altura), las cotas acumuladas de cada planta respecto al nivel del terreno natural y la cota de fundación adoptada.

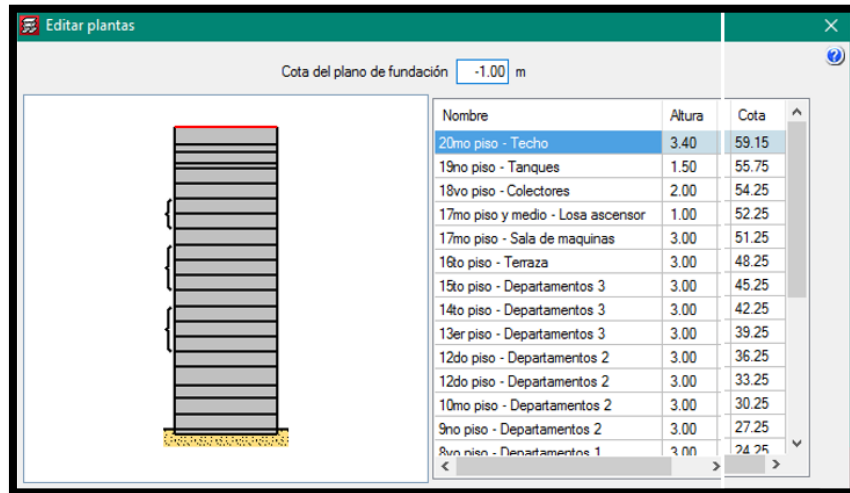


Fig. 11: Ventana de editor de plantas

Luego se introducen las columnas en el programa, teniendo como guía los planos en formato CAD del diseño estructural realizado. Cada una de ellas tiene una nomenclatura y se debe tener en cuenta en que plantas están el inicio y final de las mismas, debido a que hay algunas columnas que apean sobre vigas.

Se adjunta imagen de una columna elegida de forma arbitraria:

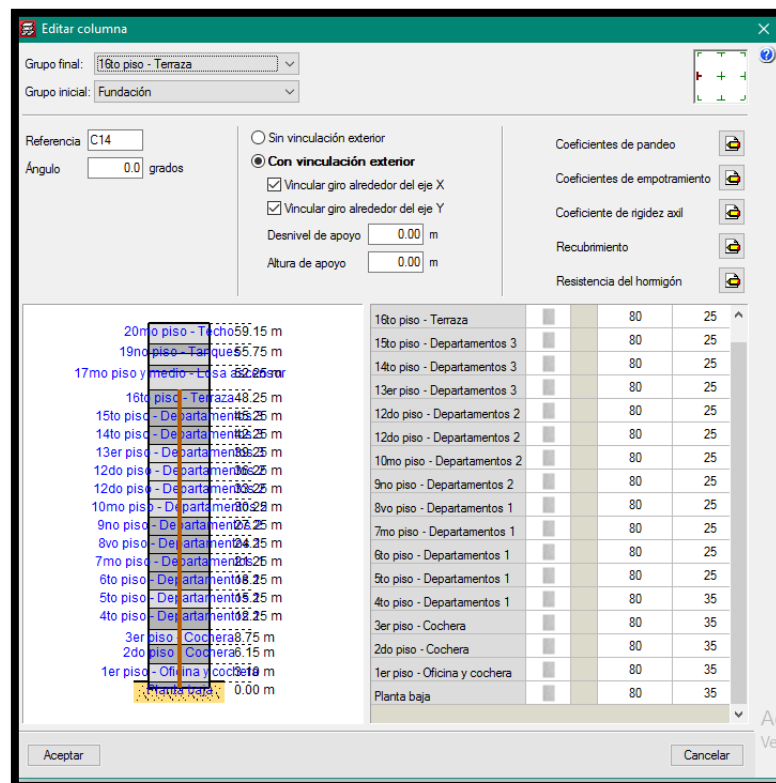


Fig. 12: Ventana de datos de columna

Análogamente para las restantes columnas.

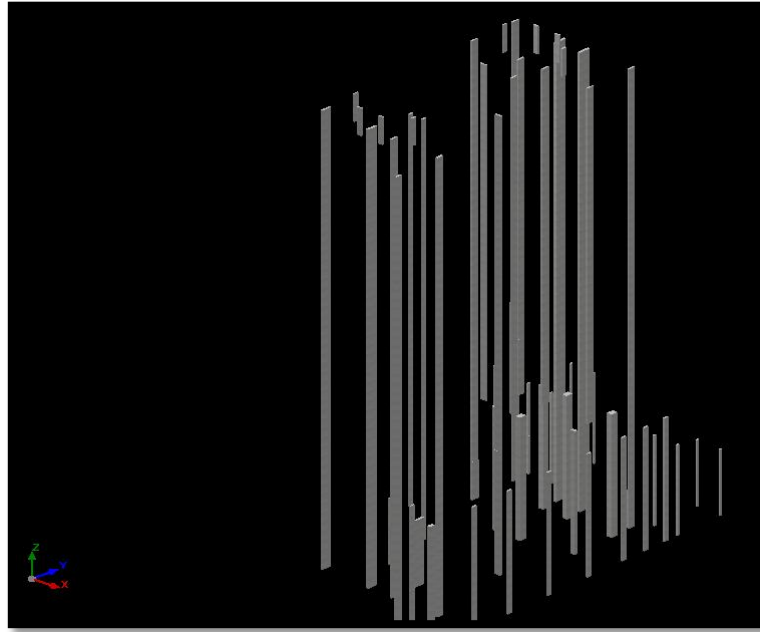


Fig. 13: Vista tridimensional (3D) de las columnas

Para el paso siguiente, colocación de las vigas, en la pestaña de introducción de las mismas se elige su tipo, que en este caso se adoptan vigas descolgadas rectangulares con las dimensiones de las secciones que anteriormente se han mencionado. Dichos elementos se unen entre las columnas perimetrales y también en el caso de apeo de columnas.

Se adjunta imagen de introducción de una viga elegida arbitrariamente:

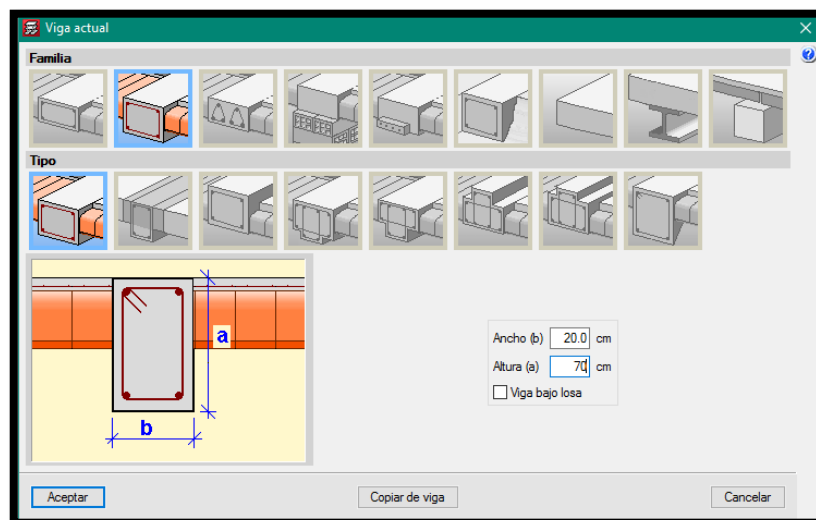
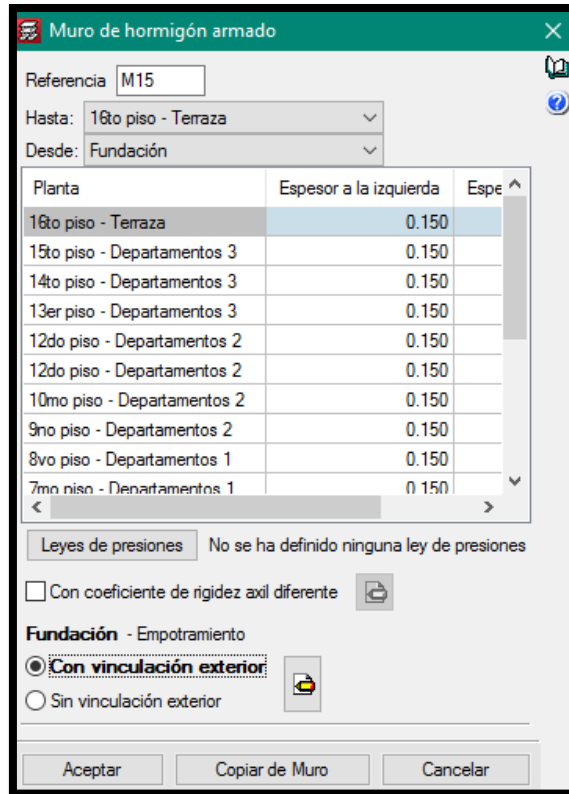


Fig. 14: Ventana de editor de vigas

Seguidamente se colocan los tabiques mediante la opción de introducción de muros de hormigón armado. El programa hace una distinción entre muros y tabiques, la diferencia

principal es la malla de elementos finitos triangulares de seis nodos que se genera, la malla del tabique consiste en triángulos isósceles de forma regular, mientras que la malla del muro son triángulos de forma arbitraria con refinamiento de la misma en el contorno. Se ha decidido adoptar el muro. Se ingresa el espesor como así también su planta de inicio y final.

Se adjunta imagen del menú para colocar el muro:



Planta	Espesor a la izquierda	Espe
16to piso - Terraza	0.150	
15to piso - Departamentos 3	0.150	
14to piso - Departamentos 3	0.150	
13er piso - Departamentos 3	0.150	
12do piso - Departamentos 2	0.150	
12do piso - Departamentos 2	0.150	
10mo piso - Departamentos 2	0.150	
9no piso - Departamentos 2	0.150	
8vo piso - Departamentos 1	0.150	
7mo piso - Departamentos 1	0.150	

Leyes de presiones: No se ha definido ninguna ley de presiones

☐ Con coeficiente de rigidez axial diferente

Fundación - Empotramiento

☒ Con vinculación exterior

☐ Sin vinculación exterior

Aceptar Copiar de Muro Cancelar

Fig. 15: Ventana de datos de muro

Se muestra imagen tridimensional de las columnas, muros y vigas:

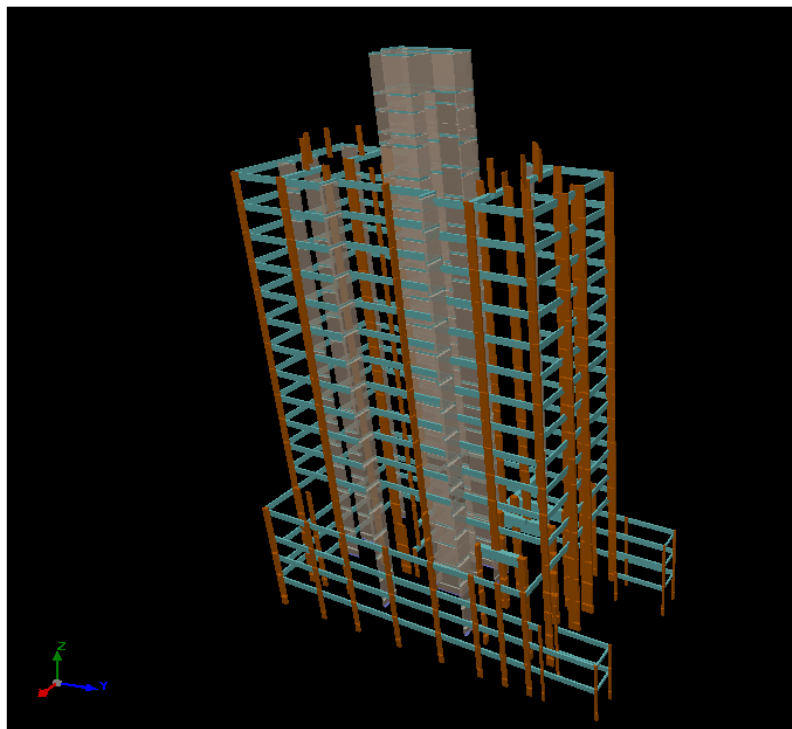


Fig. 16: Vista tridimensional (3D) del edificio

El siguiente elemento estructural por introducir es la losa casetonada y la losa maciza. El programa tiene la opción de colocar distintos tipos de losas, entre ellas las macizas, de viguetas, mixtas, plateas y casetonadas. Por lo tanto, en el menú que se adjunta a continuación se establecen tanto las medidas de los casetones, como de los nervios y la capa de compresión.

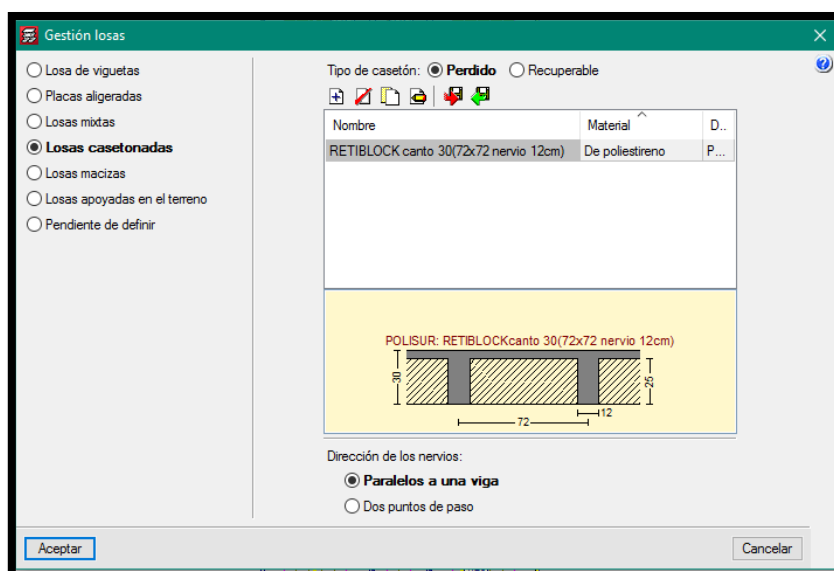


Fig. 17: Ventana de Introducción de losas

Al tener en nuestro diseño entrepisos sin vigas, es necesario la utilización de ábacos de manera tal de calcular correctamente el punzonamiento mediante la colocación de armadura destinada a tal fin. Estos ábacos se introducen de manera manual, y deben estar debajo tanto de muros como de columnas. Una planta con todos los elementos explicados hasta ahora quedaría de la siguiente manera:

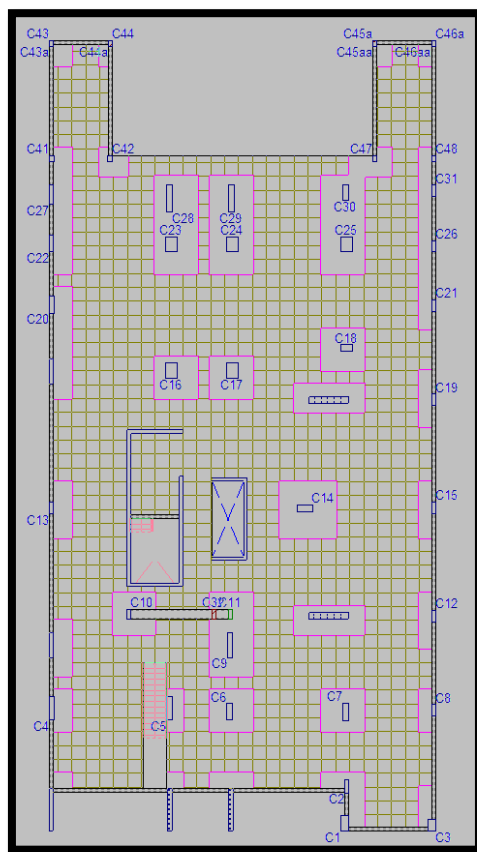


Fig. 18: Planta con los elementos estructurales

Antes de hacer el cálculo es necesario colocar las cargas en cada piso. Estas cargas se van a dividir en cargas lineales y superficiales, y las hipótesis consideradas por el programa son peso propio, cargas permanentes, sobrecargas de uso y las cargas de viento en ambas direcciones. Para introducir las cargas nos hemos guiado con las plantas de arquitectura, los cuales sirven para por ejemplo las cargas de las paredes. Las cargas de peso propio el software las introduce automáticamente tomando el volumen del elemento y multiplicando por su peso unitario.

Una vez que se está calculando, CypeCad comienza a combinar las diferentes hipótesis de cargas consideradas según el CIRSOC, para obtener las solicitaciones en cada uno de los elementos estructurales y proceder al armado de los mismos.

Las escaleras se calculan de manera independiente al resto del edificio, los datos de entrada necesarios son el ancho del tramo, si hay descanso, la cantidad de escalones, la huella y contra huella, entre otros. Se muestra una imagen de los datos:

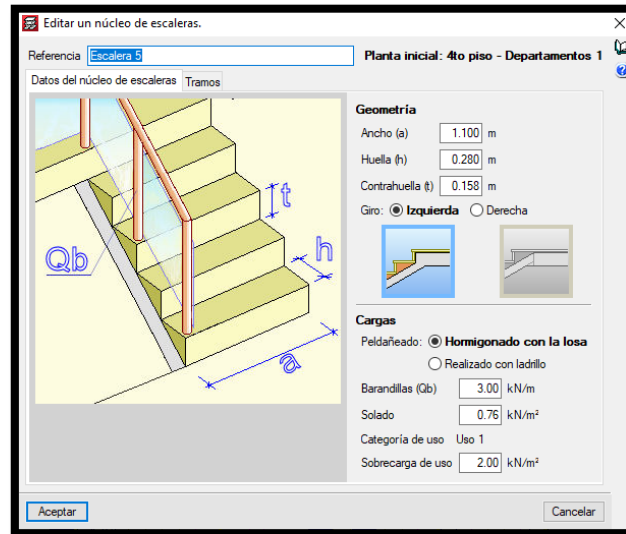


Fig. 19: Ventana con datos de entrada de escaleras

Se anexa una imagen de una de las plantas con sus cargas colocadas:

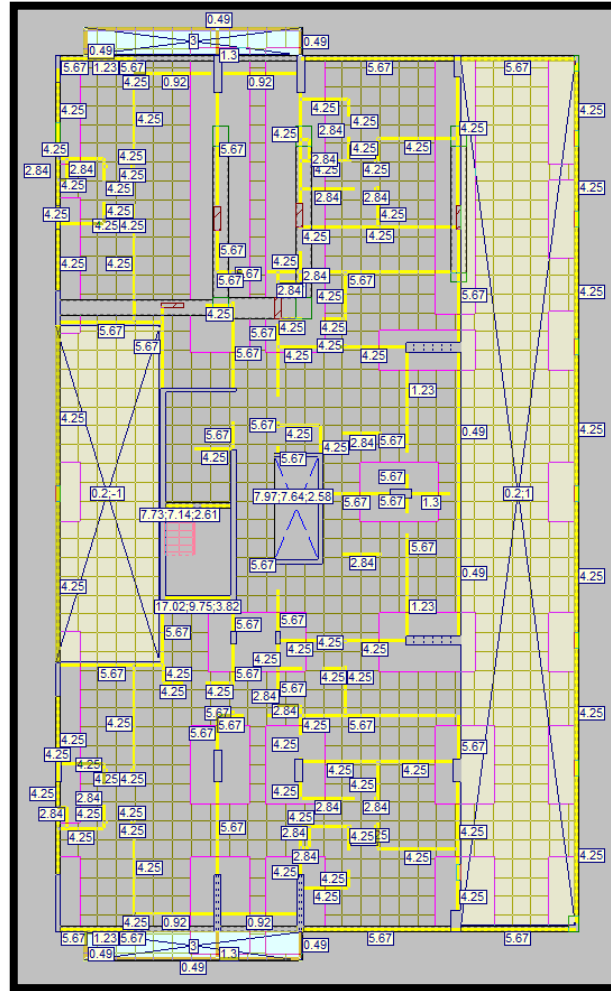


Fig. 20: Plano con sus cargas colocadas

Finalmente, las fundaciones se analizan una vez calculada la superestructura. Con las cargas en las bases de las columnas y muros se determinan la cantidad de pilotes necesarios y el cabezal a utilizar. Un análisis más extenso se hará más adelante en el cálculo estructural de los mismos.

Se adjunta una imagen de la vista 3D de la superestructura del edificio con todos los elementos estructurales:



Fig. 21: Vista tridimensional (3D) del edificio final

5.4.6. Cálculo estructural de losas:

Para el sistema de losas del edificio se ha adoptado el tipo de losas planas con ábacos formados por casetones de poliestireno en todos los pisos con excepción a las losas de los tanques de reserva y ascensor que corresponden a la tipología maciza, las primeras poseen solamente vigas perimetrales a lo largo de los bordes exteriores. En este sistema reticular se deben colocar necesariamente ábacos los cuales cumplen una función estructural dentro del mecanismo resistente de las placas aligeradas y nervadas. En este caso los ábacos presentan el mismo espesor que la losa, sin poseer capiteles.

Para las losas casetonadas, el programa realiza un mallado constante de forma automática en función de la separación entre nervios, de las inercias brutas tanto de la zona maciza como de las aligeradas, de la deformación por cortante y de la rigidez a torsión de la sección bruta. Respecto a la armadura del entrepiso sin vigas, el programa realiza una distinción entre el armado en la zona de los ábacos y el de la zona aligerada. El software coloca una armadura mínima de base en ábacos que se ubican entre los nervios, con el fin de no dejar grandes sectores de hormigón en masa sin armadura que serían posibles lugares de fisuración.

En edificios de gran altura y con elevadas cargas, como es el caso de este proyecto, conviene realizar una modificación manual de la armadura en base a la cuantía necesaria de cada planta, sobre todo por cuestiones de costos, mayor control y facilidad en obra, repartiendo y uniformizando así por sectores según lo indicado en los isovalores de cuantía necesaria. Por dicha razón, se ha modificado manualmente el mallado de las armaduras longitudinales de las losas de todas las plantas en función de los **isovalores de**

cuantías que se rigen de las leyes de armadura de tracción necesarias de las líneas de las mallas de la discretización. Los solapes de armado se realizan en la zona de los ábacos debido a que en general en dichos lugares no existen momentos positivos.

A continuación, se adjunta imagen del software Cypecad de la armadura de refuerzo adoptada manualmente con el fin de uniformizarla en función de los isovalores de cuantías necesarios, de un sector de pisos genéricos (Cuarto y Décimo Sexto Piso) para mejor interpretación:

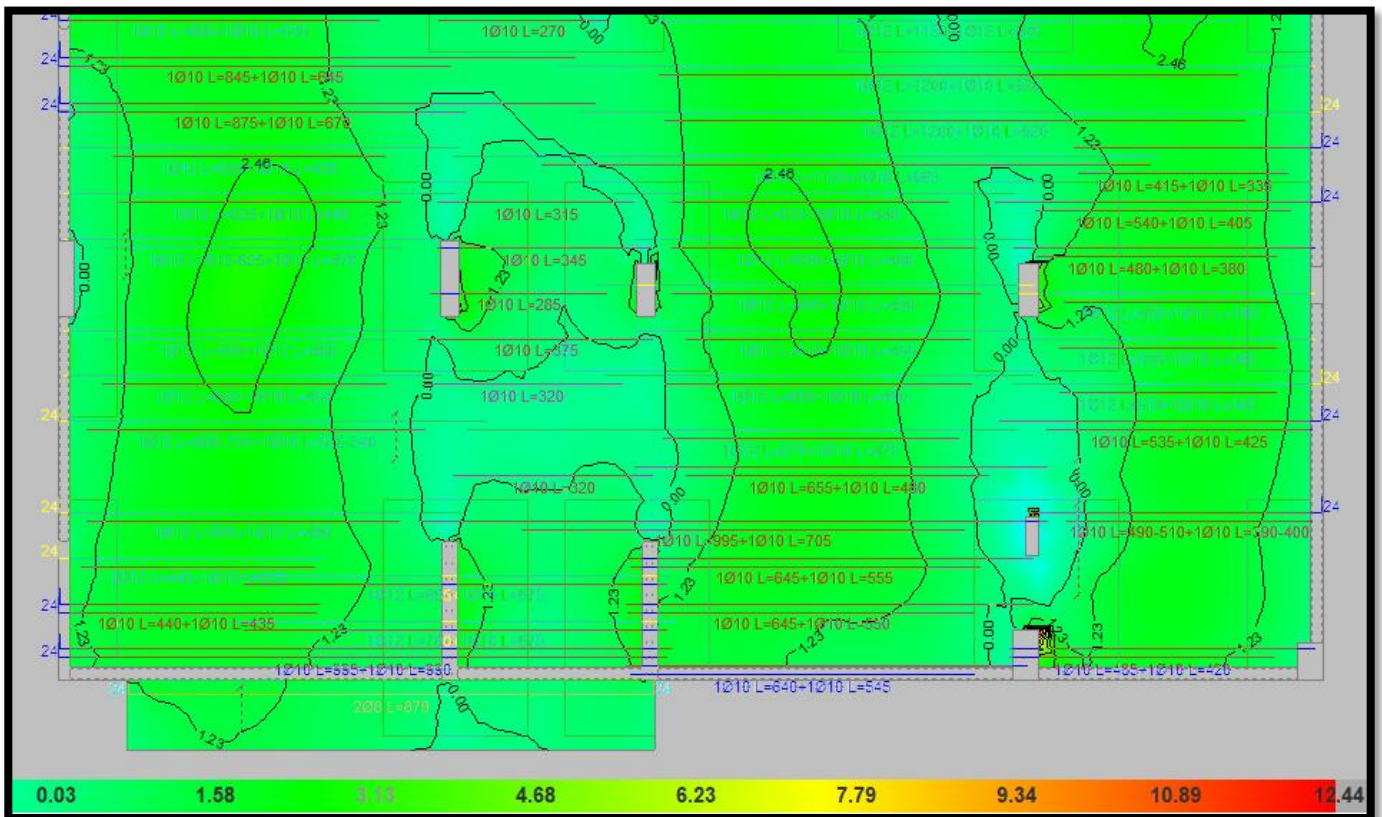


Fig. 22: Armadura adoptada de un sector de un piso genérico (Cuarto Piso)

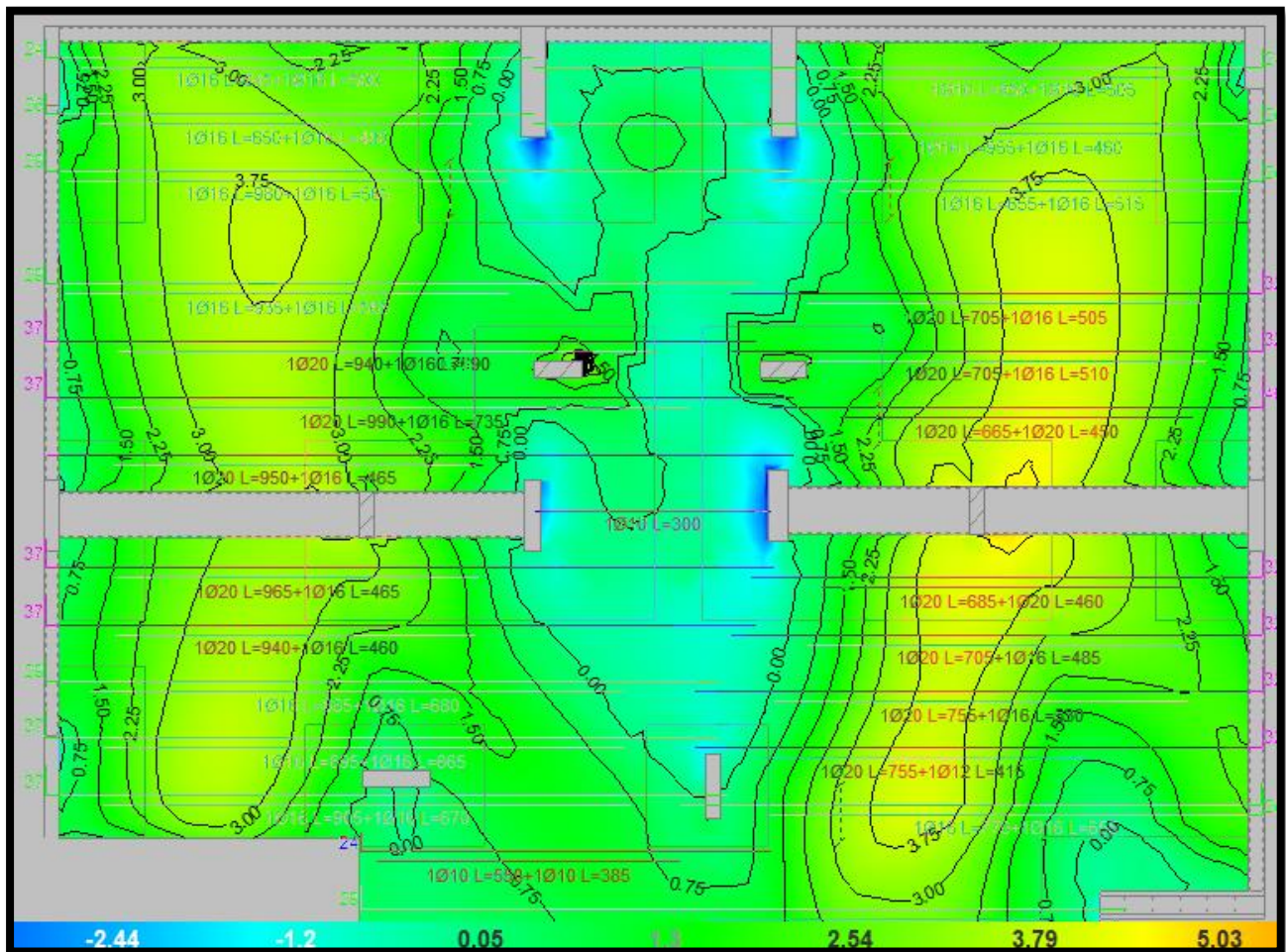


Fig. 23: Armadura adoptada de un sector de un piso genérico (Décimo Sexto Piso)

De manera análoga se ha procedido modificando la armadura de refuerzo de cada planta del edificio en función de los isovalores de cuantías necesarias.

Para la armadura transversal el programa realiza su comprobación tanto en la zona maciza como en la aligerada, verificando así el punzonamiento en las superficies paralelas a los bordes de apoyo, considerando a tales como a las columnas, vigas y apoyos en pantallas (muros). Para los casos en que no se cumple con la tensión límite de punzonamiento en las zonas macizas se ha colocado manualmente armadura de refuerzo transversal formada por ramas verticales (estribos); a su vez en los bordes de los apoyos se realiza la comprobación de la compresión oblicua, es decir el esfuerzo de corte, reforzando la armadura en los casos en que fuere necesario. En las zonas aligeradas se efectúa la comprobación a corte en los nervios y se refuerza en caso necesario.

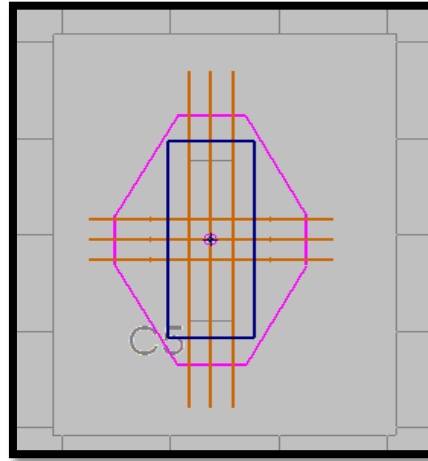
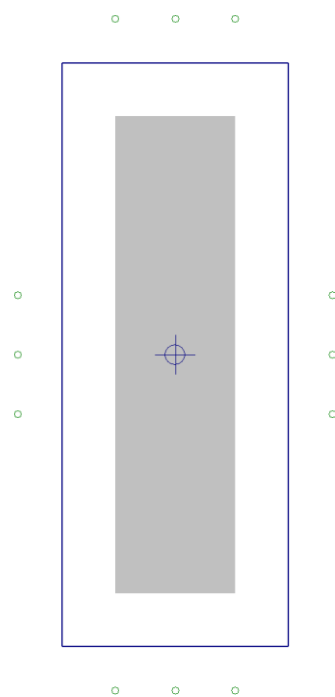


Fig. 24: Perímetro crítico y armadura por punzonamiento de Columna C5

A continuación, se adjuntan los cálculos y verificaciones que se realizan en una columna genérica debido al efecto de punzonamiento, a modo de ejemplo se escoge una columna genérica (C5) con las comprobaciones frente a dicho estado:

Cálculo de los perímetros de punzonamiento	
	Perímetro crítico
	b_0 : 4080 mm
	x_O : 6195 mm
	y_O : 6349 mm
	J_{cxO} : 31404712.5 cm ⁴
	J_{cyO} : 7467997.5 cm ⁴
	J_{cxyO} : 0.0 cm ⁴
	q : 0.00 °
	J_{cxp} : 31404712.5 cm ⁴
	J_{cyp} : 7467997.5 cm ⁴

2.1.- Perímetro crítico (C5)

2.1.1.- Elementos con armadura de corte (Combinaciones persistentes)

La tensión de corte que resulta de la transferencia de momentos por excentricidad de corte se debe suponer que varía en forma lineal alrededor del baricentro de las secciones críticas definidas en el artículo 11.12.1.2. La máxima tensión de corte debida al esfuerzo de corte mayorado V_u y al momento mayorado M_u debe ser igual o menor que f_{vn} (CIRSOC 201-2005, 11.12.6.2.):

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM + 0.5 \cdot Qa + 1.6 \cdot V (+X_{exc.-})$.

Se debe satisfacer:

$$0.46 \text{ MPa} < 1.21 \text{ MPa} \checkmark$$

Donde:

$$v_u : \underline{0.46} \text{ MPa}$$

V_u : Esfuerzo de corte mayorado.

$$V_u : \underline{231.46} \text{ kN}$$

M_u : Momento mayorado.

$$M_{ux} : \underline{-69.13} \text{ kNm}$$

$$M_{uy} : \underline{-153.72} \text{ kNm}$$

A_c : Área de la sección de hormigón que resiste la transferencia del corte.

$$A_c : \underline{11016.0} \text{ cm}^2$$

J_c : Propiedad de la sección crítica supuesta, análoga al momento polar de inercia.

$$J_{cx0} : \underline{31404712.5} \text{ cm}^4$$

$$J_{cy0} : \underline{7467997.5} \text{ cm}^4$$

Cuando las cargas gravitatorias, las cargas debidas al viento o sismo, u otras fuerzas laterales produzcan la transmisión de un momento no balanceado M_u entre una losa y una columna, una fracción $g_f M_u$ del momento no balanceado se debe transmitir por flexión de acuerdo con el artículo 13.5.3. El resto del momento no balanceado $g_v M_u$ se debe considerar como transmitido por excentricidad de corte alrededor del baricentro de la sección crítica definida en el artículo 11.12.1.2., en la que (CIRSOC 201-2005, 11.12.6.1.):

$$g_{vx} : \underline{0.52}$$

$$g_{vy} : \underline{0.29}$$

$$g_{fx} : \underline{0.48}$$

$$g_{fy} : \underline{0.71}$$

b_1 : Dimensión de la sección crítica de corte, b_0 , definida en el artículo 11.12.1.2., y medida en la dirección de la luz para la cual se determinaron los momentos.

$$b_1 : \underline{570} \text{ mm}$$

b_2 : Dimensión de la sección crítica de corte, b_0 , definida en el artículo 11.12.1.2., y medida en la dirección perpendicular a b_1 .

$$b_2 : \underline{1470} \text{ mm}$$



b) Para elementos con armadura de corte que no esté constituida por conectores de corte,

$$f_{vn} : \underline{1.21} \text{ MPa}$$

siendo V_c y V_s las resistencias nominales de corte definidas en el artículo 11.12.3.1.

El valor de V_n se debe adoptar igual o menor que (CIRSOC 201-2005, 11.11.3.1):

$$V_n : \underline{1770.87} \text{ kN}$$

V_n no debe considerarse mayor que (CIRSOC 201-2005, 11.11.3.2):

$$: \underline{3018.38} \text{ kN}$$

donde V_c no debe tomarse mayor que

$$V_c : \underline{1026.25} \text{ kN}$$

El valor de la resistencia de la armadura de corte, V_s , se debe determinar de acuerdo con el artículo 11.5. El área de la armadura de corte A_v , utilizada en la expresión (11-15), es el área de la sección transversal de todas las ramas de armadura existentes sobre una línea periférica, que es geoméricamente similar al perímetro de la sección de la columna.

$$V_s : \underline{744.62} \text{ kN}$$

Ref.	A_v (mm ²)	s (mm)	a (°)	A_v/s (cm ² /m)
Armadura 1	301.8	130	45	23.2
Armadura 1	301.8	130	45	23.2

a: Ángulo que define la orientación de la armadura.

f_{yt} : Tensión de fluencia especificada de la armadura transversal no tesa.

$$f_{yt} : \underline{420.00} \text{ MPa}$$

Los valores de f_y y f_{yt} utilizados para diseñar la armadura de corte deben ser (CIRSOC 201-2005, 11.5.2):

f'_c : Resistencia especificada a la compresión del hormigón.

$$f'_c : \underline{30.00} \text{ MPa}$$



b₀: Perímetro de la sección crítica para el corte en losas de base y zapatas (CIRSOC 201-2005, 11.12.1.2.).

b₀ : 4080 mm

d: Distancia desde la fibra comprimida extrema hasta el baricentro de la armadura longitudinal traccionada, no tesa, (altura útil).

d : 270 mm

f: Factor de reducción de resistencia (CIRSOC 201-2005, 9.3.).

f : 0.75

2.2.- Armadura de refuerzo (C5)

2.2.1.- Límites para la separación de la armadura

La separación libre mínima s_l , entre las barras o alambres paralelos, ubicados en una capa de armadura en elementos solicitados a flexión, debe ser (CIRSOC 201-2005, 7.6.1):

Tamaño máximo nominal del agregado grueso.

: 15 mm

Ref.	d _b (mm)	Espaciamiento libre (mm)	3/4 Espaciamiento libre (mm)	Cumple
Armadura 1	8	122	92	✓
Armadura 1	8	122	92	✓

2.2.2.- Disposiciones especiales para losas y zapatas

La armadura de corte, constituida por barras o alambres y por estribos de una o múltiples ramas, se puede utilizar en las losas y en las zapatas, siempre que la altura efectiva d de dichos elementos reúna las siguientes características (CIRSOC 201-2005, 11.12.3):



Ref.	d_b (mm)		Cumple
Armadura 1	8	270 mm ³ 150 mm	✓
Armadura 1	8	270 mm ³ 150 mm	✓

d: Distancia desde la fibra comprimida extrema hasta el baricentro de la armadura longitudinal traccionada, no tesa, (altura útil). **d :** 270 mm

2.2.3.- Disposiciones especiales para losas y zapatas

La distancia entre la cara de la columna y la primera línea de ramas de estribos, que envuelven a la columna, debe ser igual o menor que $d/2$ (CIRSOC 201-2005, 11.12.3.3):

$$130 \text{ mm} < 135 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

d: Distancia desde la fibra comprimida extrema hasta el baricentro de la armadura longitudinal traccionada, no tesa, (altura útil). **d :** 270 mm

2.2.4.- Disposiciones especiales para losas y zapatas

La separación entre sucesivas líneas de armadura de corte, que envuelven a la columna debe ser igual o menor que $d/2$, medida en una dirección perpendicular a la cara de la columna (CIRSOC 201-2005, 11.12.3.3).

$$130 \text{ mm} < 135 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

d: Distancia desde la fibra comprimida extrema hasta el baricentro de la armadura longitudinal traccionada, no tesa, (altura útil). **d :** 270 mm

2.2.5.- Disposiciones especiales para losas y zapatas

La separación entre las ramas de estribos adyacentes en la primera línea de armadura de corte debe ser igual o menor que $2d$, medida en una dirección paralela a la cara de la columna (CIRSOC 201-2005, 11.12.3.3).

$$150 \text{ mm} < 540 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

d: Distancia desde la fibra comprimida extrema hasta el baricentro de la armadura longitudinal traccionada, no tesa, (altura útil). **d :** 270 mm

Teniendose así para esta columna genérica C5 las siguientes comprobaciones:

Perímetro crítico: 4080 mm

Canto útil de la losa: 27 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro crítico	Elementos con armadura de corte (Combinaciones persistentes)	0.46 MPa £ 1.21 MPa	Cumple
Armadura de refuerzo	Límites para la separación de la armadura	---	Cumple
Armadura de refuerzo	Disposiciones especiales para losas y zapatas	---	Cumple
Armadura de refuerzo	Disposiciones especiales para losas y zapatas	130 mm £ 135 mm	Cumple
Armadura de refuerzo	Disposiciones especiales para losas y zapatas	130 mm £ 135 mm	Cumple
Armadura de refuerzo	Disposiciones especiales para losas y zapatas	150 mm £ 540 mm	Cumple

A continuación, se adjuntan imágenes de los isovalores de esfuerzos para una combinación de carga ($1,20 \cdot PP + 1,2 \cdot CM + 1,6 \cdot Qa$) para una planta genérica (Planta correspondiente al cuarto piso), para las demás plantas se tienen sus respectivos valores de solicitaciones:

- Momento Flector en dirección x-x:

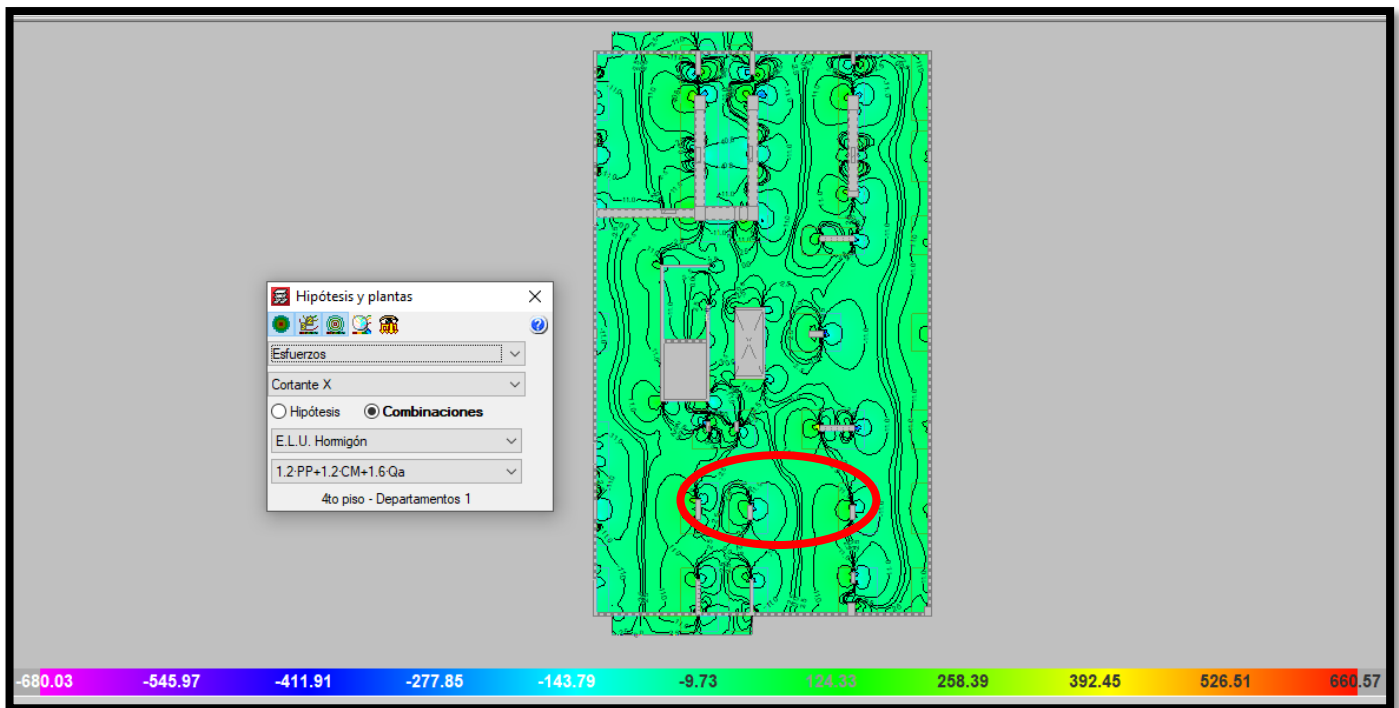


Fig. 25: Solicitación de momento flector en planta de 4to piso

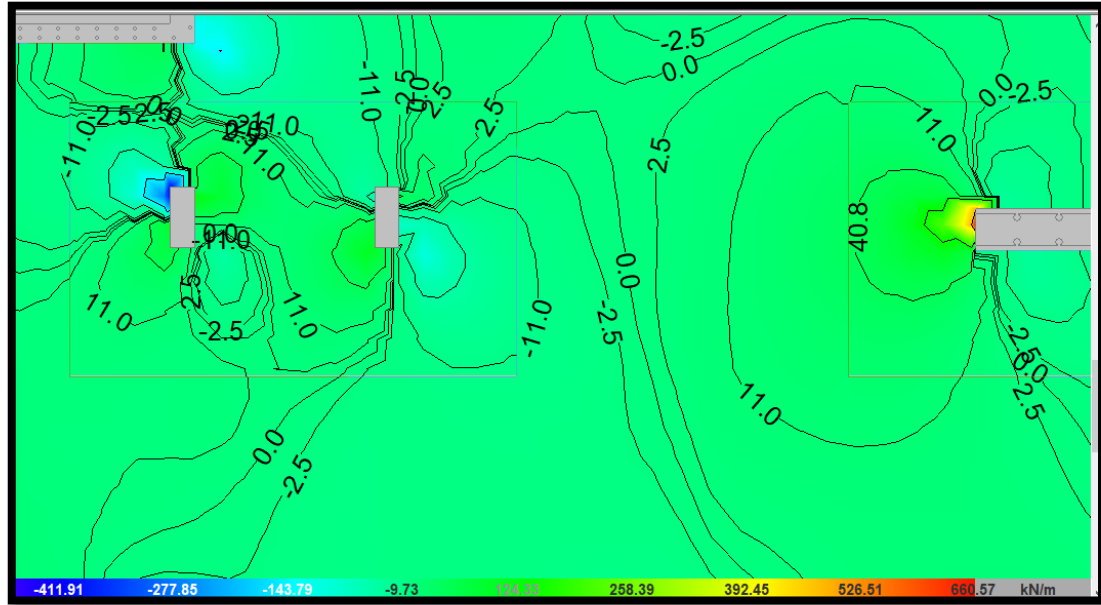


Fig. 26: Imagen ampliada del esfuerzo de momento flector en dirección x-x

- Esfuerzo cortante total (x-y) para la planta correspondiente al cuarto piso:

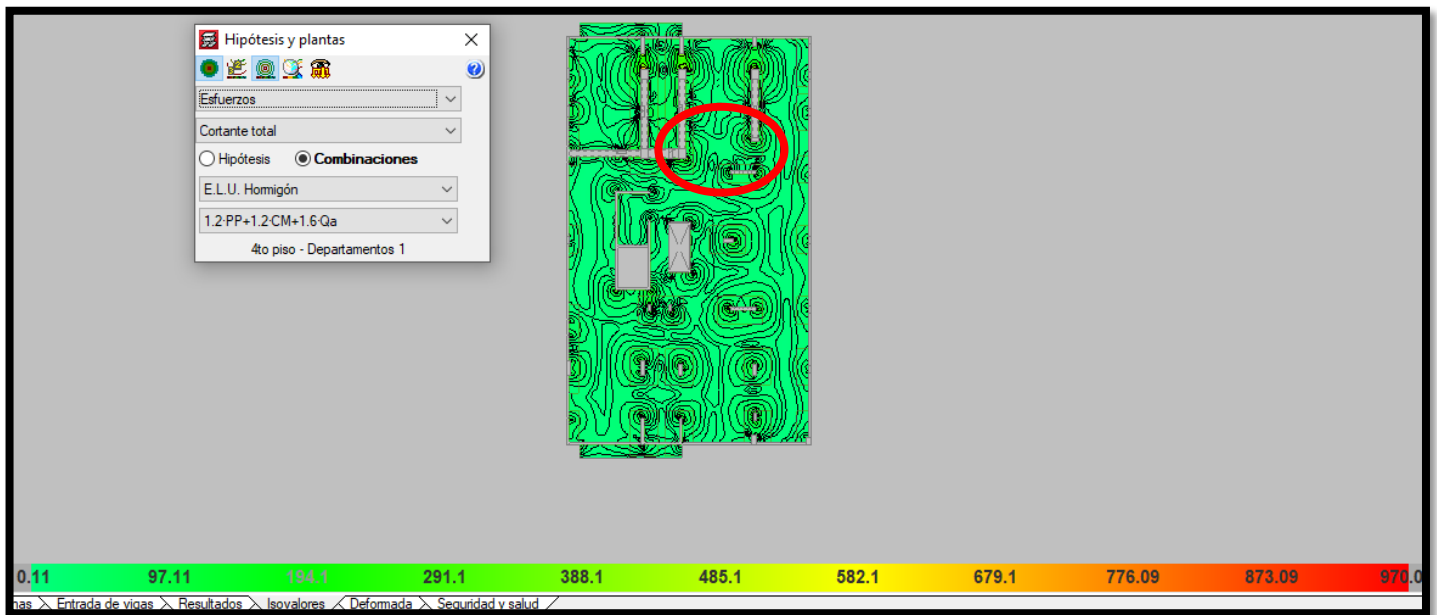


Fig. 27: Esfuerzo cortante total para el cuarto piso

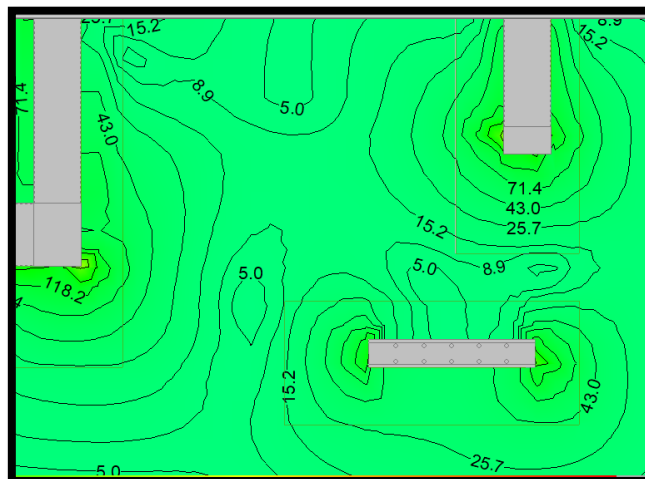


Fig. 28: Imagen ampliada de los isovalores por esfuerzo cortante total

Existen ciertos casos que por condicionamiento arquitectónico se impone que una columna nazca de la losa lo que hace necesario la colocación de vigas que por lo general resultan elevadas cuando se deben soportar varias plantas, este diseño de vigas se denomina “apeo”.

5.4.7. Cálculo estructural de vigas:

Como se explicó anteriormente, al calcular el programa combina cada una de las hipótesis de cargas que se han planteado según el CIRSOC 201, de esta forma se obtiene para todas las vigas del edificio las solicitaciones de tres maneras distintas, por hipótesis, por combinaciones de cargas y las envolventes. Luego se dimensionan las armaduras para cubrir de esa forma los momentos flectores y esfuerzos cortantes que actúan sobre la viga. El software deja a libre elección del usuario la decisión de cambiar las armaduras o corregirlas de manera de que sea más cómodo constructivamente. También, si bien realiza la mayoría de las verificaciones según el reglamento, hay otras que deben cambiarse manualmente de manera de que el elemento estructural se encuentre en buenas condiciones.

Para los recubrimientos de las vigas se han adoptado en base a la tabla 7.7.1 del reglamento CIRSOC 201 un valor mínimo en función de la clase de exposición, en nuestro caso corresponde “A3”, con lo que se debe incrementar un 30% los valores de dicha tabla. Por lo tanto, se tiene así:

- Para armadura principal: $20mm * 1,30 = 26mm$
- Para estribos cerrados: $20mm * 1,30 = 26mm$

A continuación, a modo de ejemplo se colocan las verificaciones correspondientes a una viga aleatoria del edificio:



Datos de la viga	
	Geometría
	Dimensiones : 20x60
	Luz libre : 5.7 m
	Recubrimiento geométrico superior : 2.6 cm
	Recubrimiento geométrico inferior : 2.6 cm
	Recubrimiento geométrico lateral : 2.6 cm
Materiales	
Hormigón : H-30	
Armadura longitudinal : ADN 420	
Armadura transversal : ADN 420	

Se adjunta una imagen en donde se aprecia las verificaciones que se realiza para una viga:

Vano	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CIRSOC 201-2005)																Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _{xst}	TV _{yst}	T _{Disp-st}	T _{Disp-sl}	T _{Geom-st}	T _{Arm-st}	
V-217: C42 - C44	Cumple	0.000 m' Cumple	0.562 m' η = 21.7	2.543 m' η = 61.8	5.693 m' η = 24.2	5.663 m' η = 87.1	0.000 m' η = 63.8	0.000 m' η = 80.0	N.P. ⁽¹⁾	5.693 m' η = 26.2	N.P. ⁽¹⁾	5.663 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	CUMPLE η = 87.1

Siendo:

Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras

Arm.: Armadura mínima y máxima

Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)

N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)

T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.

T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.

T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.

TNM_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.

TV_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua

TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua

TV_{xst}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.

TV_{yst}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.

T_{Disp-sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.



T,Disp.st: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.

T,Geom.sl: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.

T,Arm.st: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.

x: Distancia al origen de la barra

h: Coeficiente de aprovechamiento (%)

N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

⁽¹⁾ No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Vano	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CIRSOC 201-2005)				Estado
	SC,sup.	SC,Lat.Der.	SC,inf.	SC,Lat.Izq.	
V-217: C42 - C44	x: 0 m Cumple	x: 3.143 m Cumple	x: 3.143 m Cumple	x: 3.143 m Cumple	CUMPLE

Siendo:

SC,sup.: Comprobación de la separación máxima entre armaduras: Cara superior

SC,Lat.Der.: Comprobación de la separación máxima entre armaduras: Cara lateral derecha

SC,inf.: Comprobación de la separación máxima entre armaduras: Cara inferior

SC,Lat.Izq.: Comprobación de la separación máxima entre armaduras: Cara lateral izquierda

x: Distancia al origen de la barra

h: Coeficiente de aprovechamiento (%)

3.1.1.1. Comprobaciones de resistencia:

Tramo: V-217: C42 - C44 (C42 - 1.463 m, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (CIRSOC 201-2005, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La separación libre mínima $s_{l,min}$ entre la armadura en una capa en elementos solicitados a flexión debe ser (Artículo 7.6.1):

$$28 \text{ mm} > 25 \text{ mm} \checkmark$$

Donde:



$S_{l,min}$: Valor máximo de s_1 , s_2 , s_3 .

$S_{l,min}$: 25 mm

s_1 : 16 mm

s_2 : 25 mm

s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b : Diámetro de la barra más gruesa.

d_b : 16.0 mm

d_{ag} : Tamaño máximo nominal del agregado grueso.

d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (CIRSOC 201-2005, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión negativa alrededor del eje X:

El área de refuerzo longitudinal a tracción, A_s , no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.1 y 10.5.3):

$$5.37 \text{ cm}^2 > 1.96 \text{ cm}^2 \quad \checkmark$$

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis.

$A_{s,req}$: 1.47 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (CIRSOC 201-2005, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.217} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$V_{u,y}$: 29.22 kN

$f \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

$f \cdot V_{n,y}$: 134.39 kN



Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_s se producen en '0.562 m', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+1.6·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$$V_n : \underline{179.18} \text{ kN}$$

Resistencia al corte proporcionada por el hormigón en los elementos no pretensados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

$$V_c : \underline{100.76} \text{ kN}$$

([MPa] f'_c)

El valor de V_c obtenido debe cumplir la siguiente expresión:

$$V_c : \underline{184.31} \text{ kN}$$

([MPa] N_u/A_g y f'_c)

Donde:

f'_c : Resistencia especificada a la compresión del hormigón.

$$f'_c : \underline{30.00} \text{ MPa}$$

$$r_w : \underline{0.005}$$

Siendo:

A_s : Área de la armadura longitudinal traccionada, no tesa.

$$A_s : \underline{5.56} \text{ cm}^2$$

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

$$b_w : \underline{200} \text{ mm}$$

d : Distancia desde la fibra comprimida extrema hasta el baricentro de la armadura longitudinal traccionada, no tesa.

$$d : \underline{561} \text{ mm}$$



$$M_m : \underline{12.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_u : Momento mayorado en la sección considerada.

$$M_u : \underline{-12.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_u : Esfuerzo axial mayorado, normal a la sección transversal.

$$N_u : \underline{0.00} \text{ kN}$$

h : Altura total de la sección transversal de un elemento.

$$h : \underline{600.00} \text{ mm}$$

A_g : Área total de la sección de hormigón.

$$A_g : \underline{1200.00} \text{ cm}^2$$

Resistencia al corte proporcionada por la armadura correspondiente (Artículo 11.5.7):

$$V_s : \underline{78.43} \text{ kN}$$

V_s se debe considerar en todos los casos (Artículo 11.5.7.9):

$$V_s : \underline{409.58} \text{ kN}$$

([MPa] f'_c)

Donde:

A_v : Área de la armadura de corte existente en una distancia s .

$$A_v : \underline{0.57} \text{ cm}^2$$

f_{yt} : Tensión de fluencia especificada de la armadura longitudinal no tesa.

$$f_{yt} : \underline{420.00} \text{ MPa}$$

d : Distancia desde la fibra comprimida extrema hasta el baricentro de la armadura longitudinal traccionada, no tesa.

$$d : \underline{561} \text{ mm}$$

s : Separación entre los centros de la armadura transversal, en dirección paralela a la armadura longitudinal.

$$s : \underline{170} \text{ mm}$$

f'_c : Resistencia especificada a la compresión del hormigón.

$$f'_c : \underline{30.00} \text{ MPa}$$

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

$$b_w : \underline{200} \text{ mm}$$

Separación de las armaduras transversales



Cortante en la dirección Y:

La separación s de la armadura de corte ubicada en forma perpendicular al eje del elemento debe ser s_{\max} (Artículo 11.5.5):

$$170 \text{ mm} < 285 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

s_{\max} : Valor mínimo de s_1 , s_2 .

$$s_{\max} : \quad 285 \quad \text{mm}$$

$$s_1 : \quad 285 \quad \text{mm}$$

$$s_2 : \quad 400 \quad \text{mm}$$

Siendo:

d : Distancia desde la fibra comprimida extrema hasta el baricentro de la armadura longitudinal traccionada, no tesa.

$$d : \quad 561 \quad \text{mm}$$

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Se debe colocar un área mínima de armadura de corte, $A_{v,\min}$, en todo elemento de hormigón armado, pretensado y no pretensado, solicitado a flexión (Artículo 11.5.6):

$$0.57 \text{ cm}^2 > 0.28 \text{ cm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

$$A_{v,\min} : \quad 0.28 \quad \text{cm}^2$$

([MPa] f'_c y f_{yt})

Siendo:

f'_c : Resistencia especificada a la compresión del hormigón.

$$f'_c : \quad 30.00 \quad \text{MPa}$$

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

$$b_w : \quad 200 \quad \text{mm}$$

s : Separación entre los centros de la armadura transversal, en dirección paralela a la armadura longitudinal.

$$s : \quad 170 \quad \text{mm}$$



f_{yt} : Tensión de fluencia especificada de la armadura longitudinal no tesa.

$$f_{yt} : \underline{420.00} \text{ MPa}$$

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (CIRSOC 201-2005, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '1.343 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos máximos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.507} \checkmark$$

Comprobación de resistencia de la sección (h_1)

P_u, M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u : Esfuerzo normal de cálculo.

$$P_u : \underline{0.00} \text{ kN}$$

M_u : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_{u,x} : \underline{19.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{u,y} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$f \cdot P_n, f \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$f \cdot P_n$: Axil de agotamiento.

$$f \cdot P_n : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$f \cdot M_n$: Momentos de agotamiento.

$$f \cdot M_{n,x} : \underline{38.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

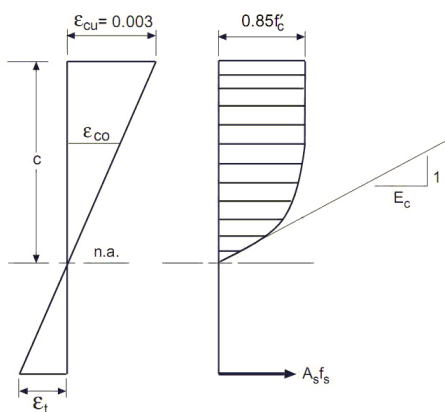
$$f \cdot M_{n,y} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

- (a) El diseño por resistencia de elementos solicitados a flexión y cargas axiales debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.
- (b) Las deformaciones específicas en la armadura y en el hormigón se deben suponer directamente proporcionales a la distancia al eje neutro.
- (c) Para la determinación de la resistencia nominal de una sección, se debe considerar como máxima deformación en la fibra extrema del hormigón sometida a compresión un valor igual a 0.003.
- (d) La tensión en el acero se debe calcular como E_s veces la deformación de la armadura, siempre que dicha tensión resulte menor que la tensión de fluencia especificada f_y . Para deformaciones mayores que la correspondiente a f_y , la tensión se debe considerar independiente de la deformación, e igual a f_y .
- (e) La resistencia a la tracción del hormigón no se debe considerar en el dimensionamiento de los elementos de hormigón armado solicitados a flexión y a cargas axiales.
- (f) La relación entre la tensión de compresión en el hormigón y la deformación específica del hormigón se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica, o de cualquier otra forma que dé origen a una predicción de la resistencia que coincida en forma sustancial con los resultados de ensayos.

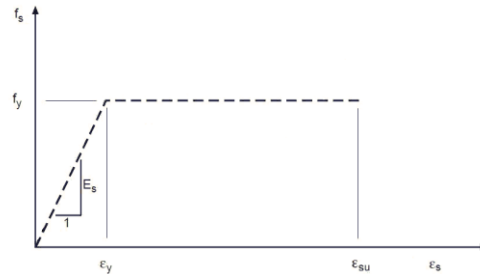
El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f'_c : Resistencia especificada a la compresión del hormigón.	$f'_c : 30.00 \text{ MPa}$
ϵ_{cu} : Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de hormigón a compresión.	$\epsilon_{cu} : 0.0030$
ϵ_{co} : Deformación unitaria bajo carga máxima.	$\epsilon_{co} : 0.0020$



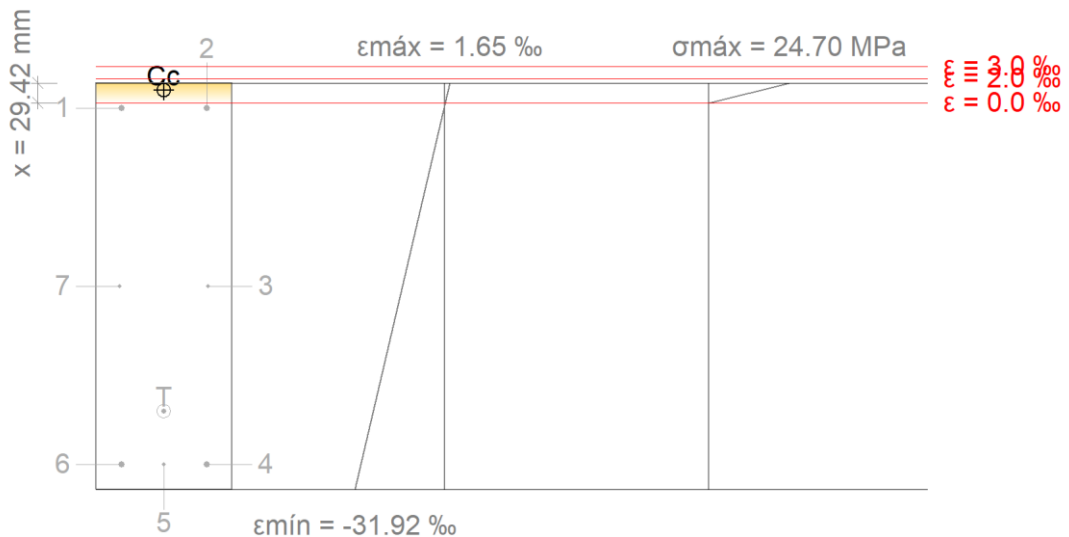
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y : Tensión de fluencia especificada de la armadura longitudinal no tesa.

$f_y : 420.00 \text{ MPa}$

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ϵ
1	Ø10	-63.00	263.00	-84.83	-0.000424
2	Ø10	63.00	263.00	-84.83	-0.000424
3	Ø6	65.00	0.00	0.00	-0.015137
4	Ø10	63.00	-263.00	-420.00	-0.029850
5	Ø10	0.00	-263.00	-420.00	-0.029850
6	Ø10	-63.00	-263.00	-420.00	-0.029850
7	Ø6	-65.00	0.00	0.00	-0.015137



	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	89.59	0.00	289.27
Cs	0.00	0.00	0.00
T	89.59	0.00	-184.81

$$P_n : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$$M_{n,x} : \underline{42.47} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{n,y} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

$$C_c : \underline{89.59} \text{ kN}$$

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

$$C_s : \underline{0.00} \text{ kN}$$

T: Resultante de tracciones en el acero.

$$T : \underline{89.59} \text{ kN}$$

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cc,x} : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : \underline{289.27} \text{ mm}$$

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cs} : \underline{0.00} \text{ mm}$$

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{T,x} : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$e_{T,y} : \underline{-184.81} \text{ mm}$$

e_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

$$e_{cmax} : \underline{0.0016}$$

e_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.

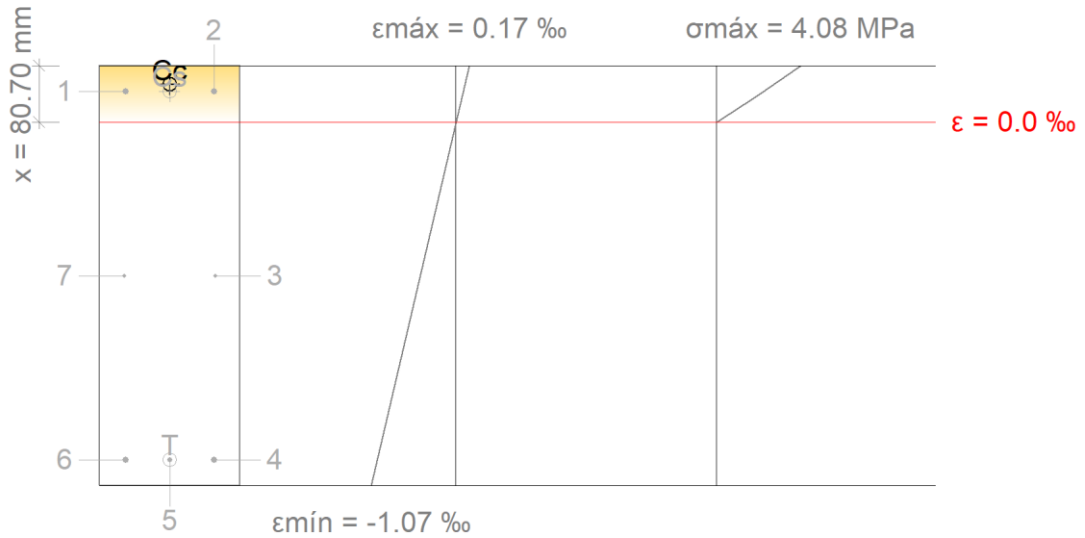
$$e_{smax} : \underline{0.0299}$$

s_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

$$s_{cmax} : \underline{24.70} \text{ MPa}$$

s_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$s_{smax} : \underline{420.00} \text{ MPa}$$

**Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo p_simos:**

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ϵ
1	Ø10	-63.00	263.00	+18.08	+0.000090
2	Ø10	63.00	263.00	+18.08	+0.000090
3	Ø6	65.00	0.00	0.00	-0.000454
4	Ø10	63.00	-263.00	-199.55	-0.000998
5	Ø10	0.00	-263.00	-199.55	-0.000998
6	Ø10	-63.00	-263.00	-199.55	-0.000998
7	Ø6	-65.00	0.00	0.00	-0.000454

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	33.40	0.00	272.91
Cs	2.84	0.00	263.00
T	36.24	0.00	-263.00

$$P_u : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$$M_{u,x} : \underline{19.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{u,y} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:



C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.	$C_c : 33.40 \text{ kN}$
C_s : Resultante de compresiones en el acero.	$C_s : 2.84 \text{ kN}$
T : Resultante de tracciones en el acero.	$T : 36.24 \text{ kN}$
e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x} : 0.00 \text{ mm}$ $e_{cc,y} : 272.91 \text{ mm}$
e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x} : 0.00 \text{ mm}$ $e_{cs,y} : 263.00 \text{ mm}$
e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x} : 0.00 \text{ mm}$ $e_{T,y} : -263.00 \text{ mm}$
e_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	$e_{cmax} : 0.0002$
e_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.	$e_{smax} : 0.0010$
s_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	$s_{cmax} : 4.08 \text{ MPa}$
s_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.	$s_{smax} : 199.55 \text{ MPa}$

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.3.1)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_símimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+1.6·V(+Xexc.+)". Se debe satisfacer:

$$0.57 \text{ MPa} < 3.34 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Donde:

$s_{u,TV}$: Esfuerzo cortante debido a cortante y torsión.	$s_{u,TV} : 0.57 \text{ MPa}$
$s_{n,TV}$: Esfuerzo límite de agrietamiento por cortante y torsión.	$s_{n,TV} : 4.45 \text{ MPa}$
f : Factor de reducción de resistencia.	$f : 0.75$

Esfuerzo cortante debido a cortante y torsión.

Donde:

T_u : Momento torsor mayorado en la sección.	$T_u : 4.19 \text{ kN}\cdot\text{m}$
A_{0h} : Área encerrada por el eje de la armadura transversal cerrada más externa.	$A_{0h} : 769.64 \text{ cm}^2$
p_h : Perímetro del eje de la armadura transversal cerrada ubicada en la posición más externa.	$p_h : 1368.00 \text{ mm}$

Esfuerzo límite de agrietamiento por cortante y torsión.



Donde:

V_c : Resistencia nominal al corte proporcionada por el hormigón.	V_c : <u>94.05</u> kN
b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.	b_w : <u>200.00</u> mm
d : Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.	d : <u>563.00</u> mm
f'_c : Resistencia especificada a compresión del concreto.	f'_c : <u>30.00</u> MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.3.6)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+1.6·V(+Xexc.)".
Se debe satisfacer:

$$6.86 \text{ kN}\cdot\text{m} > 4.19 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad \checkmark$$

Donde:

T_n : Resistencia nominal a torsión.	T_n : <u>9.15</u> kN·m
T_u : Momento torsor mayorado en la sección.	T_u : <u>4.19</u> kN·m
f : Factor de reducción de resistencia.	f : <u>0.75</u>

Resistencia torsional mayorada (Artículo 11.6.3.6).

Donde:

A_t : Área de una rama de un estribo cerrado que resiste la torsión.	A_t : <u>0.28</u> cm ²
s : Separación entre los centros de la armadura transversal, en dirección paralela a la armadura longitudinal.	s : <u>170</u> mm
f_{yt} : Resistencia nominal al corte proporcionada por el hormigón.	f_{yt} : <u>420.00</u> MPa
q : Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.	q : <u>45.0</u> grados



A_0 : Área encerrada por la trayectoria del flujo de cortante alrededor del perímetro del tubo.

$$A_0 : \underline{654.19} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A_{0h} : Área encerrada por el eje de la armadura transversal cerrada más externa.

$$A_{0h} : \underline{769.64} \text{ cm}^2$$

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.3.7)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$8.51 \text{ cm}^2 > 5.43 \text{ cm}^2 \checkmark$$

Donde:

A_{st} : Área total del refuerzo longitudinal no preesforzado.

$$A_{st} : \underline{8.51} \text{ cm}^2$$

A_l : Área total de la armadura longitudinal para resistir la torsión.

$$A_l : \underline{5.43} \text{ cm}^2$$

Armadura longitudinal adicional requerida por torsión (Artículo 11.6.3.7).

Donde:

$$A_t/s : \underline{0.06}$$

T_u : Torsión mayorada en la sección.

$$T_u : \underline{3.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

f_{yt} : Resistencia específica a la fluencia f_y del refuerzo transversal.

$$f_{yt} : \underline{420.00} \text{ MPa}$$

f_y : Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo.

$$f_y : \underline{420.00} \text{ MPa}$$

q : Ángulo entre el eje de un puntal, diagonal de compresión, o campo de compresión, y la cuerda de tracción de un elemento.

$$q : \underline{45.0} \text{ grados}$$

p_h : Perímetro del eje de la armadura transversal cerrada ubicada en la posición más externa.

$$p_h : \underline{1368} \text{ mm}$$



A_0 : Área bruta encerrada por la trayectoria el flujo de cortante.

$$A_0 : \underline{654.19} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A_{0h} : Área encerrada por el eje del refuerzo transversal cerrado más externo.

$$A_{0h} : \underline{769.64} \text{ cm}^2$$

Área mínima total de refuerzo longitudinal necesario por torsión (Artículo 11.6.5.3).

$$A_{l,min} : \underline{5.43} \text{ cm}^2$$

(Con [MPa] f'_c , f_y y f_{yt} , A_{cp} y A_t en mm^2 , s y p_h en mm)

Donde:

A_{cp} : Área encerrada por el perímetro exterior de la sección transversal de hormigón.

$$A_{cp} : \underline{1200.00} \text{ cm}^2$$

f'_c : Resistencia específica a compresión del hormigón.

$$f'_c : \underline{30.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$A_t/s : \underline{0.08}$$

(Con A_t en mm^2 , [MPa] f_{yt} , s y b_w en mm)

Donde:

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

$$b_w : \underline{200} \text{ mm}$$

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.3.8)

Resistencia al momento torsional, momento y fuerza axial. Refuerzo longitudinal (Artículo 11.5.3.8).

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias.

Se debe satisfacer:

$$565.31 \text{ mm}^2 > 406.23 \text{ mm}^2 \checkmark$$

$$342.30 \text{ mm}^2 > 273.91 \text{ mm}^2 \checkmark$$

Donde:



A_l : Área total del refuerzo longitudinal para resistir torsión.

$$A_l : \underline{547.83} \text{ mm}^2$$

A_s : Área del refuerzo longitudinal a tracción.

$$A_s : \underline{565.31} \text{ mm}^2$$

$A_{s,nec}$: Área del refuerzo longitudinal a tracción para resistir flexión y cargas axiales.

$$A_{s,nec} : \underline{132.32} \text{ mm}^2$$

A'_s : Área del refuerzo a compresión.

$$A'_s : \underline{342.30} \text{ mm}^2$$

A_R : Reducción en el acero longitudinal para torsión requerido en la zona de compresión.

$$A_R : \underline{1.44} \text{ mm}^2$$

$A_{l,min}$: Área mínima del refuerzo longitudinal para resistir torsión.

$$A_{l,min} : \underline{547.83} \text{ mm}^2$$

Área total del refuerzo longitudinal para resistir torsión (Artículo 11.5.3.7).

Donde:

$$A_t/s : \underline{0.06} \text{ mm}^2/\text{mm}$$

T_u : Torsión mayorada en la sección.

$$T_u : \underline{3090404.00} \text{ N}\cdot\text{mm}$$

f_{yt} : Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal.

$$f_{yt} : \underline{420.00} \text{ MPa}$$

f_y : Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo.

$$f_y : \underline{420.00} \text{ MPa}$$

q : Ángulo entre el eje de un puntal, diagonal de compresión, o campo de compresión, y la cuerda de tracción de un elemento.

$$q : \underline{45} \text{ grados}$$

p_h : Perímetro del eje del refuerzo transversal cerrado mas externo.

$$p_h : \underline{1368} \text{ mm}$$

A_0 : Área bruta encerrada por la trayectoria el flujo de cortante.

$$A_0 : \underline{65419.40} \text{ mm}^2$$

Siendo:

A_{0h} : Área encerrada por el eje del refuerzo transversal cerrado mas externo.

$$A_{0h} : \underline{76964.00} \text{ mm}^2$$

Área mínima del refuerzo longitudinal para resistir torsión (Artículo 11.5.5.3).

Donde:



A_{cp} : Área de la sección encerrada por el perímetro exterior de concreto.

$$A_{cp} : \underline{120000.00} \text{ mm}^2$$

f'_c : Resistencia especificada a compresión del concreto.

$$f'_c : \underline{30.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$A_t/s : \underline{0.08} \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Donde:

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

$$b_w : \underline{200} \text{ mm}$$

Reducción en el acero longitudinal para torsión requerido en la zona de compresión (Artículo 11.5.3.9).

Donde:

d : Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

$$d : \underline{563} \text{ mm}$$

M_u : Momento mayorado en la sección.

$$M_u : \underline{30731624.00} \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.3.1)

No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.3.1)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+1.6·V(+Xexc.+)".

Se debe satisfacer:

$$0.61 \text{ MPa} < 3.34 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Donde:

$s_{u,TV}$: Esfuerzo cortante debido a cortante y torsión.

$$s_{u,TV} : \underline{0.61} \text{ MPa}$$

$s_{n,TV}$: Esfuerzo límite de agrietamiento por cortante y torsión.

$$s_{n,TV} : \underline{4.45} \text{ MPa}$$



f : Factor de reducción de resistencia.

f : 0.75

Esfuerzo cortante debido a cortante y torsión.

Donde:

V_u : Fuerza cortante mayorada en la sección.

V_u : 23.82 kN

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

b_w : 200.00 mm

d : Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : 560.84 mm

T_u : Momento torsor mayorado en la sección.

T_u : 4.19 kN·m

A_{oh} : Área encerrada por el eje de la armadura transversal cerrada más externa.

A_{oh} : 769.64 cm²

p_h : Perímetro del eje de la armadura transversal cerrada ubicada en la posición más externa.

p_h : 1368.00 mm

Esfuerzo límite de agrietamiento por cortante y torsión.

Donde:

V_c : Resistencia nominal al corte proporcionada por el hormigón.

V_c : 93.69 kN

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

b_w : 200.00 mm

d : Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : 560.84 mm

f'_c : Resistencia especificada a compresión del concreto.

f'_c : 30.00 MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.3.8)

No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.3.8)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+1.6·V(+Xexc.+)"

Se debe satisfacer:



$$3.33 \text{ cm}^2/\text{m}^3 \quad 2.03 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \checkmark$$

Donde:

A_a : Área por unidad de longitud de la armadura transversal.

$$A_a : \quad 3.33 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

$A_{a,nec}$: Área por unidad de longitud de la armadura transversal necesaria por cortante.

$$A_{a,nec} : \quad 0.00 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

$A_{T0,nec}$: Área por unidad de longitud de la armadura transversal necesaria por torsión en forma de cercos cerrados.

$$A_{T0,nec} : \quad 1.02 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

T_u : Momento torsor mayorado en la sección.

$$T_u : \quad 4.19 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

A_0 : Área encerrada por la trayectoria del flujo de cortante alrededor del perímetro del tubo.

$$A_0 : \quad 654.19 \quad \text{cm}^2$$

Siendo:

A_{0h} : Área encerrada por el eje de la armadura transversal cerrada más externa.

$$A_{0h} : \quad 769.64 \quad \text{cm}^2$$

f_{yt} : Resistencia nominal al corte proporcionada por el hormigón.

$$f_{yt} : \quad 420.00 \quad \text{MPa}$$

q : Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$q : \quad 45.0 \quad \text{grados}$$

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.6.2)

La armadura longitudinal de torsión debe estar distribuida a lo largo del perímetro del estribo cerrado, con una separación máxima de 300 mm.

$$255 \text{ mm} < 300 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.6.1)

La separación s de la armadura transversal de torsión s , no debe exceder de s_{\max} (Artículo 11.6.6.1).

$$170 \text{ mm} < 171 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

s_{\max} : Valor mínimo de s_1 , s_2 .

$$s_{\max} : \quad 171 \quad \text{mm}$$



$$s_1 : \underline{171} \text{ mm}$$

$$s_2 : \underline{300} \text{ mm}$$

Siendo:

p_h : Perímetro del eje de la armadura transversal
cerrada ubicada en la posición más externa.

$$p_h : \underline{1368.0} \text{ mm}$$

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.6.2)

Las barras longitudinales deben tener un diámetro de al menos f_{\min} .

$$10 \text{ mm} = 10 \text{ mm} \checkmark$$

Donde:

f_{\min} : Valor máximo de f_1, f_2 .

$$f_{\min} : \underline{10} \text{ mm}$$

$$f_1 : \underline{7} \text{ mm}$$

$$f_2 : \underline{10} \text{ mm}$$

Siendo:

s : Separación entre los centros de la armadura transversal, en dirección paralela a la armadura longitudinal.

$$s : \underline{170} \text{ mm}$$

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.5)

Cuando sea necesario colocar armadura de torsión, de acuerdo con el artículo 11.6.5.1, el área mínima de los estribos cerrados se debe determinar de acuerdo con la siguiente expresión (Artículo 11.6.5.2):

$$0.57 \text{ cm}^2 > 0.28 \text{ cm}^2 \checkmark$$

Donde:

A_v : Área de dos ramas de un estribo cerrado.

$$A_v : \underline{0.00} \text{ cm}^2$$

A_t : Área de una rama de un estribo cerrado.

$$A_t : \underline{0.28} \text{ cm}^2$$

A_{\min} : Valor máximo de A_1, A_2 .

$$A_{\min} : \underline{0.28} \text{ cm}^2$$

$$A_1 : \underline{0.27} \text{ cm}^2$$



$$A_2 : \underline{0.28} \text{ cm}^2$$

Siendo:

f'_c : Resistencia especifica a compresión del hormigón.

$$f'_c : \underline{30.00} \text{ MPa}$$

f_{yt} : Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo.

$$f_{yt} : \underline{420.00} \text{ MPa}$$

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

$$b_w : \underline{200} \text{ mm}$$

s : Separación medida centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal.

$$s : \underline{170} \text{ mm}$$



Tramo: V-217: C42 - C44 (0.263 m - C44, Positivos)

Disposiciones relativas a las armaduras (CIRSOC 201-2005, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La separación libre mínima $s_{l,min}$ entre la armadura en una capa en elementos solicitados a flexión debe ser (Artículo 7.6.1):

$$28 \text{ mm} > 25 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1 , s_2 , s_3 .

$$s_{l,min} : \quad 25 \quad \text{mm}$$

$$s_1 : \quad 16 \quad \text{mm}$$

$$s_2 : \quad 25 \quad \text{mm}$$

$$s_3 : \quad 20 \quad \text{mm}$$

Siendo:

d_b : Diámetro de la barra más gruesa.

$$d_b : \quad 16.0 \quad \text{mm}$$

d_{ag} : Tamaño máximo nominal del agregado grueso.

$$d_{ag} : \quad 15 \quad \text{mm}$$

Armadura mínima y máxima (CIRSOC 201-2005, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión negativa alrededor del eje X:

El área de refuerzo longitudinal a tracción, A_s , no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.1 y 10.5.3):

$$5.59 \text{ cm}^2 > 1.96 \text{ cm}^2 \quad \checkmark$$

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis.

$$A_{s,req} : \quad 1.47 \quad \text{cm}^2$$

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (CIRSOC 201-2005, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$$h : \quad 0.217 \quad \checkmark$$



Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$$V_{u,y} : \underline{29.22} \text{ kN}$$

$f \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

$$f \cdot V_{n,y} : \underline{134.39} \text{ kN}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.562 m', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+1.6·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$$V_n : \underline{179.18} \text{ kN}$$

Resistencia al corte proporcionada por el hormigón en los elementos no pretensados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

$$V_c : \underline{100.76} \text{ kN}$$

([MPa] f_c)

El valor de V_c obtenido debe cumplir la siguiente expresión:

$$V_c : \underline{184.31} \text{ kN}$$

([MPa] N_u/A_g y f_c)

Donde:

f_c : Resistencia especificada a la compresión del hormigón.

$$f_c : \underline{30.00} \text{ MPa}$$

$$r_w : \underline{0.005}$$

Siendo:

A_s : Área de la armadura longitudinal traccionada, no tesa.

$$A_s : \underline{5.56} \text{ cm}^2$$



b_w : Ancho del alma, o
diámetro de la sección circular. b_w : 200 mm

d : Distancia desde la fibra
comprimida extrema hasta el
baricentro de la armadura
longitudinal traccionada, no
tesa. d : 561 mm

M_m : 12.02 kN·m

Donde:

M_u : Momento mayorado en la
sección considerada. M_u : -12.02 kN·m

N_u : Esfuerzo axial mayorado,
normal a la sección transversal. N_u : 0.00 kN

h : Altura total de la sección
transversal de un elemento. h : 600.00 mm

A_g : Área total de la sección de
hormigón. A_g : 1200.00 cm²

Resistencia al corte proporcionada por la
armadura correspondiente (Artículo 11.5.7):

V_s : 78.43 kN

V_s se debe considerar en todos los casos (Artículo
11.5.7.9):

V_s : 409.58 kN

([MPa] f'_c)

Donde:

A_v : Área de la armadura de corte
existente en una distancia s . A_v : 0.57 cm²

f_{yt} : Tensión de fluencia especificada de
la armadura longitudinal no tesa. f_{yt} : 420.00 MPa

d : Distancia desde la fibra comprimida
extrema hasta el baricentro de la
armadura longitudinal traccionada, no
tesa. d : 561 mm

s : Separación entre los centros de la
armadura transversal, en dirección
paralela a la armadura longitudinal. s : 170 mm



f'_c : Resistencia especificada a la compresión del hormigón.

f'_c : 30.00 MPa

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

b_w : 200 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

La separación s de la armadura de corte ubicada en forma perpendicular al eje del elemento debe ser s_{max} (Artículo 11.5.5):

170 mm < 285 mm ✓

Donde:

s_{max} : Valor mínimo de s_1, s_2 .

s_{max} : 285 mm

s_1 : 285 mm

s_2 : 400 mm

Siendo:

d : Distancia desde la fibra comprimida extrema hasta el baricentro de la armadura longitudinal traccionada, no tesa.

d : 561 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Se debe colocar un área mínima de armadura de corte, $A_{v,min}$, en todo elemento de hormigón armado, pretensado y no pretensado, solicitado a flexión (Artículo 11.5.6):

0.57 cm² > 0.28 cm² ✓

Donde:

$A_{v,min}$: 0.28 cm²

([MPa] f'_c y f_{yt})

Siendo:

f'_c : Resistencia especificada a la compresión del hormigón.

f'_c : 30.00 MPa

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

b_w : 200 mm

s : Separación entre los centros de la armadura transversal, en dirección paralela a la armadura longitudinal.

s : 170 mm

f_{yt} : Tensión de fluencia especificada de la armadura longitudinal no tesa.

f_{yt} : 420.00 MPa

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (CIRSOC 201-2005, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '2.543 m', para la combinación de hipótesis "Envoltorio de momentos máximos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

h : 0.618 ✓

Comprobación de resistencia de la sección (h_1)

P_u, M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u : Esfuerzo normal de cálculo.

P_u : 0.00 kN

M_u : Momento de cálculo de primer orden.

$M_{u,x}$: 30.43 kN·m

$M_{u,y}$: 0.00 kN·m

$f \cdot P_n, f \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$f \cdot P_n$: Axil de agotamiento.

$f \cdot P_n$: 0.00 kN

$f \cdot M_n$: Momentos de agotamiento.

$f \cdot M_{n,x}$: 49.21 kN·m

$f \cdot M_{n,y}$: 0.00 kN·m

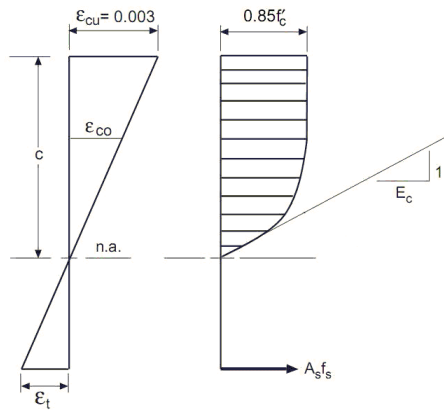
Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

- El diseño por resistencia de elementos solicitados a flexión y cargas axiales debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.
- Las deformaciones específicas en la armadura y en el hormigón se deben suponer directamente proporcionales a la distancia al eje neutro.
- Para la determinación de la resistencia nominal de una sección, se debe considerar como máxima deformación en la fibra extrema del hormigón sometida a compresión un valor igual a 0.003.

- (d) La tensión en el acero se debe calcular como E_s veces la deformación de la armadura, siempre que dicha tensión resulte menor que la tensión de fluencia especificada f_y . Para deformaciones mayores que la correspondiente a f_y , la tensión se debe considerar independiente de la deformación, e igual a f_y .
- (e) La resistencia a la tracción del hormigón no se debe considerar en el dimensionamiento de los elementos de hormigón armado solicitados a flexión y a cargas axiales.
- (f) La relación entre la tensión de compresión en el hormigón y la deformación específica del hormigón, se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica, o de cualquier otra forma que dé origen a una predicción de la resistencia que coincida en forma sustancial con los resultados de ensayos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f'_c : Resistencia especificada a la compresión del hormigón.

f'_c : 30.00 MPa

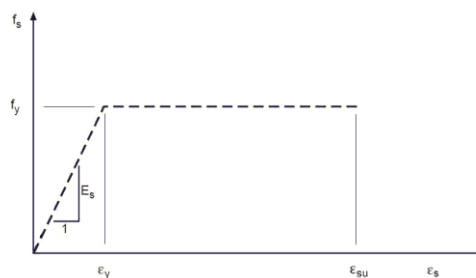
ϵ_{cu} : Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de hormigón a compresión.

ϵ_{cu} : 0.0030

ϵ_{co} : Deformación unitaria bajo carga máxima.

ϵ_{co} : 0.0020

Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.

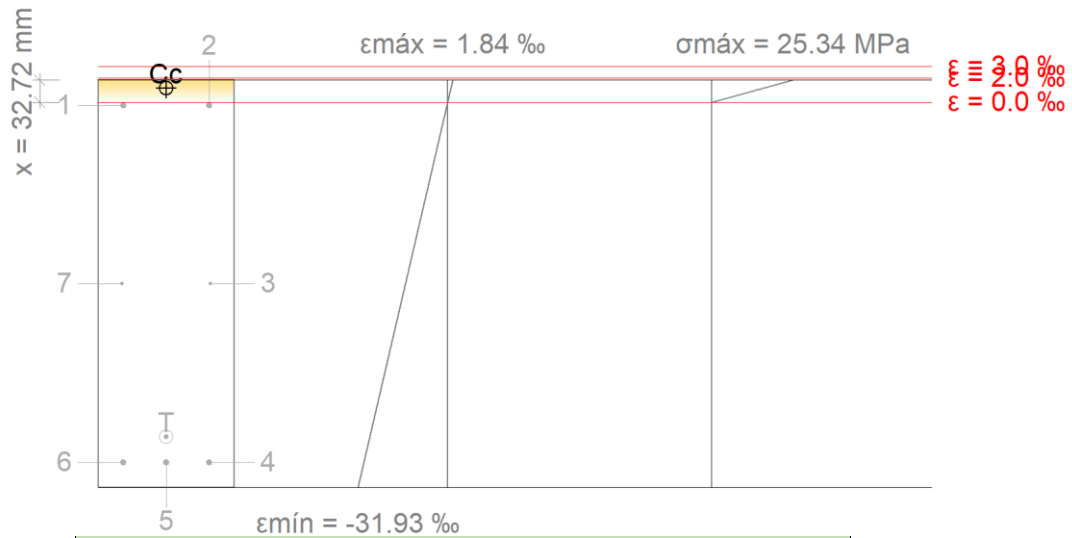


f_y : Tensión de fluencia especificada de la armadura longitudinal no tesa.

f_y : 420.00 MPa



Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ϵ
1	Ø10	-63.00	263.00	-48.23	-0.000241
2	Ø10	63.00	263.00	-48.23	-0.000241
3	Ø6	65.00	0.00	0.00	-0.015046
4	Ø10	63.00	-263.00	-420.00	-0.029850
5	Ø10	0.00	-263.00	-420.00	-0.029850
6	Ø10	-63.00	-263.00	-420.00	-0.029850
7	Ø6	-65.00	0.00	0.00	-0.015046

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	106.48	0.00	287.89
Cs	0.00	0.00	0.00
T	106.48	0.00	-225.60

$$P_n : \underline{0.00} \text{ kN}$$

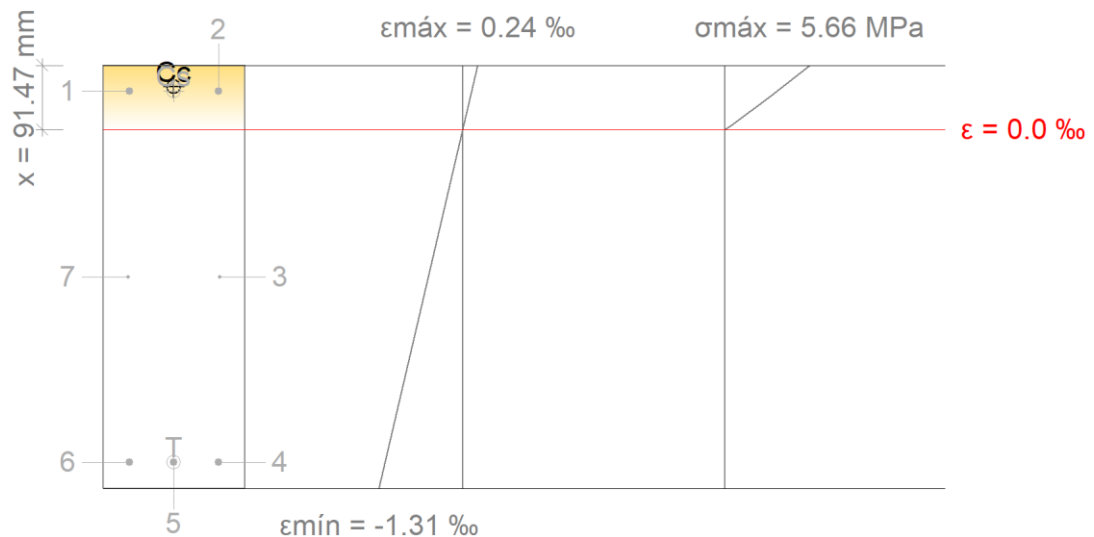
$$M_{n,x} : \underline{54.68} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{n,y} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.	$C_c : \underline{106.48 \text{ kN}}$
C_s : Resultante de compresiones en el acero.	$C_s : \underline{0.00 \text{ kN}}$
T : Resultante de tracciones en el acero.	$T : \underline{106.48 \text{ kN}}$
e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x} : \underline{0.00 \text{ mm}}$ $e_{cc,y} : \underline{287.89 \text{ mm}}$
e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs} : \underline{0.00 \text{ mm}}$
e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x} : \underline{0.00 \text{ mm}}$ $e_{T,y} : \underline{-225.60 \text{ mm}}$
e_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	$e_{cmax} : \underline{0.0018}$
e_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.	$e_{smax} : \underline{0.0298}$
s_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	$s_{cmax} : \underline{25.34 \text{ MPa}}$
s_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.	$s_{smax} : \underline{420.00 \text{ MPa}}$

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{ésimos}:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ϵ
1	Ø10	-63.00	263.00	+28.08	+0.000140
2	Ø10	63.00	263.00	+28.08	+0.000140
3	Ø6	65.00	0.00	0.00	-0.000537
4	Ø10	63.00	-263.00	-243.05	-0.001215
5	Ø10	0.00	-263.00	-243.05	-0.001215
6	Ø10	-63.00	-263.00	-243.05	-0.001215
7	Ø6	-65.00	0.00	0.00	-0.000537



	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	52.83	0.00	269.20
Cs	4.41	0.00	263.00
T	57.24	0.00	-263.00

$$P_u : 0.00 \text{ kN}$$

$$M_{u,x} : 30.43 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{u,y} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Cc: Resultante de compresiones en el hormigón.

Cs: Resultante de compresiones en el acero.

T: Resultante de tracciones en el acero.

ecc: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

ecs: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

et: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ecmax: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

esmax: Deformación de la barra de acero más traccionada.

scmax: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

ssmax: Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$C_c : 52.83 \text{ kN}$$

$$C_s : 4.41 \text{ kN}$$

$$T : 57.24 \text{ kN}$$

$$e_{cc,x} : 0.00 \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : 269.20 \text{ mm}$$

$$e_{cs,x} : 0.00 \text{ mm}$$

$$e_{cs,y} : 263.00 \text{ mm}$$

$$e_{T,x} : 0.00 \text{ mm}$$

$$e_{T,y} : -263.00 \text{ mm}$$

$$e_{cmax} : 0.0002$$

$$e_{smax} : 0.0012$$

$$s_{cmax} : 5.66 \text{ MPa}$$

$$s_{ssmax} : 243.05 \text{ MPa}$$

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.3.1)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{es}imos se producen en '5.693 m', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+1.6·V(+Xexc.+)"

Se debe satisfacer:

$$0.81 \text{ MPa} < 3.36 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Donde:

su,TV: Esfuerzo cortante debido a cortante y torsión.

$$s_{u,TV} : 0.81 \text{ MPa}$$



$s_{n,Tv}$: Esfuerzo límite de agrietamiento por cortante y torsión.

$$s_{n,Tv} : \underline{4.48} \text{ MPa}$$

f : Factor de reducción de resistencia.

$$f : \underline{0.75}$$

Esfuerzo cortante debido a cortante y torsión.

Donde:

T_u : Momento torsor mayorado en la sección.

$$T_u : \underline{5.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

A_{oh} : Área encerrada por el eje de la armadura transversal cerrada más externa.

$$A_{oh} : \underline{769.64} \text{ cm}^2$$

p_h : Perímetro del eje de la armadura transversal cerrada ubicada en la posición más externa.

$$p_h : \underline{1368.00} \text{ mm}$$

Esfuerzo límite de agrietamiento por cortante y torsión.

Donde:

V_c : Resistencia nominal al corte proporcionada por el hormigón.

$$V_c : \underline{97.41} \text{ kN}$$

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

$$b_w : \underline{200.00} \text{ mm}$$

d : Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

$$d : \underline{563.00} \text{ mm}$$

f'_c : Resistencia especificada a compresión del concreto.

$$f'_c : \underline{30.00} \text{ MPa}$$

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.3.6)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '5.663 m', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+1.6·V(+Xexc.+)".

Se debe satisfacer:

$$6.86 \text{ kN}\cdot\text{m} > 5.98 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad \checkmark$$

Donde:

T_n : Resistencia nominal a torsión.

$$T_n : \underline{9.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

T_u : Momento torsor mayorado en la sección.

$$T_u : \underline{5.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

f : Factor de reducción de resistencia.

$$f : \underline{0.75}$$



Resistencia torsional mayorada (Artículo 11.6.3.6).

Donde:

A_t : Área de una rama de un estribo cerrado que resiste la torsión.

$$A_t : \underline{0.28} \text{ cm}^2$$

s : Separación entre los centros de la armadura transversal, en dirección paralela a la armadura longitudinal.

$$s : \underline{170} \text{ mm}$$

f_{yt} : Resistencia nominal al corte proporcionada por el hormigón.

$$f_{yt} : \underline{420.00} \text{ MPa}$$

q : Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$q : \underline{45.0} \text{ grados}$$

A_0 : Área encerrada por la trayectoria del flujo de cortante alrededor del perímetro del tubo.

$$A_0 : \underline{654.19} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A_{0h} : Área encerrada por el eje de la armadura transversal cerrada más externa.

$$A_{0h} : \underline{769.64} \text{ cm}^2$$

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.3.7)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_s se producen en '5.693 m', para la combinación de hipótesis "Envoltente de momentos máximos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$8.51 \text{ cm}^2 > 5.43 \text{ cm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

A_{st} : Área total del refuerzo longitudinal no preesforzado.

$$A_{st} : \underline{8.51} \text{ cm}^2$$

A_l : Área total de la armadura longitudinal para resistir la torsión.

$$A_l : \underline{5.43} \text{ cm}^2$$

Armadura longitudinal adicional requerida por torsión (Artículo 11.6.3.7).

Donde:

$$A_t/s : \underline{0.07}$$



T_u : Torsión mayorada en la sección.	T_u : <u>3.84</u> kN·m
f_{yt} : Resistencia específica a la fluencia f_y del refuerzo transversal.	f_{yt} : <u>420.00</u> MPa
f_y : Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo.	f_y : <u>420.00</u> MPa
q : Ángulo entre el eje de un puntal, diagonal de compresión, o campo de compresión, y la cuerda de tracción de un elemento.	q : <u>45.0</u> grados
p_h : Perímetro del eje de la armadura transversal cerrada ubicada en la posición más externa.	p_h : <u>1368</u> mm
A_0 : Área bruta encerrada por la trayectoria el flujo de cortante.	A_0 : <u>654.19</u> cm ²

Siendo:

A_{0h} : Área encerrada por el eje del refuerzo transversal cerrado más externo.	A_{0h} : <u>769.64</u> cm ²
--	--

Área mínima total de refuerzo longitudinal necesario por torsión (Artículo 11.6.5.3).

$$A_{l,min} : \underline{5.43} \text{ cm}^2$$

(Con [MPa] f'_c , f_y y f_{yt} , A_{cp} y A_t en mm², s y p_h en mm)

Donde:

A_{cp} : Área encerrada por el perímetro exterior de la sección transversal de hormigón.	A_{cp} : <u>1200.00</u> cm ²
f'_c : Resistencia específica a compresión del hormigón.	f'_c : <u>30.00</u> MPa

Siendo:

$$A_t/s : \underline{0.08}$$

(Con A_t en mm², [MPa] f_{yt} , s y b_w en mm)

Donde:

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.	b_w : <u>200</u> mm
--	-----------------------



Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.3.8)

Resistencia al momento torsional, momento y fuerza axial. Refuerzo longitudinal (Artículo 11.5.3.8).

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_s se producen para la combinación de acciones $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot CM + 1.6 \cdot V (+X_{exc.})$.

Se debe satisfacer:

$$587.50 \text{ mm}^2 > 329.44 \text{ mm}^2 \checkmark$$

$$342.30 \text{ mm}^2 > 273.91 \text{ mm}^2 \checkmark$$

Donde:

A_t: Área total del refuerzo longitudinal para resistir torsión.

$$A_t : \underline{547.83} \text{ mm}^2$$

A_s: Área del refuerzo longitudinal a tracción.

$$A_s : \underline{587.50} \text{ mm}^2$$

A_{s,nec}: Área del refuerzo longitudinal a tracción para resistir flexión y cargas axiales.

$$A_{s,nec} : \underline{55.53} \text{ mm}^2$$

A'_s: Área del refuerzo a compresión.

$$A'_s : \underline{342.30} \text{ mm}^2$$

A_R: Reducción en el acero longitudinal para torsión requerido en la zona de compresión.

$$A_R : \underline{0.61} \text{ mm}^2$$

A_{t,min}: Área mínima del refuerzo longitudinal para resistir torsión.

$$A_{t,min} : \underline{547.83} \text{ mm}^2$$

Área total del refuerzo longitudinal para resistir torsión (Artículo 11.5.3.7).

Donde:

$$A_t/s : \underline{0.10} \text{ mm}^2/\text{mm}$$

T_u: Torsión mayorada en la sección.

$$T_u : \underline{5502038.00} \text{ N}\cdot\text{mm}$$

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal.

$$f_{yt} : \underline{420.00} \text{ MPa}$$

f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo.

$$f_y : \underline{420.00} \text{ MPa}$$

q: Ángulo entre el eje de un puntal, diagonal de compresión, o campo de compresión, y la cuerda de tracción de un elemento.

$$q : \underline{45} \text{ grados}$$

p_h: Perímetro del eje del refuerzo transversal cerrado mas externo.

$$p_h : \underline{1368} \text{ mm}$$

A₀: Área bruta encerrada por la trayectoria el flujo de cortante.

$$A_0 : \underline{65419.40} \text{ mm}^2$$



Siendo:

A_{oh} : Área encerrada por el eje del refuerzo transversal cerrado mas externo.

$$A_{oh} : \underline{76964.00} \text{ mm}^2$$

Área mínima del refuerzo longitudinal para resistir torsión (Artículo 11.5.5.3).

Donde:

A_{cp} : Area de la sección encerrada por el perímetro exterior de concreto.

$$A_{cp} : \underline{120000.00} \text{ mm}^2$$

f'_c : Resistencia especificada a compresión del concreto.

$$f'_c : \underline{30.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$A_t/s : \underline{0.08} \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Donde:

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

$$b_w : \underline{200} \text{ mm}$$

Reducción en el acero longitudinal para torsión requerido en la zona de compresión (Artículo 11.5.3.9).

Donde:

d : Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

$$d : \underline{561} \text{ mm}$$

M_u : Momento mayorado en la sección.

$$M_u : \underline{12968128.00} \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.3.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

**Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua** (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.3.1)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '5.693 m', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+1.6·V(+Xexc.+)".

Se debe satisfacer:

$$0.88 \text{ MPa} < 3.36 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Donde:

$s_{u,Tv}$: Esfuerzo cortante debido a cortante y torsión.

$$s_{u,Tv} : \quad 0.88 \quad \text{MPa}$$

$s_{n,Tv}$: Esfuerzo límite de agrietamiento por cortante y torsión.

$$s_{n,Tv} : \quad 4.48 \quad \text{MPa}$$

f : Factor de reducción de resistencia.

$$f : \quad 0.75$$

Esfuerzo cortante debido a cortante y torsión.

Donde:

V_u : Fuerza cortante mayorada en la sección.

$$V_u : \quad 37.96 \quad \text{kN}$$

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

$$b_w : \quad 200.00 \quad \text{mm}$$

d : Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

$$d : \quad 560.84 \quad \text{mm}$$

T_u : Momento torsor mayorado en la sección.

$$T_u : \quad 5.98 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

A_{0h} : Área encerrada por el eje de la armadura transversal cerrada más externa.

$$A_{0h} : \quad 769.64 \quad \text{cm}^2$$

p_h : Perímetro del eje de la armadura transversal cerrada ubicada en la posición más externa.

$$p_h : \quad 1368.00 \quad \text{mm}$$

Esfuerzo límite de agrietamiento por cortante y torsión.

Donde:

V_c : Resistencia nominal al corte proporcionada por el hormigón.

$$V_c : \quad 97.03 \quad \text{kN}$$

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

$$b_w : \quad 200.00 \quad \text{mm}$$

d : Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

$$d : \quad 560.84 \quad \text{mm}$$

f'_c : Resistencia especificada a compresión del concreto.

$$f'_c : \quad 30.00 \quad \text{MPa}$$

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.3.8)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.3.8)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '5.663 m', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+1.6·V(+Xexc.+)".

Se debe satisfacer:

$$3.33 \text{ cm}^2/\text{m} > 2.90 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \checkmark$$

Donde:

A_a : Área por unidad de longitud de la armadura transversal.

$$A_a : \quad 3.33 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

$A_{a,nec}$: Área por unidad de longitud de la armadura transversal necesaria por cortante.

$$A_{a,nec} : \quad 0.00 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

$A_{T0,nec}$: Área por unidad de longitud de la armadura transversal necesaria por torsión en forma de cercos cerrados.

$$A_{T0,nec} : \quad 1.45 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

T_u : Momento torsor mayorado en la sección.

$$T_u : \quad 5.98 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

A_0 : Área encerrada por la trayectoria del flujo de cortante alrededor del perímetro del tubo.

$$A_0 : \quad 654.19 \quad \text{cm}^2$$

Siendo:

A_{0h} : Área encerrada por el eje de la armadura transversal cerrada más externa.

$$A_{0h} : \quad 769.64 \quad \text{cm}^2$$

f_{yt} : Resistencia nominal al corte proporcionada por el hormigón.

$$f_{yt} : \quad 420.00 \quad \text{MPa}$$

q : Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$q : \quad 45.0 \quad \text{grados}$$



Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.6.2)

La armadura longitudinal de torsión debe estar distribuida a lo largo del perímetro del estribo cerrado, con una separación máxima de 300 mm.

$$255 \text{ mm} < 300 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.6.1)

La separación s de la armadura transversal de torsión s , no debe exceder de s_{\max} (Artículo 11.6.6.1).

$$170 \text{ mm} < 171 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

s_{\max} : Valor mínimo de s_1 , s_2 .

$$s_{\max} : \underline{171} \text{ mm}$$

$$s_1 : \underline{171} \text{ mm}$$

$$s_2 : \underline{300} \text{ mm}$$

Siendo:

p_h : Perímetro del eje de la armadura transversal cerrada ubicada en la posición más externa.

$$p_h : \underline{1368.0} \text{ mm}$$

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.6.2)

Las barras longitudinales deben tener un diámetro de al menos f_{\min} .

$$10 \text{ mm} = 10 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

f_{\min} : Valor máximo de f_1 , f_2 .

$$f_{\min} : \underline{10} \text{ mm}$$

$$f_1 : \underline{7} \text{ mm}$$

$$f_2 : \underline{10} \text{ mm}$$

Siendo:

s : Separación entre los centros de la armadura transversal, en dirección paralela a la armadura longitudinal.

$$s : \underline{170} \text{ mm}$$



Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.
(CIRSOC 201-2005, Artículo 11.6.5)

Cuando sea necesario colocar armadura de torsión, de acuerdo con el artículo 11.6.5.1, el área mínima de los estribos cerrados se debe determinar de acuerdo con la siguiente expresión (Artículo 11.6.5.2):

$$0.57 \text{ cm}^2 > 0.28 \text{ cm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

A_v : Área de dos ramas de un estribo cerrado.

$$A_v : \frac{0.00}{\text{cm}^2}$$

A_t : Área de una rama de un estribo cerrado.

$$A_t : \frac{0.28}{\text{cm}^2}$$

A_{\min} : Valor máximo de A_1 , A_2 .

$$A_{\min} : \frac{0.28}{\text{cm}^2}$$

$$A_1 : \frac{0.27}{\text{cm}^2}$$

$$A_2 : \frac{0.28}{\text{cm}^2}$$

Siendo:

f'_c : Resistencia específica a compresión del hormigón.

$$f'_c : \frac{30.00}{\text{MPa}}$$

f_{yt} : Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo.

$$f_{yt} : \frac{420.00}{\text{MPa}}$$

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

$$b_w : \frac{200}{\text{mm}}$$

s : Separación medida centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal.

$$s : \frac{170}{\text{mm}}$$

5.4.7.1. Esfuerzos y armados de vigas:

Se anexan las tablas donde se observan las solicitaciones que actúan en todas las vigas del edificio obtenidas a través de la envolvente de combinaciones de cargas, como así también la armadura necesaria y adoptada de las partes superiores, inferiores y transversales (estribos cerrados) de los pórticos de los sucesivos pisos del edificio. Se denomina pórtico a una sucesión de vigas conectadas entre sí, lo que significa que es un conjunto de vigas de uno o más tramos.

1.- PRIMER PISO - OFICINA Y COCHERA



1.1.- Pórtico 1

Pórtico 1			Tramo: V-201		
Sección			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-16.51	--	-70.38
x	[m]		0.00	--	5.88
Momento máx.	[kN·m]		56.98	69.51	62.47
x	[m]		1.90	3.10	3.94
Cortante mín.	[kN]		-0.10	-30.49	-94.22
x	[m]		1.90	3.82	5.88
Cortante máx.	[kN]		27.88	6.34	--
x	[m]		0.46	2.02	--
Torsor mín.	[kN]		--	-2.07	-2.07
x	[m]		--	3.82	3.94
Torsor máx.	[kN]		--	--	5.79
x	[m]		--	--	4.54
Área Sup.	[cm ²]	Real	2.36	1.57	7.60
		Nec.	0.89	0.00	6.20
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.02	4.02	7.16
		Nec.	3.64	3.81	5.77
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.35	3.35	5.29
		Nec.	1.63	1.63	3.04

1.2.- Pórtico 2

Pórtico 2			Tramo: V-202			Tramo: V-203		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-59.86	-21.49	-25.21	-32.82	--	-59.91
x	[m]		0.00	1.06	2.93	0.00	--	5.80
Momento máx.	[kN·m]		--	--	--	30.81	33.86	24.41
x	[m]		--	--	--	1.84	2.44	3.88
Cortante mín.	[kN]		--	-5.23	-15.83	--	-20.28	-36.46
x	[m]		--	1.90	2.93	--	3.76	5.08
Cortante máx.	[kN]		45.60	21.17	9.50	51.11	12.80	--
x	[m]		0.00	1.06	2.02	0.00	1.96	--
Torsor mín.	[kN]		-6.76	--	--	-11.69	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	4.30	--	--	--
x	[m]		--	--	2.74	--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	8.90	6.30	8.05	7.34	2.26	5.40
		Nec.	5.67	2.14	4.24	4.56	0.00	3.27
Área Inf.	[cm²]	Real	3.58	1.57	4.71	4.71	4.71	3.50
		Nec.	3.21	0.00	3.21	3.91	1.84	1.61
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.29	3.35	5.29	5.29	3.35	3.35
		Nec.	2.82	1.63	1.79	4.87	1.63	1.63



1.3.- Pórtico 3

Pórtico 3			Tramo: V-204		
Sección			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-28.80	-7.01	-27.50
x	[m]		0.00	0.51	1.18
Momento máx.	[kN·m]		44.44	15.68	20.38
x	[m]		0.00	0.51	1.18
Cortante mín.	[kN]		-60.61	-58.22	-58.29
x	[m]		0.00	0.75	1.18
Cortante máx.	[kN]		50.98	39.55	40.31
x	[m]		0.00	0.51	1.18
Torsor mín.	[kN]		-3.63	--	-3.03
x	[m]		0.00	--	0.99
Torsor máx.	[kN]		6.83	--	--
x	[m]		0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.28	6.28	6.28
		Nec.	4.39	1.57	4.33
Área Inf.	[cm ²]	Real	5.66	5.66	5.66
		Nec.	5.06	2.47	4.12
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29
		Nec.	2.85	1.63	1.63

1.4.- Pórtico 4

Pórtico 4			Tramo: V-205		
Sección			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-63.38	-11.47	-72.93
x	[m]		0.00	1.48	4.10
Momento máx.	[kN·m]		59.00	36.98	43.62
x	[m]		0.00	1.48	4.10
Cortante mín.	[kN]		-25.01	-39.74	-51.65
x	[m]		1.36	2.68	4.10
Cortante máx.	[kN]		36.89	29.28	20.39
x	[m]		0.52	1.48	4.10
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	2.07
x	[m]		--	--	3.88
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.03	5.71	8.93
		Nec.	3.47	1.66	4.01
Área Inf.	[cm ²]	Real	6.03	4.02	7.16
		Nec.	3.22	2.55	2.38
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29
		Nec.	1.63	1.63	1.63



1.5.- Pórtico 5

Pórtico 5			Tramo: V-206			Tramo: V-207			Tramo: V-208		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-72.10	--	-83.21	-63.49	--	-63.31	-59.29	--	-59.82
x	[m]		0.00	--	5.35	0.00	--	4.30	0.00	--	5.00
Momento máx.	[kN·m]		48.51	66.25	49.56	28.74	43.07	31.22	26.71	32.31	24.51
x	[m]		1.67	2.63	3.59	1.36	2.20	2.92	1.62	2.34	3.42
Cortante mín.	[kN]		--	-34.52	-123.52	-0.28	-26.12	-83.65	--	-23.15	-72.62
x	[m]		--	3.47	5.35	1.36	2.80	4.30	--	3.30	5.00
Cortante máx.	[kN]		71.77	26.96	--	110.89	28.48	--	77.00	21.94	--
x	[m]		0.00	1.79	--	0.00	1.48	--	0.00	1.74	--
Torsor mín.	[kN]		-3.06	--	--	-14.92	--	--	-3.81	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	9.44	--	--	6.12	--	--	10.57
x	[m]		--	--	5.27	--	--	4.12	--	--	4.98
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.97	1.57	7.66	6.88	1.68	6.88	6.88	0.79	6.38
		Nec.	6.24	0.29	6.73	5.90	0.44	5.88	5.71	0.29	5.70
Área Inf.	[cm ²]	Real	6.03	4.02	7.16	4.71	4.71	4.71	4.71	4.71	4.71
		Nec.	4.10	3.62	3.71	3.98	2.35	3.82	3.82	1.76	3.73
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	6.29	8.26	3.35	5.29	5.29	3.35	10.06
		Nec.	1.63	1.63	5.85	7.64	1.63	2.61	1.63	1.63	4.40

Pórtico 5			Tramo: V-209			Tramo: V-210			Tramo: V-211		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-59.03	--	-61.58	-50.79	--	-46.89	-38.31	-6.48	-41.28
x	[m]		0.00	--	5.00	0.00	--	4.30	0.00	0.88	2.48
Momento máx.	[kN·m]		28.72	34.97	27.66	20.22	21.93	20.68	23.99	13.60	21.88
x	[m]		1.66	2.50	3.34	1.34	2.18	2.90	0.00	0.88	2.48
Cortante mín.	[kN]		--	-21.83	-69.85	-1.12	-21.59	-57.08	-15.54	-29.76	-54.43
x	[m]		--	3.22	5.00	1.34	2.78	4.30	0.76	1.60	2.48
Cortante máx.	[kN]		64.39	21.41	--	67.44	23.29	2.20	43.56	27.58	18.09
x	[m]		0.00	1.78	--	0.00	1.46	2.90	0.00	0.88	1.72
Torsor mín.	[kN]		-6.33	--	--	-11.29	--	--	-4.12	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	5.90	2.71	--	3.08	--	--	3.67
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.38	0.79	6.19	6.19	1.53	5.69	6.54	3.60	5.40
		Nec.	5.66	0.14	5.80	5.34	0.47	5.14	4.78	1.45	4.90
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.71	4.71	4.71	4.71	1.57	4.71	5.40	2.26	5.40
		Nec.	3.78	1.90	3.68	3.88	1.18	3.85	4.19	1.14	4.13
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	3.35	5.29	6.71	3.35	5.29	5.29	3.35	5.29
		Nec.	2.64	1.63	2.46	4.71	1.63	1.63	1.72	1.63	1.63



Pórtico 5			Tramo: V-212			Tramo: V-213			Tramo: V-214		
Sección			20x70			20x60			20x60		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-30.95	-4.26	-42.03	-21.23	-22.47	-41.38	-42.93	--	-30.45
x	[m]		0.00	1.41	2.28	0.00	0.69	1.21	0.00	--	5.69
Momento máx.	[kN·m]		25.09	12.85	26.78	12.75	--	--	29.60	42.52	37.27
x	[m]		0.00	0.81	2.28	0.00	--	--	1.82	3.02	3.86
Cortante mín.	[kN]		-19.19	-32.50	-56.50	-34.11	-42.25	-59.14	--	-12.34	-67.44
x	[m]		0.69	1.41	2.28	0.33	0.69	1.21	--	3.74	5.69
Cortante máx.	[kN]		40.93	28.28	21.43	5.20	1.83	0.36	64.17	19.09	--
x	[m]		0.00	0.81	1.53	0.00	0.45	0.81	0.00	1.94	--
Torsor mín.	[kN]		-3.01	--	--	-2.26	--	-2.14	-2.75	--	-2.31
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	1.17	0.00	--	5.66
Torsor máx.	[kN]		--	--	3.39	--	--	5.60	--	--	3.79
x	[m]		--	--	2.13	--	--	1.17	--	--	5.66
Área Sup.	[cm ²]	Real	5.40	3.26	5.60	7.17	7.17	7.17	5.61	0.79	4.81
		Nec.	4.47	1.49	4.93	3.82	2.67	4.74	4.82	0.00	4.20
Área Inf.	[cm ²]	Real	5.40	2.47	5.40	3.58	2.86	3.39	4.27	3.39	3.39
		Nec.	4.27	1.27	4.34	3.35	0.61	2.74	2.74	2.72	3.11
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29	4.04	4.04	4.04	3.33	2.02	3.33
		Nec.	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	2.72	1.63	1.63	1.84

1.6.- Pórtico 6

Pórtico 6			Tramo: V-215		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-8.79	--	-7.88
x	[m]		0.00	--	2.85
Momento máx.	[kN·m]		7.33	5.13	7.57
x	[m]		0.00	1.47	2.85
Cortante mín.	[kN]		-5.39	-5.97	-17.11
x	[m]		0.00	1.83	2.85
Cortante máx.	[kN]		15.11	5.41	8.50
x	[m]		0.00	0.99	2.85
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		1.21	--	--
x	[m]		0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	3.14	1.57	3.14
		Nec.	2.24	0.00	1.08
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.14	1.57	2.36
		Nec.	2.08	0.70	1.03
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	6.29	6.29	6.29
		Nec.	1.63	1.63	1.63



1.7.- Pórtico 7

Pórtico 7			Tramo: V-216		
Sección			20x60		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-25.80	--	-24.93
x	[m]		0.00	--	5.69
Momento máx.	[kN·m]		25.69	35.78	31.31
x	[m]		1.82	3.02	3.86
Cortante mín.	[kN]		--	-10.22	-56.49
x	[m]		--	3.74	5.69
Cortante máx.	[kN]		39.55	13.14	--
x	[m]		0.00	1.94	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	-4.07
x	[m]		--	--	5.66
Torsor máx.	[kN]		4.18	--	2.28
x	[m]		0.00	--	5.66
Área Sup.	[cm ²]	Real	5.59	1.57	5.59
		Nec.	3.97	0.00	3.93
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.14	2.36	3.83
		Nec.	2.90	2.28	3.07
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.33	2.02	3.33
		Nec.	2.03	1.63	1.97

1.8.- Pórtico 8

Pórtico 8			Tramo: V-217		
Sección			20x60		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-31.68	--	-25.67
x	[m]		0.00	--	5.69
Momento máx.	[kN·m]		20.38	31.69	27.86
x	[m]		1.82	3.14	3.86
Cortante mín.	[kN]		--	-9.75	-53.85
x	[m]		--	3.74	5.69
Cortante máx.	[kN]		36.89	14.61	--
x	[m]		0.00	1.94	--
Torsor mín.	[kN]		-3.74	--	-2.59
x	[m]		0.00	--	5.66
Torsor máx.	[kN]		--	--	4.90
x	[m]		--	--	5.66
Área Sup.	[cm ²]	Real	5.59	1.57	5.59
		Nec.	4.26	0.00	3.97
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.14	2.36	3.14
		Nec.	2.74	2.02	2.74
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.33	2.02	3.33
		Nec.	1.82	1.63	2.38



1.9.- Pórtico 9

Pórtico 9			Tramo: V-218		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-8.29	--	-8.47
x	[m]		0.00	--	2.85
Momento máx.	[kN·m]		7.87	5.07	7.44
x	[m]		0.00	1.42	2.85
Cortante mín.	[kN]		-8.03	-5.87	-15.01
x	[m]		0.00	1.90	2.85
Cortante máx.	[kN]		16.64	6.08	7.28
x	[m]		0.00	1.06	2.85
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	1.79	1.01	1.79
		Nec.	1.13	0.00	1.15
Área Inf.	[cm ²]	Real	1.79	1.02	1.51
		Nec.	1.07	0.69	1.01
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	4.35	4.35	4.35
		Nec.	1.63	1.63	1.63

1.10.- Pórtico 10

Pórtico 10			Tramo: V-219			Tramo: V-220			Tramo: V-221		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-39.71	-8.17	-32.05	-11.81	-4.85	-49.53	-52.67	-3.25	-12.22
x	[m]		0.00	0.81	2.35	0.00	1.40	2.28	0.00	0.63	1.58
Momento máx.	[kN·m]		17.10	12.22	18.49	31.26	13.74	2.92	10.80	22.85	63.78
x	[m]		0.09	0.81	2.35	0.00	0.80	2.00	0.00	0.99	1.58
Cortante mín.	[kN]		-12.68	-25.89	-42.72	-26.12	-37.63	-60.88	-7.55	-15.76	-26.42
x	[m]		0.69	1.53	2.35	0.68	1.40	2.28	0.51	0.99	1.58
Cortante máx.	[kN]		50.13	27.05	21.92	7.85	7.16	4.43	86.22	75.00	73.88
x	[m]		0.00	0.81	2.25	0.00	0.80	1.52	0.00	0.63	1.35
Torsor mín.	[kN]		--	--	-10.52	--	--	-5.51	--	--	-3.30
x	[m]		--	--	2.25	--	--	2.12	--	--	1.35
Torsor máx.	[kN]		8.11	--	--	6.50	--	--	4.67	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	5.40	5.40	5.40	5.40	2.54	5.46	6.48	6.48	6.48
		Nec.	4.85	1.60	4.53	3.69	1.79	5.24	5.37	2.88	3.71
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.27	2.81	5.40	7.16	4.68	4.02	7.17	7.17	7.17
		Nec.	3.90	0.90	3.96	4.48	1.46	3.33	3.65	3.50	5.84
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29
		Nec.	3.38	1.63	4.39	2.71	1.63	2.30	1.99	1.63	1.63



Pórtico 10			Tramo: V-222			Tramo: V-223		
Sección			20x60			20x60		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		--	-8.84	-42.40	-47.28	--	-31.87
	[m]		--	0.69	1.21	0.00	--	5.69
Momento máx.	[kN·m]		39.63	12.88	--	25.61	39.23	34.45
	[m]		0.00	0.45	--	1.82	3.14	3.86
Cortante mín.	[kN]		-59.46	-61.63	-80.54	--	-12.44	-68.43
	[m]		0.33	0.69	1.21	--	3.74	5.69
Cortante máx.	[kN]		--	--	--	61.45	19.22	--
	[m]		--	--	--	0.00	1.94	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	-8.25	--	--	-4.34
	[m]		--	--	1.17	--	--	5.66
Torsor máx.	[kN]		1.67	--	--	4.09	--	2.66
	[m]		0.00	--	--	0.00	--	5.66
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.48	6.48	6.48	6.33	1.57	5.59
		Nec.	0.68	2.73	4.79	5.03	0.00	4.34
Área Inf.	[cm ²]	Real	5.40	5.40	5.40	4.71	2.70	3.98
		Nec.	2.54	2.54	2.83	2.74	2.50	2.88
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.66	5.66	5.66	3.33	2.02	3.33
		Nec.	1.63	1.63	4.38	1.98	1.63	2.11

1.11.- Pórtico 11

Pórtico 11			Tramo: V-224			Tramo: V-225		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-64.88	--	-62.41	-67.20	--	-52.16
	[m]		0.00	--	6.15	0.00	--	6.15
Momento máx.	[kN·m]		33.06	42.52	28.92	26.92	38.48	30.40
	[m]		2.05	3.01	4.21	2.02	3.22	4.18
Cortante mín.	[kN]		--	-21.98	-83.28	--	-19.02	-80.07
	[m]		--	4.09	6.15	--	4.06	6.15
Cortante máx.	[kN]		76.24	22.67	--	74.54	20.57	--
	[m]		0.00	2.05	--	0.00	2.14	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	-8.38	--	--	-7.96
	[m]		--	--	6.13	--	--	6.10
Torsor máx.	[kN]		2.98	--	--	4.42	--	--
	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.97	1.57	7.16	7.16	1.57	6.48
		Nec.	5.93	0.00	5.80	6.00	0.00	5.35
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.04	2.36	3.58	3.58	2.36	3.58
		Nec.	3.40	2.30	3.21	3.21	2.08	3.29
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29	5.29	3.35	5.29
		Nec.	1.63	1.63	3.49	1.84	1.63	3.32



1.12.- Pórtico 12

Pórtico 12			Tramo: V-226			Tramo: V-227		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-58.01	--	-39.28	-31.46	-12.19	-45.89
	x	[m]	0.00	--	3.55	0.00	1.32	2.05
Momento máx.	[kN·m]		19.34	20.64	20.81	29.12	8.41	19.47
	x	[m]	1.15	2.35	2.47	0.00	0.72	2.05
Cortante mín.	[kN]		-7.96	-26.18	-38.75	-31.28	-33.59	-44.21
	x	[m]	1.15	2.35	3.55	0.12	1.32	2.05
Cortante máx.	[kN]		75.43	20.95	5.67	30.26	27.16	24.38
	x	[m]	0.00	1.27	2.47	0.00	0.72	1.39
Torsor mín.	[kN]		--	--	-12.37	--	--	-4.39
	x	[m]	--	--	3.43	--	--	1.80
Torsor máx.	[kN]		13.19	--	--	8.90	--	--
	x	[m]	0.00	--	--	0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.28	2.65	5.40	6.28	6.28	6.28
		Nec.	5.67	0.70	4.81	4.50	2.17	5.09
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.71	1.57	4.71	6.28	6.28	6.28
		Nec.	3.93	1.12	4.05	4.40	1.49	4.00
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	6.71	3.35	5.59	5.29	5.29	5.29
		Nec.	5.50	1.63	5.16	3.71	1.63	1.83

1.13.- Pórtico 13

Pórtico 13			Tramo: V-228		
Sección			20x40		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-10.97	--	-7.09
	x	[m]	0.00	--	2.50
Momento máx.	[kN·m]		3.25	5.95	5.69
	x	[m]	0.78	1.62	1.74
Cortante mín.	[kN]		--	-3.10	-28.81
	x	[m]	--	1.62	2.50
Cortante máx.	[kN]		28.18	6.38	--
	x	[m]	0.00	0.90	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
	x	[m]	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
	x	[m]	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	1.51	1.03	1.51
		Nec.	1.08	0.00	0.69
Área Inf.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.47	0.58	0.58
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.14	3.14	3.14
		Nec.	1.63	1.63	1.63



1.14.- Pórtico 14

Pórtico 14			Tramo: V-229		
Sección			50x50		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-66.78	--	-59.47
x	[m]		0.00	--	5.05
Momento máx.	[kN·m]		30.98	118.72	279.79
x	[m]		1.62	3.30	4.27
Cortante mín.	[kN]		--	--	-503.60
x	[m]		--	--	4.40
Cortante máx.	[kN]		124.41	107.18	256.86
x	[m]		0.00	3.30	4.20
Torsor mín.	[kN]		--	-8.89	-20.37
x	[m]		--	3.18	4.14
Torsor máx.	[kN]		21.11	2.86	--
x	[m]		0.00	1.74	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	10.71	10.21	10.21
		Nec.	8.91	4.99	8.54
Área Inf.	[cm ²]	Real	12.57	20.15	23.38
		Nec.	5.00	14.68	22.52
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	9.15	5.15	26.61
		Nec.	4.08	4.08	25.38

1.15.- Pórtico 15

Pórtico 15			Tramo: V-230			Tramo: V-231		
Sección			16x40			16x40		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-3.93	--	-26.82	-14.77	--	-20.45
x	[m]		0.00	--	2.60	0.00	--	1.60
Momento máx.	[kN·m]		5.77	4.69	9.18	6.13	7.86	8.44
x	[m]		0.30	1.68	2.60	0.50	0.98	1.22
Cortante mín.	[kN]		-5.59	-4.48	-150.36	-4.11	-9.51	-187.71
x	[m]		0.78	0.90	2.60	0.50	0.98	1.60
Cortante máx.	[kN]		51.41	4.80	26.98	66.21	4.04	14.42
x	[m]		0.00	1.68	2.60	0.00	0.62	1.60
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--
			--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	1.01	1.12	2.14	1.57	1.90	2.36
		Nec.	0.38	0.00	2.03	1.47	0.26	1.93
Área Inf.	[cm²]	Real	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.57	0.53	0.91	0.75	0.83	0.83
Área Transv.	[cm²/m]	Real	3.14	3.14	11.18	14.37	14.37	14.37
		Nec.	1.30	1.30	9.97	2.64	1.30	12.64



1.16.- Pórtico 16

Pórtico 16			Tramo: V-232		
Sección			16x40		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-16.60	--	-16.33
x	[m]		0.00	--	5.00
Momento máx.	[kN·m]		5.97	3.76	6.76
x	[m]		0.54	1.74	4.62
Cortante mín.	[kN]		-4.75	-1.83	-125.65
x	[m]		0.78	1.74	5.00
Cortante máx.	[kN]		104.05	1.30	29.17
x	[m]		0.00	3.30	5.00
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	1.79	1.01	1.79
		Nec.	1.65	0.00	1.64
Área Inf.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.59	0.40	0.67
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	6.71	3.14	8.72
		Nec.	5.89	1.30	7.78

1.17.- Pórtico 17

Pórtico 17			Tramo: V-233		
Sección			16x40		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-13.16	-1.66	-11.49
x	[m]		0.00	0.76	1.92
Momento máx.	[kN·m]		7.80	6.77	8.26
x	[m]		0.40	0.76	1.60
Cortante mín.	[kN]		-23.99	-4.23	-58.66
x	[m]		0.00	1.24	1.92
Cortante máx.	[kN]		103.22	4.21	5.97
x	[m]		0.00	0.76	1.36
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	1.51	1.15	1.51
		Nec.	1.30	0.39	1.13
Área Inf.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.77	0.81	0.81
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	6.29	6.29	6.29
		Nec.	5.70	1.30	1.82



2.- 2DO PISO - COCHERA

2.1.- Pórtico 1

Pórtico 1			Tramo: V-301		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-13.28	--	-13.10
x	[m]		0.00	--	2.85
Momento máx.	[kN·m]		11.89	5.04	11.65
x	[m]		0.00	1.90	2.85
Cortante mín.	[kN]		-15.12	-8.73	-21.82
x	[m]		0.00	1.90	2.85
Cortante máx.	[kN]		22.29	7.45	12.79
x	[m]		0.00	1.06	2.85
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	2.70	1.82	2.70
		Nec.	1.75	0.13	1.75
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.05	2.26	3.05
		Nec.	1.64	0.77	1.60
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	4.35	4.35	4.35
		Nec.	1.63	1.63	1.63

2.2.- Pórtico 2

Pórtico 2			Tramo: V-302		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-3.70	--	-3.15
x	[m]		0.00	--	2.85
Momento máx.	[kN·m]		4.76	5.49	4.90
x	[m]		0.87	1.47	1.95
Cortante mín.	[kN]		--	-2.89	-11.11
x	[m]		--	1.83	2.85
Cortante máx.	[kN]		13.75	4.48	1.49
x	[m]		0.00	0.99	2.85
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.50	0.00	0.43
Área Inf.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.71	0.74	0.72
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	4.35	4.35	4.35
		Nec.	1.63	1.63	1.63



2.3.- Pórtico 3

Pórtico 3			Tramo: V-303		
Sección			20x40		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-11.91	--	-9.65
x	[m]		0.00	--	2.50
Momento máx.	[kN·m]		3.55	6.71	6.63
x	[m]		0.78	1.62	1.74
Cortante mín.	[kN]		--	-5.59	-26.94
x	[m]		--	1.62	2.50
Cortante máx.	[kN]		28.98	8.22	--
x	[m]		0.00	0.90	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	3.83	1.57	3.83
		Nec.	1.25	0.09	1.01
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.14	1.57	1.57
		Nec.	0.50	0.66	0.66
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	4.72	4.72	4.72
		Nec.	1.63	1.63	1.63

2.4.- Pórtico 4

Pórtico 4			Tramo: V-304		
Sección			50x50		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-66.04	--	--
x	[m]		0.00	--	--
Momento máx.	[kN·m]		48.80	146.10	119.26
x	[m]		1.38	2.56	2.82
Cortante mín.	[kN]		--	-114.38	-109.77
x	[m]		--	2.70	2.82
Cortante máx.	[kN]		136.24	131.68	9.29
x	[m]		0.00	2.50	4.20
Torsor mín.	[kN]		-1.43	-25.38	-16.85
x	[m]		1.26	2.46	4.14
Torsor máx.	[kN]		6.00	3.31	3.31
x	[m]		0.00	2.70	2.82
Área Sup.	[cm ²]	Real	5.50	5.50	6.06
		Nec.	5.12	5.00	4.99
Área Inf.	[cm ²]	Real	9.44	14.08	14.08
		Nec.	5.70	13.73	10.47
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	4.35	5.03	5.03
		Nec.	4.08	4.90	4.08



2.5.- Pórtico 5

Pórtico 5			Tramo: V-305			Tramo: V-306			Tramo: V-307		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-42.09	--	-59.21	-46.27	-16.96	-32.68	-43.02	--	-64.91
x	[m]		0.00	--	5.88	0.00	1.06	2.93	0.00	--	5.80
Momento máx.	[kN·m]		47.86	55.00	39.58	--	--	3.67	37.89	44.98	28.91
x	[m]		1.90	2.74	3.94	--	--	2.93	1.84	2.68	3.88
Cortante mín.	[kN]		--	-22.90	-50.10	-2.52	-10.78	-16.61	--	-22.88	-42.79
x	[m]		--	3.82	5.88	0.94	1.90	2.93	--	3.76	5.80
Cortante máx.	[kN]		40.99	15.47	--	28.11	17.76	8.11	48.22	15.68	--
x	[m]		0.22	2.02	--	0.00	1.06	2.02	0.00	1.96	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	-5.84	--	--	-10.70	--	--
x	[m]		--	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	5.22	--	--	3.58	--	--	1.99
x	[m]		--	--	5.74	--	--	2.74	--	--	5.56
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.03	4.02	10.90	9.88	4.26	6.98	7.35	1.57	7.39
		Nec.	2.29	0.00	5.70	5.15	1.72	4.55	4.98	0.09	3.63
Área Inf.	[cm ²]	Real	5.15	5.15	6.28	5.16	1.57	5.39	5.63	3.39	4.98
		Nec.	2.97	3.00	3.59	3.21	0.00	3.36	4.14	2.44	2.21
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.35	3.35	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29
		Nec.	1.63	1.63	2.18	2.43	1.63	1.63	4.46	1.63	1.63

Pórtico 5			Tramo: V-308		
Sección			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-40.91	-2.09	--
x	[m]		0.00	1.48	--
Momento máx.	[kN·m]		9.76	23.49	23.39
x	[m]		1.36	2.80	2.92
Cortante mín.	[kN]		-2.23	-0.75	-22.07
x	[m]		0.00	2.80	4.30
Cortante máx.	[kN]		28.93	22.25	1.41
x	[m]		0.52	1.48	2.92
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	7.49	3.11	1.57
		Nec.	2.28	0.89	0.00
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.82	1.57	1.57
		Nec.	1.01	1.27	1.27
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.35	3.35	3.35
		Nec.	1.63	1.63	1.63



2.6.- Pórtico 6

Pórtico 6			Tramo: V-309			Tramo: V-310		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-61.12	-2.88	-42.84	-34.33	-8.91	-48.31
	[m]		0.00	1.24	3.55	0.00	0.69	2.05
Momento máx.	[kN·m]		18.84	20.80	24.36	31.25	12.56	24.83
	[m]		1.12	2.32	3.55	0.00	0.69	2.05
Cortante mín.	[kN]		-7.35	-24.31	-43.82	-30.35	-38.19	-67.10
	[m]		1.12	2.32	3.55	0.66	1.29	2.05
Cortante máx.	[kN]		69.72	28.58	11.67	39.24	30.57	26.97
	[m]		0.00	1.24	2.44	0.00	0.69	1.39
Torsor mín.	[kN]		--	--	-7.79	--	--	-10.11
	[m]		--	--	3.40	--	--	2.01
Torsor máx.	[kN]		8.16	--	--	8.05	--	--
	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.09	2.60	5.40	6.28	6.28	6.28
		Nec.	5.74	1.24	4.96	4.61	2.05	5.19
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.71	1.57	4.71	6.28	6.28	6.28
		Nec.	3.96	1.22	4.20	4.49	1.64	4.22
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	3.35	5.29	5.59	5.59	5.59
		Nec.	3.40	1.63	3.25	3.36	1.63	4.22

2.7.- Pórtico 7

Pórtico 7			Tramo: V-311			Tramo: V-312		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-55.94	--	-61.71	-74.90	--	-49.14
	[m]		0.00	--	6.15	0.00	--	6.15
Momento máx.	[kN·m]		26.42	34.43	25.77	23.96	36.88	32.28
	[m]		2.02	2.98	4.18	1.99	3.19	4.15
Cortante mín.	[kN]		--	-19.92	-74.54	--	-17.74	-68.75
	[m]		--	4.06	6.15	--	4.03	6.15
Cortante máx.	[kN]		60.23	16.39	--	74.89	23.50	--
	[m]		0.00	2.14	--	0.00	2.11	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	-9.80	-3.18	--	-8.25
	[m]		--	--	6.10	0.00	--	6.07
Torsor máx.	[kN]		4.66	--	3.45	8.75	--	--
	[m]		0.00	--	6.10	0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.48	1.57	7.60	7.60	1.57	6.48
		Nec.	5.51	0.00	5.83	6.39	0.00	5.23
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.93	2.36	3.83	3.83	2.36	4.03
		Nec.	3.68	1.86	3.34	3.21	2.00	3.53
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	3.35	5.92	5.29	3.35	5.29
		Nec.	1.94	1.63	4.09	3.65	1.63	3.44



2.8.- Pórtico 8

Pórtico 8			Tramo: V-313			Tramo: V-314			Tramo: V-315		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-41.90	-5.64	-29.04	--	-19.19	-83.95	-89.08	-13.00	-8.05
x	[m]		0.00	0.90	2.35	--	1.49	2.28	0.00	0.60	1.58
Momento máx.	[kN·m]		16.84	12.37	23.24	62.79	24.52	--	7.23	29.31	103.46
x	[m]		0.06	0.90	2.35	0.00	0.77	--	0.36	0.96	1.58
Cortante mín.	[kN]		-13.10	-25.37	-46.99	-51.85	-67.22	-90.29	-1.06	-10.00	-24.24
x	[m]		0.78	1.50	2.35	0.66	1.49	2.28	0.48	0.96	1.58
Cortante máx.	[kN]		53.88	27.25	21.68	0.85	--	--	134.28	121.25	125.11
x	[m]		0.00	0.90	1.98	0.00	--	--	0.00	0.96	1.32
Torsor mín.	[kN]		--	--	-7.67	--	--	-7.02	--	--	-11.60
x	[m]		--	--	2.22	--	--	2.09	--	--	1.56
Torsor máx.	[kN]		13.07	--	--	6.35	--	--	8.00	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.28	6.28	6.28	3.58	6.22	7.60	7.60	7.60	7.60
		Nec.	4.93	1.44	4.40	3.21	3.76	6.79	7.01	4.25	3.55
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.93	2.65	4.71	7.16	5.44	4.02	5.66	7.74	8.93
		Nec.	3.90	1.06	4.15	5.79	2.99	3.21	3.50	4.37	7.51
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	6.71	6.71	6.71	5.29	5.29	5.29	9.15	9.15	9.15
		Nec.	5.45	1.63	3.20	2.65	1.63	3.37	5.84	1.63	6.82

Pórtico 8			Tramo: V-316		
Sección			20x60		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		--	-3.04	-38.71
x	[m]		--	0.78	1.21
Momento máx.	[kN·m]		65.68	31.42	--
x	[m]		0.00	0.42	--
Cortante mín.	[kN]		-81.25	-82.73	-97.06
x	[m]		0.00	0.78	1.21
Cortante máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor mín.	[kN]		-2.14	--	-5.23
x	[m]		0.00	--	1.14
Torsor máx.	[kN]		2.78	--	2.48
x	[m]		0.00	--	1.14
Área Sup.	[cm ²]	Real	7.60	7.60	7.60
		Nec.	2.74	2.58	4.67
Área Inf.	[cm ²]	Real	9.41	7.60	6.28
		Nec.	5.94	3.72	3.38
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.66	5.66	5.66
		Nec.	1.77	1.63	3.78



2.9.- Pórtico 9

Pórtico 9			Tramo: V-317		
Sección			20x60		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-41.18	--	-31.97
x	[m]		0.00	--	5.69
Momento máx.	[kN·m]		17.25	28.40	24.54
x	[m]		1.79	2.99	3.83
Cortante mín.	[kN]		--	-9.63	-55.38
x	[m]		--	3.71	5.69
Cortante máx.	[kN]		52.95	15.42	--
x	[m]		0.00	1.91	--
Torsor mín.	[kN]		-2.19	--	-5.26
x	[m]		0.00	--	5.63
Torsor máx.	[kN]		4.66	--	3.01
x	[m]		0.00	--	5.63
Área Sup.	[cm ²]	Real	5.69	1.57	5.73
		Nec.	4.73	0.00	4.28
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.14	2.36	3.14
		Nec.	2.74	1.80	2.74
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.33	2.02	3.54
		Nec.	2.26	1.63	2.55

2.10.- Pórtico 10

Pórtico 10			Tramo: V-318		
Sección			20x60		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-31.80	--	-27.61
x	[m]		0.00	--	5.69
Momento máx.	[kN·m]		18.56	29.21	25.47
x	[m]		1.79	2.99	3.83
Cortante mín.	[kN]		--	-9.63	-52.60
x	[m]		--	3.71	5.69
Cortante máx.	[kN]		41.38	14.70	--
x	[m]		0.00	1.91	--
Torsor mín.	[kN]		-4.43	--	-3.51
x	[m]		0.00	--	5.63
Torsor máx.	[kN]		--	--	5.19
x	[m]		--	--	5.63
Área Sup.	[cm ²]	Real	5.59	1.57	5.59
		Nec.	4.26	0.00	4.06
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.14	2.36	3.58
		Nec.	2.74	1.86	2.74
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.33	2.02	3.77
		Nec.	2.15	1.63	2.52



2.11.- Pórtico 11

Pórtico 11			Tramo: V-319		
Sección			20x60		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-28.35	--	-10.46
x	[m]		0.00	--	5.69
Momento máx.	[kN·m]		24.87	37.81	35.33
x	[m]		1.79	3.23	3.83
Cortante mín.	[kN]		--	-7.84	-48.41
x	[m]		--	3.71	5.69
Cortante máx.	[kN]		41.92	14.94	--
x	[m]		0.00	1.91	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		6.12	--	--
x	[m]		0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	5.59	1.57	1.57
		Nec.	4.16	0.00	0.66
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.14	2.70	2.70
		Nec.	2.86	2.41	2.40
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.77	2.02	2.02
		Nec.	2.97	1.63	1.63

2.12.- Pórtico 12

Pórtico 12			Tramo: V-320			Tramo: V-321			Tramo: V-322		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-74.81	--	-68.14	-52.29	--	-66.23	-59.81	--	-66.34
x	[m]		0.00	--	5.35	0.00	--	4.30	0.00	--	5.00
Momento máx.	[kN·m]		35.15	34.24	29.75	25.75	25.36	21.53	25.49	27.37	25.40
x	[m]		1.50	1.88	3.68	1.21	1.45	2.89	1.59	2.31	3.39
Cortante mín.	[kN]		-7.14	-27.88	-70.20	-5.91	-26.79	-62.30	-2.29	-24.63	-70.30
x	[m]		1.76	3.56	5.35	1.33	2.77	4.30	1.59	3.27	5.00
Cortante máx.	[kN]		59.37	19.55	--	45.83	23.78	4.98	55.70	23.20	0.47
x	[m]		0.00	1.88	--	0.00	1.45	2.89	0.00	1.71	3.39
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	-4.26	--	--	-6.23	--	-1.99
x	[m]		--	--	--	0.00	--	--	0.00	--	4.95
Torsor máx.	[kN]		--	--	7.72	--	--	5.44	--	--	12.72
x	[m]		--	--	5.24	--	--	4.09	--	--	4.95
Área Sup.	[cm ²]	Real	5.59	2.82	7.66	6.79	2.26	7.42	6.72	1.57	6.97
		Nec.	4.10	0.43	6.08	5.38	0.64	6.01	5.74	0.48	5.99
Área Inf.	[cm ²]	Real	2.26	2.26	4.52	4.52	2.26	5.40	4.71	4.71	4.71
		Nec.	1.90	1.90	3.94	4.21	1.39	3.95	4.04	1.49	3.91
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.35	3.35	5.29	5.29	3.35	5.29	5.29	3.35	10.06
		Nec.	1.63	1.63	3.22	1.77	1.63	2.27	2.60	1.63	5.30



Pórtico 12			Tramo: V-323			Tramo: V-324			Tramo: V-325		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-62.83	--	-73.94	-51.23	--	-59.80	-43.31	-9.94	-58.73
x	[m]		0.00	--	5.00	0.00	--	4.30	0.00	0.85	2.48
Momento máx.	[kN·m]		31.84	34.04	27.57	24.62	23.30	20.99	41.04	19.69	32.36
x	[m]		1.63	2.47	3.43	1.07	1.55	2.87	0.00	0.85	2.48
Cortante mín.	[kN]		-3.54	-28.38	-74.68	-8.06	-26.59	-62.63	-27.29	-42.67	-69.56
x	[m]		1.63	3.31	5.00	1.43	2.75	4.30	0.73	1.57	2.48
Cortante máx.	[kN]		64.56	22.77	--	44.35	22.99	6.39	45.38	31.73	28.24
x	[m]		0.00	1.75	--	0.00	1.55	2.87	0.00	0.85	2.29
Torsor mín.	[kN]		-12.25	--	--	-4.94	--	--	-6.74	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	7.49	--	--	4.19	--	--	4.69
x	[m]		--	--	4.87	--	--	4.07	--	--	2.29
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.97	1.92	6.97	6.97	1.99	6.48	7.17	7.17	7.17
		Nec.	5.86	0.48	6.32	5.35	0.54	5.67	4.98	2.08	5.63
Área Inf.	[cm ²]	Real	5.40	2.26	5.40	4.71	1.57	4.71	5.40	3.69	5.40
		Nec.	4.27	1.84	3.86	4.19	1.33	3.95	4.89	1.93	4.53
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	8.72	3.35	5.29	5.29	3.35	5.29	5.29	3.35	5.29
		Nec.	5.20	1.63	3.12	2.06	1.63	1.75	2.81	1.63	1.96

Pórtico 12			Tramo: V-326			Tramo: V-327		
Sección			20x70			20x60		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-38.48	-13.96	-62.77	-24.61	-20.50	-35.81
x	[m]		0.00	1.50	2.28	0.00	0.42	1.21
Momento máx.	[kN·m]		41.23	16.77	35.52	19.65	6.32	--
x	[m]		0.00	0.78	2.28	0.00	0.42	--
Cortante mín.	[kN]		-32.87	-50.30	-74.02	-36.19	-47.57	-60.48
x	[m]		0.66	1.50	2.28	0.30	0.78	1.21
Cortante máx.	[kN]		42.55	32.97	32.50	13.05	11.96	12.32
x	[m]		0.00	0.78	2.10	0.00	0.78	0.90
Torsor mín.	[kN]		-5.10	--	--	-3.73	--	-2.98
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	1.14
Torsor máx.	[kN]		2.47	--	4.38	2.09	--	5.79
x	[m]		0.00	--	2.10	0.00	--	1.14
Área Sup.	[cm ²]	Real	7.05	5.10	7.16	5.94	5.40	5.40
		Nec.	4.79	2.69	5.79	3.93	2.29	4.46
Área Inf.	[cm ²]	Real	7.12	4.02	6.03	4.02	4.02	4.02
		Nec.	4.89	1.97	4.66	3.68	1.25	2.74
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29	4.35	4.35	4.35
		Nec.	2.13	1.63	1.82	1.81	1.63	2.81



2.13.- Pórtico 13

Pórtico 13			Tramo: V-328		
Sección			20x60		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-37.46	--	-13.52
x	[m]		0.00	--	5.69
Momento máx.	[kN·m]		23.21	36.80	34.23
x	[m]		1.79	3.23	3.83
Cortante mín.	[kN]		--	-7.16	-48.65
x	[m]		--	3.71	5.69
Cortante máx.	[kN]		52.62	17.11	--
x	[m]		0.00	1.91	--
Torsor mín.	[kN]		-4.90	--	--
x	[m]		0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		2.47	--	--
x	[m]		0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	5.59	1.57	4.71
		Nec.	4.54	0.00	0.87
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.14	2.36	4.29
		Nec.	2.74	2.34	2.33
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.54	3.33	3.33
		Nec.	2.38	1.63	1.63

3.- 3ER PISO - COCHERA

3.1.- Pórtico 1

Pórtico 1			Tramo: V-401		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-6.26	--	-6.34
x	[m]		0.00	--	2.85
Momento máx.	[kN·m]		5.92	5.53	5.80
x	[m]		0.00	1.42	2.85
Cortante mín.	[kN]		-3.89	-6.14	-16.03
x	[m]		0.00	1.90	2.85
Cortante máx.	[kN]		15.22	4.27	2.62
x	[m]		0.00	1.06	2.85
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	1.51	1.01	1.51
		Nec.	0.85	0.00	0.86
Área Inf.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.80	0.75	0.79
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	4.35	4.35	4.35
		Nec.	1.63	1.63	1.63



3.2.- Pórtico 2

Pórtico 2			Tramo: V-402		
Sección			20x40		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-11.99	--	-8.40
x	[m]		0.00	--	2.50
Momento máx.	[kN·m]		4.99	6.07	5.74
x	[m]		0.78	1.50	1.74
Cortante mín.	[kN]		--	-4.68	-27.41
x	[m]		--	1.62	2.50
Cortante máx.	[kN]		30.79	6.39	--
x	[m]		0.00	0.90	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	3.83	1.57	3.83
		Nec.	1.26	0.12	0.88
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.96	3.39	3.39
		Nec.	0.55	0.60	0.60
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	4.72	4.72	4.72
		Nec.	1.63	1.63	1.63

3.3.- Pórtico 3

Pórtico 3			Tramo: V-403			Tramo: V-404			Tramo: V-405		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-64.88	--	-73.12	-57.78	-18.47	-45.30	-52.05	--	-76.89
x	[m]		0.00	--	5.88	0.00	1.06	2.93	0.00	--	5.80
Momento máx.	[kN·m]		50.95	53.58	38.95	10.78	3.32	20.63	41.23	43.78	30.33
x	[m]		1.90	2.74	3.94	0.00	1.90	2.93	1.84	2.68	3.88
Cortante mín.	[kN]		-3.83	-28.01	-61.53	-11.78	-20.49	-30.66	-3.49	-28.11	-46.70
x	[m]		1.90	3.82	5.88	0.94	1.90	2.93	1.84	3.76	5.32
Cortante máx.	[kN]		57.14	21.18	--	43.40	27.71	17.93	56.61	18.41	--
x	[m]		0.00	2.02	--	0.00	1.06	2.02	0.00	1.96	--
Torsor mín.	[kN]		-2.40	--	--	-6.89	--	--	-11.88	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	6.28	--	--	4.24	--	--	2.80
x	[m]		--	--	5.74	--	--	2.74	--	--	5.56
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.72	1.57	9.22	9.57	4.41	7.15	7.51	1.57	7.56
		Nec.	5.96	0.00	6.27	5.62	2.10	5.07	5.35	0.30	6.44
Área Inf.	[cm ²]	Real	6.03	4.02	6.03	6.03	4.02	6.67	6.46	3.39	5.38
		Nec.	4.79	2.92	3.97	3.65	0.71	4.05	4.53	2.38	3.70
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29	5.29	3.35	5.29	5.59	5.29	5.29
		Nec.	1.63	1.63	2.62	2.87	1.63	1.77	4.95	1.63	1.63



Pórtico 3			Tramo: V-406		
Sección			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-43.97	-4.06	--
x	[m]		0.00	1.48	--
Momento máx.	[kN·m]		11.43	23.97	23.85
x	[m]		1.36	2.80	2.92
Cortante mín.	[kN]		-10.01	-0.90	-22.17
x	[m]		0.00	2.80	4.30
Cortante máx.	[kN]		29.47	23.43	2.74
x	[m]		0.52	1.48	2.92
Torsor mín.	[kN]		-2.24	--	--
x	[m]		0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	7.65	3.09	1.57
		Nec.	5.04	1.03	0.00
Área Inf.	[cm ²]	Real	5.01	1.57	1.57
		Nec.	3.21	1.29	1.29
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29
		Nec.	1.63	1.63	1.63

3.4.- Pórtico 4

Pórtico 4			Tramo: V-407			Tramo: V-408		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín. x	[kN·m]		-60.03	-3.23	-39.82	-28.34	-8.86	-38.49
	[m]		0.00	1.19	3.55	0.00	1.36	2.05
Momento máx. x	[kN·m]		16.37	20.36	23.48	21.86	9.27	16.14
	[m]		1.07	2.27	3.55	0.00	0.76	2.05
Cortante mín. x	[kN]		-2.89	-22.33	-46.37	-30.72	-32.40	-57.00
	[m]		1.07	2.27	3.55	0.28	1.36	2.05
Cortante máx. x	[kN]		61.05	28.97	11.39	47.06	24.21	18.08
	[m]		0.00	1.19	3.55	0.00	0.76	1.72
Torsor mín. x	[kN]		--	--	-7.34	--	--	-10.27
	[m]		--	--	3.35	--	--	1.96
Torsor máx. x	[kN]		4.71	--	--	15.49	--	--
	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	6.09	2.60	5.40	6.28	6.28	6.28
		Nec.	5.70	1.35	4.84	4.37	1.94	4.78
Área Inf.	[cm²]	Real	4.71	1.57	4.71	7.16	4.08	4.02
		Nec.	3.80	1.18	4.16	4.10	1.01	3.86
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.29	3.35	5.29	7.19	7.19	7.19
		Nec.	1.96	1.63	3.06	6.46	1.63	4.28



3.5.- Pórtico 5

Pórtico 5			Tramo: V-409			Tramo: V-410		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-61.16	--	-75.51	-86.70	--	-47.33
	[m]		0.00	--	6.15	0.00	--	6.15
Momento máx.	[kN·m]		32.65	38.50	28.08	23.26	39.93	37.27
	[m]		1.97	2.93	4.13	1.94	3.38	4.10
Cortante mín.	[kN]		--	-23.18	-77.36	--	-17.92	-68.64
	[m]		--	4.01	6.15	--	4.10	6.15
Cortante máx.	[kN]		73.91	20.66	--	92.25	28.55	--
	[m]		0.00	2.09	--	0.00	2.06	--
Torsor mín.	[kN]		-3.37	--	-8.84	-8.49	--	-7.90
	[m]		0.00	--	6.05	0.00	--	6.02
Torsor máx.	[kN]		13.15	--	4.62	16.97	--	2.53
	[m]		0.00	--	6.05	0.00	--	6.02
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.48	1.57	7.60	7.60	1.57	5.59
		Nec.	5.73	0.00	6.42	6.92	0.10	5.22
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.71	2.36	3.83	3.83	3.14	4.71
		Nec.	3.91	2.08	3.30	3.36	2.22	3.66
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	6.29	3.35	5.29	9.81	3.35	5.29
		Nec.	5.48	1.63	3.68	7.76	1.63	3.29

3.6.- Pórtico 6

Pórtico 6			Tramo: V-411			Tramo: V-412			Tramo: V-413		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-41.83	-5.85	-19.45	--	-28.10	-115.71	-126.35	-24.24	--
	[m]		0.00	0.85	2.35	--	1.44	2.28	0.00	0.55	--
Momento máx.	[kN·m]		11.82	11.57	20.53	95.94	27.02	--	2.14	58.73	157.63
	[m]		0.00	1.45	2.35	0.00	0.84	--	0.43	1.03	1.58
Cortante mín.	[kN]		-9.50	-15.95	-38.61	-89.05	-92.02	-119.37	--	--	--
	[m]		0.25	1.45	2.35	0.12	1.44	2.28	--	--	--
Cortante máx.	[kN]		51.23	30.78	21.18	--	--	--	200.62	178.79	187.20
	[m]		0.00	0.85	2.17	--	--	--	0.00	1.03	1.58
Torsor mín.	[kN]		--	--	-7.53	--	--	-6.61	-2.34	--	-9.42
	[m]		--	--	2.17	--	--	2.04	0.00	--	1.51
Torsor máx.	[kN]		5.34	--	--	9.31	--	--	13.09	--	3.56
	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--	0.00	--	1.51
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.48	3.99	9.53	9.61	9.61	9.61	9.61	9.61	9.61
		Nec.	4.92	1.56	4.03	3.21	4.22	8.22	8.70	5.49	3.41
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.02	4.70	8.61	8.93	7.30	4.17	7.16	10.12	11.19
		Nec.	3.69	0.99	4.05	7.19	4.13	3.21	4.83	6.81	10.02
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29	5.59	5.59	5.59	14.37	14.37	14.37
		Nec.	2.23	1.63	3.14	4.11	1.63	4.61	11.17	3.87	8.93



Pórtico 6			Tramo: V-414			Tramo: V-415		
Sección			20x60			20x60		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		--	--	-51.56	-57.35	--	-12.96
	[m]		--	--	1.21	0.00	--	5.69
Momento máx.	[kN·m]		103.53	42.94	2.06	15.72	32.04	30.31
	[m]		0.00	0.49	0.85	1.86	3.42	3.90
Cortante mín.	[kN]		-126.61	-121.94	-137.28	--	-6.03	-45.51
	[m]		0.00	0.73	1.21	--	3.78	5.69
Cortante máx.	[kN]		--	--	--	65.95	19.36	--
	[m]		--	--	--	0.00	1.98	--
Torsor mín.	[kN]		-4.29	--	--	--	--	-1.70
	[m]		0.00	--	--	--	--	5.58
Torsor máx.	[kN]		4.94	--	--	3.87	--	--
	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	5.68	7.58	7.60	7.60	1.57	4.71
		Nec.	2.74	2.66	3.50	5.70	0.00	0.84
Área Inf.	[cm ²]	Real	8.93	8.33	6.77	3.62	2.36	4.20
		Nec.	7.85	5.11	3.69	2.74	2.04	2.04
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	7.08	7.08	7.08	3.33	3.33	3.33
		Nec.	5.44	2.20	3.74	1.88	1.63	1.63

3.7.- Pórtico 7

Pórtico 7			Tramo: V-416		
Sección			20x60		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-35.73	--	-10.87
	[m]		0.00	--	5.69
Momento máx.	[kN·m]		20.03	33.40	31.29
	[m]		1.86	3.42	3.90
Cortante mín.	[kN]		--	-7.63	-45.16
	[m]		--	3.78	5.69
Cortante máx.	[kN]		47.84	16.53	--
	[m]		0.00	1.98	--
Torsor mín.	[kN]		-5.38	--	--
	[m]		0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	5.59	1.57	5.59
		Nec.	4.54	0.00	0.72
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.58	3.58	3.58
		Nec.	2.74	2.13	2.13
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.33	3.33	3.33
		Nec.	2.61	1.63	1.63



3.8.- Pórtico 8

Pórtico 8			Tramo: V-417			Tramo: V-418			Tramo: V-419		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-79.57	--	-69.24	-55.62	-2.00	-71.28	-65.65	--	-76.15
	[m]		0.00	--	5.35	0.00	2.84	4.30	0.00	--	5.00
Momento máx.	[kN·m]		35.66	36.00	32.34	26.57	25.38	21.93	31.32	36.33	29.99
	[m]		1.50	2.79	3.63	1.16	1.52	2.96	1.66	2.50	3.34
Cortante mín.	[kN]		-5.35	-27.79	-73.61	-7.07	-30.06	-77.23	-2.50	-29.35	-82.69
	[m]		1.67	3.51	5.35	1.40	2.84	4.30	1.66	3.22	5.00
Cortante máx.	[kN]		64.01	22.63	--	57.72	23.46	3.88	68.56	22.18	--
	[m]		0.00	1.83	--	0.00	1.52	2.96	0.00	1.78	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	-6.33	--	-5.23	-11.33	--	--
	[m]		--	--	--	0.00	--	4.28	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	7.72	--	--	22.20	--	--	14.55
	[m]		--	--	5.19	--	--	4.28	--	--	4.90
Área Sup.	[cm ²]	Real	5.59	2.55	6.97	6.97	2.02	6.72	6.72	1.57	7.85
		Nec.	4.36	0.45	6.12	5.54	1.11	6.25	6.00	0.27	6.49
Área Inf.	[cm ²]	Real	2.26	2.26	5.40	5.40	2.26	5.40	4.71	4.71	4.71
		Nec.	1.93	1.95	3.98	4.25	1.44	3.97	4.15	1.98	3.97
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.35	3.35	5.29	5.29	3.35	12.08	6.29	3.35	7.74
		Nec.	1.63	1.63	3.22	2.64	1.63	9.42	4.72	1.63	6.17

Pórtico 8			Tramo: V-420			Tramo: V-421			Tramo: V-422		
Sección			20x80			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-77.83	--	-92.73	-54.62	--	-62.87	-44.59	-10.00	-60.64
	[m]		0.00	--	5.00	0.00	--	4.30	0.00	1.64	2.48
Momento máx.	[kN·m]		40.36	40.36	35.06	25.33	24.76	22.93	40.94	17.89	33.68
	[m]		1.58	1.70	3.38	1.26	1.50	2.94	0.00	0.92	2.48
Cortante mín.	[kN]		-2.95	-32.65	-83.50	-6.31	-28.64	-74.21	-27.69	-46.45	-72.98
	[m]		1.58	3.26	5.00	1.38	2.82	4.30	0.80	1.64	2.48
Cortante máx.	[kN]		93.01	32.30	3.39	57.28	25.65	5.36	50.43	31.06	30.76
	[m]		0.00	1.70	3.38	0.00	1.50	2.94	0.00	0.92	2.24
Torsor mín.	[kN]		-29.36	--	--	-7.99	--	-3.03	-11.46	--	--
	[m]		0.00	--	--	0.00	--	4.26	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	9.38	2.99	--	15.67	4.15	--	4.80
	[m]		--	--	4.82	0.00	--	4.26	0.00	--	2.24
Área Sup.	[cm ²]	Real	7.85	2.99	7.66	6.09	2.40	6.48	7.60	5.19	8.33
		Nec.	6.58	0.77	7.06	5.49	0.59	5.80	5.04	2.38	5.72
Área Inf.	[cm ²]	Real	6.09	2.26	5.40	4.71	1.57	4.71	5.40	3.24	6.04
		Nec.	5.07	1.90	4.70	4.23	1.37	4.00	4.88	1.85	4.59
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	14.14	3.35	4.57	5.29	3.35	9.15	6.71	3.35	5.29
		Nec.	10.96	1.63	3.38	3.33	1.63	6.53	4.78	1.63	2.00



Pórtico 8			Tramo: V-423			Tramo: V-424		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-38.54	-10.92	-64.45	-30.33	-13.94	-4.73
	x	[m]	0.00	1.45	2.28	0.00	0.49	0.85
Momento máx.	[kN·m]		40.20	14.80	33.80	22.68	15.91	8.96
	x	[m]	0.00	0.85	2.28	0.00	0.49	0.85
Cortante mín.	[kN]		-33.38	-50.98	-78.01	-16.92	-19.55	-31.19
	x	[m]	0.73	1.45	2.28	0.37	0.73	1.21
Cortante máx.	[kN]		44.41	31.27	32.66	44.56	31.56	28.28
	x	[m]	0.00	0.85	2.05	0.00	0.49	0.85
Torsor mín.	[kN]		-8.48	--	--	-6.63	--	--
	x	[m]	0.00	--	--	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		4.06	--	5.18	4.11	--	2.91
	x	[m]	0.00	--	2.05	0.00	--	1.09
Área Sup.	[cm ²]	Real	7.14	8.08	9.51	6.48	6.48	6.48
		Nec.	4.80	2.56	5.87	4.45	1.65	3.78
Área Inf.	[cm ²]	Real	7.25	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28
		Nec.	4.86	1.84	4.59	4.13	1.23	3.86
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29
		Nec.	3.53	1.63	2.16	2.76	1.63	1.63

4.- 4TO PISO - DEPARTAMENTOS 1

4.1.- Pórtico 1

Pórtico 1			Tramo: V-501			Tramo: V-502			Tramo: V-503		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-97.84	-3.56	-141.97	-155.62	-36.30	-129.15	-117.38	-11.36	-94.41
	x	[m]	0.00	3.80	5.87	0.00	1.00	2.89	0.00	2.01	5.70
Momento máx.	[kN·m]		64.80	70.18	61.67	102.47	29.82	105.10	56.90	48.82	53.21
	x	[m]	0.92	2.60	3.92	0.00	1.84	2.89	0.57	2.01	5.70
Cortante mín.	[kN]		-11.42	-38.73	-119.51	-82.56	-65.77	-103.34	-13.70	-30.22	-94.11
	x	[m]	1.88	3.80	5.87	0.00	1.84	2.89	1.89	3.69	5.70
Cortante máx.	[kN]		89.68	31.20	3.45	164.60	75.86	63.92	79.30	35.33	17.10
	x	[m]	0.00	2.00	3.92	0.00	1.00	1.96	0.00	2.01	3.81
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	-3.42	--	--	--	--	--
	x	[m]	--	--	--	0.00	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
	x	[m]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.09	3.77	16.28	14.70	10.44	12.10	11.15	3.02	5.66
		Nec.	4.34	1.47	6.09	9.91	4.36	5.50	4.98	1.83	4.38
Área Inf.	[cm ²]	Real	6.03	6.03	12.42	11.52	6.28	7.85	7.10	4.02	4.02
		Nec.	3.82	3.84	3.45	7.56	4.03	4.42	3.15	3.00	2.90
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.35	3.35	3.35	6.71	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35
		Nec.	1.63	1.63	1.76	5.34	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63



Pórtico 1			Tramo: V-504		
Sección			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-42.04	-6.34	-13.49
x	[m]		0.00	1.46	4.30
Momento máx.	[kN·m]		56.75	56.27	38.55
x	[m]		1.22	1.46	2.90
Cortante mín.	[kN]		-5.03	-23.33	-49.21
x	[m]		1.34	2.78	4.30
Cortante máx.	[kN]		50.74	16.91	3.02
x	[m]		0.00	1.46	2.90
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	5.40	2.90	1.51
		Nec.	2.29	0.99	0.72
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.02	4.02	4.02
		Nec.	3.10	3.10	2.70
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.35	3.35	3.35
		Nec.	1.63	1.63	1.63

4.2.- Pórtico 2

Pórtico 2			Tramo: V-505		
Sección			20x40		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-12.14	--	-10.21
x	[m]		0.00	--	2.50
Momento máx.	[kN·m]		4.21	6.98	6.96
x	[m]		0.76	1.60	1.72
Cortante mín.	[kN]		--	-4.92	-31.65
x	[m]		--	1.60	2.50
Cortante máx.	[kN]		38.05	8.11	0.09
x	[m]		0.00	0.88	1.72
Torsor mín.	[kN]		-1.45	--	--
x	[m]		0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		1.39	--	--
x	[m]		0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	3.14	1.57	3.14
		Nec.	2.75	0.12	1.06
Área Inf.	[cm ²]	Real	2.68	1.57	1.57
		Nec.	1.89	0.69	0.69
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	4.72	4.72	4.72
		Nec.	1.63	1.63	1.63



4.3.- Pórtico 3

Pórtico 3			Tramo: V-506			Tramo: V-507			Tramo: V-508		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-58.98	--	-89.99	-85.47	-20.35	-60.37	-33.77	--	-113.00
x	[m]		0.00	--	5.88	0.00	1.04	2.93	0.02	--	5.60
Momento máx.	[kN·m]		63.71	73.61	50.24	20.45	15.21	44.33	45.31	44.31	13.23
x	[m]		1.88	2.72	3.92	0.00	1.88	2.93	1.58	1.94	3.74
Cortante mín.	[kN]		-3.79	-35.30	-84.85	-18.41	-29.81	-44.96	-7.10	-35.07	-73.06
x	[m]		1.88	3.80	5.88	0.92	1.88	2.93	1.82	3.62	5.60
Cortante máx.	[kN]		62.46	26.82	--	76.74	45.25	30.12	32.37	12.37	--
x	[m]		0.00	2.00	--	0.00	1.04	2.00	0.00	1.94	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	2.80	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	0.00	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	7.16	4.29	8.44	8.35	5.05	5.95	5.46	3.31	5.59
		Nec.	3.23	0.24	4.33	6.79	2.94	3.31	1.84	0.93	4.68
Área Inf.	[cm ²]	Real	6.03	6.03	9.18	6.22	3.14	3.56	3.34	2.70	4.04
		Nec.	3.99	4.03	3.69	4.06	1.84	2.42	2.46	2.46	1.27
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.35	3.35	3.35	5.29	5.29	5.29	3.35	3.35	3.35
		Nec.	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63

Pórtico 3			Tramo: V-509		
Sección			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-5.66	--	-65.79
x	[m]		0.00	--	4.10
Momento máx.	[kN·m]		75.24	52.25	38.60
x	[m]		0.02	1.46	2.78
Cortante mín.	[kN]		-26.75	-44.32	-67.98
x	[m]		1.34	2.66	4.10
Cortante máx.	[kN]		31.11	10.22	--
x	[m]		0.00	1.46	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	5.59	5.59	5.59
		Nec.	0.30	0.65	3.59
Área Inf.	[cm ²]	Real	6.03	5.44	4.02
		Nec.	4.12	3.58	2.37
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.35	3.35	3.35
		Nec.	1.63	1.63	1.63



4.4.- Pórtico 4

Pórtico 4			Tramo: V-510			Tramo: V-511		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-66.34	-3.67	-47.03	-27.51	-10.12	-38.98
x	[m]		0.00	1.19	3.55	0.00	1.36	2.05
Momento máx.	[kN·m]		19.10	24.83	26.25	24.31	9.61	17.35
x	[m]		1.07	2.27	2.63	0.00	0.76	2.05
Cortante mín.	[kN]		-1.27	-24.87	-59.60	-37.87	-33.17	-49.14
x	[m]		1.07	2.27	3.55	0.00	1.36	2.05
Cortante máx.	[kN]		73.10	35.10	12.78	41.02	24.55	20.22
x	[m]		0.00	1.19	2.39	0.00	0.76	1.84
Torsor mín.	[kN]		--	--	-15.64	--	--	-5.72
x	[m]		--	--	3.47	--	--	1.84
Torsor máx.	[kN]		10.45	--	--	8.45	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.28	2.93	5.40	6.28	6.28	6.28
		Nec.	6.03	1.60	5.13	4.33	1.82	4.81
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.71	1.57	4.71	7.16	4.64	4.02
		Nec.	3.94	1.42	4.28	4.20	1.08	3.91
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	3.35	7.74	5.29	5.29	5.29
		Nec.	4.36	1.63	6.52	3.52	1.63	2.38

4.5.- Pórtico 5

Pórtico 5			Tramo: V-512			Tramo: V-513		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-48.09	--	-76.22	-80.76	--	-33.37
x	[m]		0.00	--	6.15	0.00	--	6.15
Momento máx.	[kN·m]		33.24	36.89	19.21	16.81	38.04	36.15
x	[m]		1.97	2.57	4.13	1.94	3.62	4.10
Cortante mín.	[kN]		--	-23.99	-72.05	--	-12.81	-47.52
x	[m]		--	4.01	6.15	--	4.10	6.15
Cortante máx.	[kN]		54.38	15.75	--	78.73	27.96	--
x	[m]		0.00	2.09	--	0.00	2.06	--
Torsor mín.	[kN]		-2.21	--	--	--	--	-2.05
x	[m]		0.00	--	--	--	--	5.90
Torsor máx.	[kN]		6.26	--	--	1.99	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	5.59	1.57	7.66	7.66	1.57	5.15
		Nec.	5.25	0.00	4.28	4.28	0.00	1.84
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.71	2.36	3.58	3.58	3.14	4.71
		Nec.	4.03	2.00	1.66	1.60	2.06	2.06
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29
		Nec.	2.61	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63



4.6.- Pórtico 6

Pórtico 6			Tramo: V-514			Tramo: V-515			Tramo: V-516		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-49.78	--	--	--	-24.67	-147.34	-168.25	-56.89	--
x	[m]		0.00	--	--	--	1.44	2.28	0.00	0.55	--
Momento máx.	[kN·m]		14.79	31.46	60.11	146.46	53.01	--	--	46.09	156.54
x	[m]		0.73	1.45	2.35	0.00	0.84	--	--	1.03	1.58
Cortante mín.	[kN]		--	-6.86	-26.95	-125.43	-129.08	-171.75	--	--	--
x	[m]		--	1.45	2.35	0.00	1.44	2.28	--	--	--
Cortante máx.	[kN]		77.11	45.34	40.83	--	--	--	227.20	207.62	209.84
x	[m]		0.00	0.85	2.05	--	--	--	0.00	0.55	1.58
Torsor mín.	[kN]		--	--	-15.00	--	--	-5.75	--	-2.00	-3.60
x	[m]		--	--	2.29	--	--	2.16	--	0.91	1.39
Torsor máx.	[kN]		8.84	--	--	7.14	--	--	--	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.48	6.48	6.48	6.48	6.62	10.50	11.19	10.58	7.40
		Nec.	5.25	1.26	3.21	3.21	4.59	9.60	7.33	7.33	5.61
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.02	4.02	7.43	10.06	7.83	4.58	7.92	10.52	11.19
		Nec.	3.81	2.73	5.74	9.51	4.98	3.21	1.89	6.61	9.82
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	7.74	7.74	7.74	7.74	7.74	7.74	8.38	8.38	8.38
		Nec.	3.69	1.63	6.25	5.11	1.63	6.73	6.95	5.02	7.33

4.7.- Pórtico 7

Pórtico 7			Tramo: V-517			Tramo: V-518			Tramo: V-519		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-45.36	--	-48.03	-41.15	--	-44.17	-45.55	--	-55.57
x	[m]		0.00	--	5.35	0.00	--	4.30	0.00	--	5.00
Momento máx.	[kN·m]		38.12	44.72	33.59	15.89	21.80	14.58	30.71	39.86	30.45
x	[m]		1.71	2.55	3.63	1.40	2.00	2.96	1.66	2.50	3.34
Cortante mín.	[kN]		--	-23.69	-81.17	--	-19.79	-62.11	--	-24.97	-80.23
x	[m]		--	3.51	5.35	--	2.84	4.30	--	3.22	5.00
Cortante máx.	[kN]		59.78	17.50	--	64.27	15.31	--	63.82	15.30	--
x	[m]		0.00	1.83	--	0.00	1.52	--	0.00	1.78	--
Torsor mín.	[kN]		-2.16	--	--	-4.78	--	--	-2.23	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	4.43	--	--	2.68	--	--	2.39
x	[m]		--	--	5.31	--	--	4.16	--	--	4.78
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.48	1.57	6.45	6.38	1.80	6.48	6.48	1.57	6.72
		Nec.	5.07	0.00	5.18	4.90	0.25	5.02	5.08	0.00	5.56
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.27	3.39	4.52	3.83	1.57	3.83	3.83	3.83	3.83
		Nec.	3.97	2.43	3.43	3.32	1.18	3.35	3.55	2.16	3.44
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29	5.29	3.35	5.29	5.29	5.29	5.29
		Nec.	1.63	1.63	1.85	1.99	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63



Pórtico 7			Tramo: V-520			Tramo: V-521			Tramo: V-522		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-54.94	--	-47.89	-47.80	--	-29.57	-26.23	--	-20.75
x	[m]		0.00	--	5.00	0.00	--	4.30	0.00	--	2.48
Momento máx.	[kN·m]		30.61	41.52	30.24	15.00	24.04	20.81	6.36	6.51	5.55
x	[m]		1.58	2.54	3.38	1.38	2.46	2.94	0.80	0.92	1.76
Cortante mín.	[kN]		--	-15.88	-74.75	--	-14.57	-53.44	--	-13.36	-34.81
x	[m]		--	3.26	5.00	--	2.82	4.30	--	1.64	2.48
Cortante máx.	[kN]		84.86	26.75	--	66.37	22.13	--	38.54	18.23	3.43
x	[m]		0.00	1.70	--	0.00	1.50	--	0.00	0.92	1.76
Torsor mín.	[kN]		-3.71	--	--	-4.09	--	--	-2.01	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	6.03	2.11	--	2.24	--	--	3.35
x	[m]		--	--	4.94	0.00	--	4.14	--	--	2.36
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.72	1.57	6.48	6.48	1.63	5.59	6.28	2.60	5.36
		Nec.	5.54	0.00	5.18	5.17	0.21	4.46	1.47	0.59	4.05
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.52	3.05	4.62	3.93	1.57	4.71	4.71	1.57	3.83
		Nec.	3.46	2.25	3.32	3.36	1.30	3.71	0.36	0.35	3.43
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	3.35	5.29	5.29	3.35	5.29	5.29	3.35	5.29
		Nec.	1.63	1.63	2.51	1.71	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63

Pórtico 7			Tramo: V-523		
Sección			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-18.16	-2.19	-20.64
x	[m]		0.00	1.45	2.28
Momento máx.	[kN·m]		6.07	13.02	14.11
x	[m]		0.61	1.45	1.81
Cortante mín.	[kN]		-4.82	-16.46	-35.35
x	[m]		0.73	1.45	2.28
Cortante máx.	[kN]		35.18	18.34	6.05
x	[m]		0.00	0.85	1.57
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	4.71	2.62	1.57
		Nec.	0.98	0.72	1.11
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.83	1.57	1.57
		Nec.	0.64	0.76	0.76
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29
		Nec.	1.63	1.63	1.63



4.8.- Pórtico 8

Pórtico 8			Tramo: V-524		
Sección			60x120		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-425.41	--	-706.22
x	[m]		0.00	--	5.77
Momento máx.	[kN·m]		1895.35	3115.20	2261.49
x	[m]		1.81	3.04	3.85
Cortante mín.	[kN]		--	-1463.32	-1591.45
x	[m]		--	3.73	5.77
Cortante máx.	[kN]		1347.36	1183.03	--
x	[m]		0.00	2.59	--
Torsor mín.	[kN]		-32.00	-86.84	-45.83
x	[m]		1.81	2.53	5.65
Torsor máx.	[kN]		--	59.44	87.10
x	[m]		--	3.49	5.65
Área Sup.	[cm ²]	Real	34.36	29.51	34.36
		Nec.	25.46	15.53	32.13
Área Inf.	[cm ²]	Real	106.82	106.82	106.82
		Nec.	97.69	98.43	98.43
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	47.10	47.10	47.10
		Nec.	23.42	31.88	34.85

4.9.- Pórtico 9

Pórtico 9			Tramo: V-525		
Sección			60x120		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-603.13	--	-721.43
x	[m]		0.00	--	5.77
Momento máx.	[kN·m]		1876.76	3392.93	2579.45
x	[m]		1.81	3.15	3.85
Cortante mín.	[kN]		--	-1721.96	-1753.86
x	[m]		--	3.60	5.77
Cortante máx.	[kN]		1400.13	1348.80	--
x	[m]		0.00	2.70	--
Torsor mín.	[kN]		-46.41	-109.36	-53.32
x	[m]		1.81	2.53	5.65
Torsor máx.	[kN]		32.68	134.53	96.20
x	[m]		0.00	3.60	3.85
Área Sup.	[cm ²]	Real	34.36	29.51	34.36
		Nec.	29.70	15.54	32.53
Área Inf.	[cm ²]	Real	116.64	116.64	116.64
		Nec.	105.70	107.56	107.56
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	48.47	48.47	48.47
		Nec.	26.24	43.74	40.31



4.10.- Pórtico 10

Pórtico 10			Tramo: V-526		
Sección			60x120		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		--	--	-512.55
x	[m]		--	--	4.80
Momento máx.	[kN·m]		2230.22	2581.52	1462.37
x	[m]		1.60	2.08	3.25
Cortante mín.	[kN]		--	-1175.64	-1275.84
x	[m]		--	2.53	4.80
Cortante máx.	[kN]		1367.79	1337.09	--
x	[m]		0.00	1.63	--
Torsor mín.	[kN]		-40.06	-5.94	-40.38
x	[m]		0.00	2.53	4.69
Torsor máx.	[kN]		28.70	6.65	54.89
x	[m]		0.00	3.01	4.69
Área Sup.	[cm ²]	Real	16.46	14.35	29.31
		Nec.	15.52	0.00	27.54
Área Inf.	[cm ²]	Real	76.39	76.39	76.39
		Nec.	66.07	65.74	65.66
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	30.18	30.18	30.18
		Nec.	24.23	24.46	24.44

4.11.- Pórtico 11

Pórtico 11			Tramo: V-527			Tramo: V-528		
Sección			60x120			80x120		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-40.31	--	-1137.22	-1203.06	-128.71	-197.16
x	[m]		0.00	--	5.82	0.00	0.87	2.56
Momento máx.	[kN·m]		709.32	1270.02	1279.65	128.55	1141.96	1273.35
x	[m]		1.88	3.85	3.91	0.75	1.71	1.87
Cortante mín.	[kN]		--	--	-1752.42	--	--	-2006.40
x	[m]		--	--	5.82	--	--	2.56
Cortante máx.	[kN]		392.02	338.82	137.45	1410.33	1267.35	1225.28
x	[m]		0.68	2.00	3.91	0.00	0.87	1.76
Torsor mín.	[kN]		-35.55	-62.10	-55.98	--	--	-150.40
x	[m]		0.68	3.80	3.91	--	--	2.43
Torsor máx.	[kN]		--	--	50.77	82.44	58.12	58.12
x	[m]		--	--	4.70	0.00	1.71	1.73
Área Sup.	[cm²]	Real	32.59	34.72	57.09	54.99	54.00	54.00
		Nec.	16.46	15.53	43.71	49.40	29.98	29.76
Área Inf.	[cm²]	Real	49.68	49.68	49.68	59.50	59.50	59.50
		Nec.	41.10	47.56	47.56	37.20	51.87	51.87
Área Transv.	[cm²/m]	Real	8.38	39.25	39.25	52.33	52.33	52.33
		Nec.	4.89	4.89	36.24	26.16	20.47	42.91



5.- LOSAS 6 A 9

5.1.- Pórtico 1

Pórtico 1			Tramo: V-601			Tramo: V-602			Tramo: V-603		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-131.10	-12.45	-194.35	-181.17	-55.17	-184.09	-159.56	-14.42	-154.34
x	[m]		0.00	3.90	5.87	0.00	0.98	2.89	0.00	1.99	5.70
Momento máx.	[kN·m]		91.51	78.58	83.40	154.67	39.19	143.55	92.65	73.52	107.09
x	[m]		0.00	2.70	5.87	0.00	0.98	2.89	0.00	3.79	5.70
Cortante mín.	[kN]		-22.30	-57.73	-143.26	-135.78	-99.07	-140.95	-24.63	-52.81	-81.46
x	[m]		0.00	3.90	5.87	0.00	1.82	2.89	1.87	3.79	5.70
Cortante máx.	[kN]		94.69	44.59	29.96	151.33	96.57	108.38	66.43	55.79	36.97
x	[m]		0.00	1.98	5.87	0.00	0.98	2.89	0.00	1.99	5.70
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	-2.55
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	5.59
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	1.93	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	2.78	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	8.55	5.84	16.59	14.59	9.82	13.97	14.04	5.00	13.45
		Nec.	5.55	2.57	8.50	7.89	5.20	7.92	6.81	2.78	9.94
Área Inf.	[cm ²]	Real	10.31	10.31	9.43	9.43	7.46	12.11	14.00	9.43	12.57
		Nec.	4.26	4.26	4.37	6.51	4.37	6.20	4.37	4.37	7.74
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.35	3.35	3.59	3.73	3.35	3.59	5.29	5.29	5.29
		Nec.	1.63	1.63	2.92	3.28	1.63	2.88	1.63	1.63	1.63

5.2.- Pórtico 2

Pórtico 2			Tramo: V-604		
Sección			20x40		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-13.13	-1.98	-13.06
x	[m]		0.00	0.86	2.50
Momento máx.	[kN·m]		10.88	10.82	9.37
x	[m]		0.74	0.86	1.70
Cortante mín.	[kN]		--	-6.92	-27.38
x	[m]		--	1.58	2.50
Cortante máx.	[kN]		26.40	6.71	--
x	[m]		0.00	0.86	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	1.51	1.05	1.51
		Nec.	1.29	0.47	1.28
Área Inf.	[cm ²]	Real	1.51	1.51	1.42
		Nec.	1.07	1.07	0.96
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.14	3.14	3.14
		Nec.	1.63	1.63	1.63



5.3.- Pórtico 3

Pórtico 3			Tramo: V-605			Tramo: V-606			Tramo: V-607		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-77.13	--	-101.99	-89.03	-30.10	-97.30	-77.09	--	-90.71
x	[m]		0.00	--	5.88	0.00	1.86	2.93	0.00	--	5.80
Momento máx.	[kN·m]		65.83	73.16	54.36	39.51	8.94	40.07	54.14	62.65	63.24
x	[m]		1.74	2.70	4.02	0.00	1.02	2.93	1.92	3.84	4.08
Cortante mín.	[kN]		-7.00	-39.41	-94.91	-32.61	-45.01	-73.90	-4.20	-33.92	-59.91
x	[m]		1.86	3.90	5.88	0.90	1.86	2.93	1.92	3.84	5.80
Cortante máx.	[kN]		64.46	32.41	--	66.66	43.30	32.40	44.62	33.37	9.86
x	[m]		0.00	1.98	--	0.00	1.02	1.98	0.00	2.04	3.96
Torsor mín.	[kN]		--	--	-3.45	--	--	-2.24	--	--	--
x	[m]		--	--	5.82	--	--	2.82	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	8.30	4.42	12.11	11.41	6.53	9.02	9.58	4.12	7.42
		Nec.	4.27	0.58	7.53	4.37	3.60	7.38	4.25	0.58	4.26
Área Inf.	[cm ²]	Real	6.28	6.28	8.30	5.68	2.57	6.32	9.36	6.28	6.28
		Nec.	3.94	4.02	4.49	2.17	1.58	4.86	3.03	3.47	3.47
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.35	3.35	5.29	5.29	5.29	5.29	3.35	3.35	3.35
		Nec.	1.63	1.63	2.08	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63

5.4.- Pórtico 4

Pórtico 4			Tramo: V-608			Tramo: V-609		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-79.14	-4.45	-56.30	-34.77	-11.16	-52.92
x	[m]		0.00	1.27	3.55	0.00	1.32	2.05
Momento máx.	[kN·m]		23.29	27.62	38.62	37.20	13.84	30.96
x	[m]		1.15	2.35	3.55	0.00	0.72	2.05
Cortante mín.	[kN]		-8.21	-31.19	-61.21	-36.42	-45.85	-60.64
x	[m]		1.15	2.35	3.55	0.00	1.32	2.05
Cortante máx.	[kN]		81.89	37.71	26.11	30.89	28.90	35.90
x	[m]		0.00	1.27	3.55	0.00	1.32	2.05
Torsor mín.	[kN]		--	--	-12.85	--	--	-5.56
x	[m]		--	--	3.43	--	--	1.80
Torsor máx.	[kN]		15.05	--	--	10.77	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	7.16	4.14	6.03	6.28	6.28	6.28
		Nec.	6.47	1.72	5.52	4.63	2.46	5.38
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.52	2.26	5.40	6.28	6.28	6.28
		Nec.	4.12	1.73	4.79	4.73	1.92	4.47
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	6.71	3.35	5.92	5.29	5.29	5.29
		Nec.	6.29	1.63	5.36	4.49	1.63	2.32



5.5.- Pórtico 5

Pórtico 5			Tramo: V-610			Tramo: V-611		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-72.54	-19.37	-33.58	-58.36	--	-86.38
	[m]		0.00	0.81	2.35	0.00	--	4.75
Momento máx.	[kN·m]		11.07	14.77	48.80	40.56	41.77	33.46
	[m]		0.21	1.53	2.35	1.52	2.12	3.20
Cortante mín.	[kN]		-11.95	-26.62	-52.85	--	-30.77	-82.68
	[m]		0.33	1.53	2.35	--	3.08	4.75
Cortante máx.	[kN]		76.80	45.96	50.96	62.07	25.64	--
	[m]		0.00	0.81	2.25	0.00	1.64	--
Torsor mín.	[kN]		-3.23	--	-13.14	--	--	-5.76
	[m]		0.00	--	2.25	--	--	4.52
Torsor máx.	[kN]		15.72	--	--	10.92	--	--
	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	7.17	7.17	7.17	6.48	2.02	7.60
		Nec.	6.20	3.05	4.58	5.61	0.49	6.89
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.27	3.29	6.54	6.54	4.27	6.54
		Nec.	3.66	2.13	5.25	4.65	2.27	4.24
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	7.19	7.19	7.19	5.29	3.35	5.29
		Nec.	6.55	1.63	5.48	4.55	1.63	2.50

5.6.- Pórtico 6

Pórtico 6			Tramo: V-612			Tramo: V-613		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-101.08	-3.91	-90.29	-83.16	--	-93.91
	[m]		0.00	3.43	5.30	0.00	--	5.30
Momento máx.	[kN·m]		36.58	51.87	51.97	51.42	51.29	25.61
	[m]		0.00	3.43	3.55	1.72	1.84	3.64
Cortante mín.	[kN]		-15.90	-16.15	-134.58	-4.93	-39.69	-68.93
	[m]		0.00	3.43	5.30	0.00	3.52	4.84
Cortante máx.	[kN]		101.05	38.41	8.25	160.50	18.81	3.56
	[m]		0.00	1.87	5.30	0.00	1.84	3.64
Torsor mín.	[kN]		-11.64	--	-3.99	-1.94	--	--
	[m]		0.00	--	5.11	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		2.61	--	--	11.81	--	3.52
	[m]		0.00	--	--	0.00	--	5.08
Área Sup.	[cm ²]	Real	8.36	2.01	8.39	8.54	3.03	7.85
		Nec.	7.51	0.68	7.02	6.73	0.69	7.28
Área Inf.	[cm ²]	Real	5.40	5.40	6.57	6.57	5.40	4.27
		Nec.	4.70	2.84	4.87	4.67	2.81	4.07
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	6.71	3.35	5.29	9.24	3.35	5.29
		Nec.	5.80	1.63	4.07	8.57	1.63	1.63



5.7.- Pórtico 7

Pórtico 7			Tramo: V-614			Tramo: V-615		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-119.94	--	-66.85	-56.56	-7.68	-97.75
x	[m]		0.00	--	4.95	0.00	2.87	4.38
Momento máx.	[kN·m]		37.30	45.71	45.75	76.38	50.77	21.00
x	[m]		1.59	2.67	3.39	0.00	1.55	4.38
Cortante mín.	[kN]		--	-30.49	-62.73	-24.07	-49.04	-55.69
x	[m]		--	3.27	4.95	1.43	2.87	3.83
Cortante máx.	[kN]		114.38	42.41	18.91	36.42	27.02	14.68
x	[m]		0.00	1.71	4.95	0.71	1.55	2.99
Torsor mín.	[kN]		-15.96	--	--	-6.58	--	-2.14
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	4.31
Torsor máx.	[kN]		--	--	14.10	--	--	--
x	[m]		--	--	4.83	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	9.05	3.12	6.28	8.04	4.87	8.04
		Nec.	8.35	0.92	6.06	5.60	2.48	7.39
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.52	5.40	5.40	7.16	4.02	6.03
		Nec.	4.15	2.49	5.02	6.36	3.48	4.06
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	8.72	3.35	6.29	5.29	5.29	5.29
		Nec.	8.39	1.63	5.88	2.74	1.63	1.63

5.8.- Pórtico 8

Pórtico 8			Tramo: V-616			Tramo: V-617		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-110.36	-16.43	-41.87	-69.92	--	-121.71
x	[m]		0.00	1.47	4.33	0.00	--	4.95
Momento máx.	[kN·m]		11.76	45.57	68.68	51.34	50.39	37.76
x	[m]		0.00	2.79	4.33	1.40	1.76	3.32
Cortante mín.	[kN]		-9.21	-22.61	-59.48	-6.52	-41.62	-102.60
x	[m]		1.35	2.79	4.33	1.64	3.20	4.95
Cortante máx.	[kN]		63.11	50.20	23.43	63.95	29.98	3.50
x	[m]		0.00	1.47	2.91	0.00	1.76	3.32
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	-11.69	--	--
x	[m]		--	--	--	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	11.89	--	--	7.96
x	[m]		--	--	4.23	--	--	4.76
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.09	5.36	5.75	5.75	3.10	10.31
		Nec.	4.63	2.89	4.95	6.14	0.88	8.47
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.02	8.04	8.04	6.28	6.28	5.45
		Nec.	1.11	3.33	6.12	5.29	2.90	4.28
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.35	3.35	5.29	5.29	3.35	5.59
		Nec.	1.63	1.63	4.96	4.87	1.63	4.39



6.- LOSAS 10 A 13

6.1.- Pórtico 1

Pórtico 1			Tramo: V-701			Tramo: V-702			Tramo: V-703		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-123.18	-10.55	-190.84	-147.59	-45.66	-165.65	-148.60	-13.90	-148.82
x	[m]		0.00	3.90	5.87	0.00	0.97	2.89	0.00	1.99	5.70
Momento máx.	[kN·m]		86.98	78.73	73.64	132.57	32.04	115.48	87.45	67.63	97.72
x	[m]		0.00	2.70	5.87	0.00	0.97	2.89	0.00	3.79	5.70
Cortante mín.	[kN]		-20.74	-56.80	-144.35	-120.82	-86.86	-130.59	-23.54	-51.50	-77.88
x	[m]		1.26	3.90	5.87	0.00	1.81	2.89	1.87	3.79	5.70
Cortante máx.	[kN]		90.49	42.45	25.09	124.04	78.10	90.98	60.53	53.29	32.12
x	[m]		0.00	1.98	5.87	0.00	0.97	2.89	1.03	1.99	5.70
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	-2.65
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	5.59
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	11.19	7.32	14.75	13.15	9.82	13.13	13.91	9.43	15.71
		Nec.	5.22	2.51	8.42	6.43	4.37	7.11	6.35	2.65	9.66
Área Inf.	[cm ²]	Real	9.43	9.43	9.43	6.28	6.28	8.51	7.88	8.04	8.04
		Nec.	4.37	4.33	4.06	5.55	4.37	4.85	4.39	4.25	7.39
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.35	3.35	3.73	3.35	3.35	3.35	5.29	5.29	5.29
		Nec.	1.63	1.63	3.05	2.06	1.63	2.38	1.63	1.63	1.63

6.2.- Pórtico 2

Pórtico 2			Tramo: V-704		
Sección			20x40		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-10.67	--	-13.62
x	[m]		0.00	--	2.50
Momento máx.	[kN·m]		9.19	9.31	8.70
x	[m]		0.74	0.86	1.70
Cortante mín.	[kN]		--	-6.88	-28.84
x	[m]		--	1.58	2.50
Cortante máx.	[kN]		26.31	6.40	--
x	[m]		0.00	0.86	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	1.51	1.05	1.51
		Nec.	1.05	0.22	1.34
Área Inf.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.91	0.91	0.88
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.14	3.14	3.14
		Nec.	1.63	1.63	1.63



6.3.- Pórtico 3

Pórtico 3			Tramo: V-705			Tramo: V-706			Tramo: V-707		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-76.38	--	-100.47	-78.35	-27.34	-83.76	-75.33	--	-85.31
x	[m]		0.00	--	5.88	0.00	1.85	2.93	0.00	--	5.80
Momento máx.	[kN·m]		65.94	75.01	55.41	27.21	6.03	30.81	51.23	57.50	57.87
x	[m]		1.86	2.70	4.02	0.00	1.85	2.93	1.92	3.84	3.96
Cortante mín.	[kN]		-5.67	-39.70	-92.67	-25.55	-37.43	-61.89	-3.44	-31.52	-57.29
x	[m]		1.86	3.90	5.88	0.89	1.85	2.93	1.92	3.84	5.80
Cortante máx.	[kN]		63.28	32.85	--	58.57	37.32	26.82	41.49	31.50	8.78
x	[m]		0.00	1.98	--	0.00	1.01	1.97	0.00	2.04	3.96
Torsor mín.	[kN]		--	--	-2.97	--	--	-1.94	--	--	--
x	[m]		--	--	5.82	--	--	2.81	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.60	4.33	11.97	11.19	6.28	8.75	8.47	3.44	5.66
		Nec.	4.22	0.55	7.46	4.31	3.03	4.37	4.25	0.59	4.25
Área Inf.	[cm ²]	Real	6.03	6.03	8.04	5.95	1.88	3.02	4.81	4.02	4.02
		Nec.	4.02	4.11	4.48	1.52	1.23	1.69	2.87	3.16	3.16
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35
		Nec.	1.63	1.63	1.77	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63

6.4.- Pórtico 4

Pórtico 4			Tramo: V-708			Tramo: V-709		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-63.29	-6.24	-46.01	-20.28	-10.75	-50.98
x	[m]		0.00	1.19	3.55	0.00	1.36	2.05
Momento máx.	[kN·m]		19.43	22.59	34.64	30.83	12.31	12.24
x	[m]		1.07	2.27	3.55	0.00	0.76	2.05
Cortante mín.	[kN]		-5.41	-24.80	-46.51	-30.55	-42.42	-70.27
x	[m]		1.07	2.27	3.55	0.66	1.36	2.05
Cortante máx.	[kN]		53.45	31.88	27.68	23.04	13.83	16.86
x	[m]		0.00	1.19	3.55	0.00	1.36	1.72
Torsor mín.	[kN]		--	--	-8.96	--	--	-13.41
x	[m]		--	--	3.35	--	--	1.96
Torsor máx.	[kN]		6.32	--	--	20.25	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	7.16	4.57	8.44	6.48	6.48	6.48
		Nec.	5.81	1.67	5.10	4.04	2.59	5.30
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.27	2.26	5.40	7.16	4.25	4.02
		Nec.	4.00	1.48	4.62	4.47	1.50	3.71
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	3.35	5.29	9.15	9.15	9.15
		Nec.	2.64	1.63	3.73	8.44	1.63	5.59



6.5.- Pórtico 5

Pórtico 5			Tramo: V-710			Tramo: V-711		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-75.42	-17.05	--	-55.02	--	-86.29
	[m]		0.00	0.85	--	0.00	--	4.75
Momento máx.	[kN·m]		--	16.43	53.60	39.09	39.79	29.29
	[m]		--	1.45	2.35	1.56	2.04	3.24
Cortante mín.	[kN]		--	-1.50	-20.09	--	-29.53	-93.22
	[m]		--	1.45	2.35	--	3.12	4.75
Cortante máx.	[kN]		67.75	52.06	53.56	62.16	22.55	--
	[m]		0.00	0.85	2.35	0.00	1.68	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	-8.77	--	--	-12.20
	[m]		--	--	2.17	--	--	4.68
Torsor máx.	[kN]		6.92	--	--	15.91	--	--
	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	7.67	5.00	6.33	7.17	2.49	8.30
		Nec.	6.38	3.18	3.21	5.56	0.53	6.88
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.27	4.52	6.09	6.09	2.26	4.27
		Nec.	3.38	2.30	5.51	4.61	2.16	3.88
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29	7.19	3.35	6.29
		Nec.	2.88	1.63	3.65	6.63	1.63	5.63

6.6.- Pórtico 6

Pórtico 6			Tramo: V-712			Tramo: V-713		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-97.93	-3.01	-76.30	-80.05	--	-114.08
	[m]		0.00	3.47	5.30	0.00	--	5.30
Momento máx.	[kN·m]		29.63	52.75	52.85	53.71	53.58	24.56
	[m]		0.00	3.47	3.59	1.76	1.88	3.56
Cortante mín.	[kN]		-12.29	-14.16	-156.80	-6.38	-40.60	-121.72
	[m]		0.23	3.47	5.30	0.00	3.44	5.30
Cortante máx.	[kN]		70.56	41.56	7.84	129.32	16.39	7.21
	[m]		0.47	1.79	5.30	0.00	1.88	5.30
Torsor mín.	[kN]		-3.52	--	-11.86	--	--	-2.11
	[m]		0.00	--	5.27	--	--	5.24
Torsor máx.	[kN]		--	--	2.39	3.61	--	11.07
	[m]		--	--	5.27	0.00	--	5.24
Área Sup.	[cm ²]	Real	8.11	2.30	7.61	7.61	1.79	8.99
		Nec.	7.38	0.74	6.46	6.60	0.61	8.16
Área Inf.	[cm ²]	Real	5.40	5.40	6.57	6.57	5.40	4.27
		Nec.	4.42	2.88	4.96	4.99	2.93	4.10
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	9.15	5.29	3.35	7.74
		Nec.	1.63	1.63	8.36	3.70	1.63	6.65



6.7.- Pórtico 7

Pórtico 7			Tramo: V-714			Tramo: V-715		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-98.24	--	-58.46	-44.26	-9.29	-95.88
x	[m]		0.00	--	4.95	0.00	2.91	4.38
Momento máx.	[kN·m]		34.49	43.32	40.70	75.24	50.76	11.99
x	[m]		1.63	2.59	3.31	0.00	1.47	4.38
Cortante mín.	[kN]		--	-26.87	-51.52	-22.73	-48.44	-54.66
x	[m]		--	3.19	4.95	1.35	2.91	3.75
Cortante máx.	[kN]		83.69	34.88	16.21	28.45	21.98	9.96
x	[m]		0.00	1.75	4.95	0.63	1.47	3.03
Torsor mín.	[kN]		-6.18	--	--	-8.67	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	9.72	--	--	--
x	[m]		--	--	4.75	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	8.11	2.32	6.48	7.16	4.09	4.52
		Nec.	7.39	0.51	5.61	5.02	2.47	4.40
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.27	3.39	5.40	7.16	4.02	4.02
		Nec.	4.07	2.35	4.76	6.31	3.44	0.98
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	3.35	5.29	5.29	3.35	3.35
		Nec.	2.72	1.63	4.05	3.61	1.63	1.63

6.8.- Pórtico 8

Pórtico 8			Tramo: V-716			Tramo: V-717		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-111.36	-15.23	-13.41	-56.04	--	-119.18
x	[m]		0.00	1.51	4.33	0.00	--	4.95
Momento máx.	[kN·m]		3.01	45.44	74.68	49.25	48.76	31.44
x	[m]		1.39	2.83	4.33	1.56	1.68	3.36
Cortante mín.	[kN]		-0.53	-10.87	-26.36	-3.47	-41.06	-115.85
x	[m]		1.39	2.83	4.33	1.56	3.24	4.95
Cortante máx.	[kN]		63.76	49.85	24.47	60.86	24.70	--
x	[m]		0.07	1.51	2.95	0.00	1.68	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	-16.28	--	--
x	[m]		--	--	--	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	7.32	--	--	19.93
x	[m]		--	--	4.15	--	--	4.92
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.48	4.31	4.96	4.96	2.51	9.61
		Nec.	4.64	2.72	3.77	5.56	0.85	8.42
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.02	7.94	8.04	6.28	6.28	4.52
		Nec.	0.92	3.39	6.38	5.16	2.78	4.06
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.35	3.35	5.29	7.19	3.35	11.91
		Nec.	1.63	1.63	3.05	6.79	1.63	10.35



7.- LOSAS 14 A 16

7.1.- Pórtico 1

Pórtico 1			Tramo: V-801			Tramo: V-802			Tramo: V-803		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-89.03	-4.10	-160.84	-78.18	-32.64	-111.38	-123.17	-2.09	-118.24
x	[m]		0.00	3.90	5.87	0.00	1.82	2.89	0.00	1.99	5.70
Momento máx.	[kN·m]		69.47	78.90	61.98	77.10	15.51	49.08	60.76	65.23	66.17
x	[m]		1.86	2.70	4.02	0.00	0.98	2.89	1.87	3.79	4.03
Cortante mín.	[kN]		-11.15	-50.94	-118.12	-73.78	-55.82	-83.68	-11.10	-41.32	-66.95
x	[m]		1.86	3.90	5.87	0.00	1.82	2.89	1.87	3.79	5.70
Cortante máx.	[kN]		74.23	33.86	1.97	63.54	38.98	37.88	53.67	45.47	15.68
x	[m]		0.00	1.98	5.87	0.00	0.98	2.89	1.03	1.99	3.91
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	-2.78
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	5.59
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	7.95	6.05	11.91	10.04	6.28	9.46	9.72	3.80	9.43
		Nec.	4.35	1.89	6.97	4.30	3.99	4.66	5.17	1.75	8.28
Área Inf.	[cm ²]	Real	8.30	8.30	8.30	5.76	4.31	4.24	5.15	4.02	7.16
		Nec.	4.32	4.34	3.71	4.29	2.69	2.69	3.34	3.62	5.82
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	5.29	5.29	5.29
		Nec.	1.63	1.63	1.85	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63

7.2.- Pórtico 2

Pórtico 2			Tramo: V-804		
Sección			20x40		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-6.31	--	-11.74
x	[m]		0.00	--	2.50
Momento máx.	[kN·m]		6.93	8.09	7.93
x	[m]		0.74	1.58	1.70
Cortante mín.	[kN]		--	-6.20	-25.69
x	[m]		--	1.58	2.50
Cortante máx.	[kN]		24.85	6.14	--
x	[m]		0.00	0.86	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	1.51	1.01	1.51
		Nec.	0.62	0.17	1.15
Área Inf.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.74	0.79	0.79
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.14	3.14	3.14
		Nec.	1.63	1.63	1.63



7.3.- Pórtico 3

Pórtico 3			Tramo: V-805			Tramo: V-806			Tramo: V-807		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-66.64	--	-91.72	-58.59	-24.84	-73.38	-76.71	--	-74.85
x	[m]		0.00	--	5.88	0.00	1.86	2.93	0.00	--	5.80
Momento máx.	[kN·m]		61.36	73.48	51.69	14.77	--	11.47	51.60	66.11	62.14
x	[m]		1.86	2.70	4.02	0.00	--	2.93	1.92	3.24	3.96
Cortante mín.	[kN]		-3.10	-35.74	-88.70	-17.65	-30.04	-55.24	--	-28.89	-57.50
x	[m]		1.86	3.90	5.88	0.90	1.86	2.93	--	3.84	5.80
Cortante máx.	[kN]		62.57	28.97	--	45.17	24.43	15.03	44.35	32.81	3.76
x	[m]		0.06	1.98	--	0.00	1.02	1.98	0.60	2.04	3.96
Torsor mín.	[kN]		--	--	-3.39	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	5.82	--	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	1.94
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	5.64
Área Sup.	[cm ²]	Real	8.04	6.03	12.56	9.67	4.43	7.10	7.60	4.25	7.16
		Nec.	3.71	0.39	7.12	3.33	2.62	4.09	4.28	0.37	4.11
Área Inf.	[cm ²]	Real	6.03	6.03	8.04	5.85	1.57	2.24	4.02	4.02	4.02
		Nec.	3.95	4.03	4.25	0.82	0.45	0.62	3.19	3.62	3.60
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35
		Nec.	1.63	1.63	1.74	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63

7.4.- Pórtico 4

Pórtico 4			Tramo: V-808			Tramo: V-809		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-57.38	--	-37.98	-6.18	-7.85	-40.87
x	[m]		0.00	--	3.55	0.00	1.32	2.05
Momento máx.	[kN·m]		18.04	23.07	23.37	32.78	12.62	2.19
x	[m]		1.15	2.35	2.47	0.00	0.72	1.39
Cortante mín.	[kN]		-1.74	-21.38	-41.72	-35.91	-35.87	-42.73
x	[m]		1.15	2.35	3.55	0.00	1.32	2.05
Cortante máx.	[kN]		66.35	26.92	9.40	4.76	3.03	0.29
x	[m]		0.00	1.27	3.55	0.00	0.72	1.39
Torsor mín.	[kN]		--	--	-11.75	--	--	-5.08
x	[m]		--	--	3.43	--	--	1.80
Torsor máx.	[kN]		13.60	--	--	9.98	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.09	2.85	6.85	6.48	6.48	6.48
		Nec.	5.59	0.79	4.76	3.46	1.91	4.88
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.71	1.57	4.71	7.16	4.86	4.02
		Nec.	3.86	1.26	4.15	4.55	1.68	3.30
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.92	3.35	5.29	5.29	5.29	5.29
		Nec.	5.67	1.63	4.90	4.16	1.63	2.12



7.5.- Pórtico 5

Pórtico 5			Tramo: V-810			Tramo: V-811		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-84.00	-18.80	--	-43.06	--	-76.98
x	[m]		0.00	0.81	--	0.00	--	4.75
Momento máx.	[kN·m]		--	22.96	60.76	37.82	40.78	26.23
x	[m]		--	1.53	2.35	1.52	2.12	3.20
Cortante mín.	[kN]		--	--	--	--	-26.81	-74.44
x	[m]		--	--	--	--	3.08	4.75
Cortante máx.	[kN]		90.25	57.42	47.82	52.49	19.69	--
x	[m]		0.00	0.81	2.01	0.00	1.64	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	-11.09	--	--	-5.12
x	[m]		--	--	2.25	--	--	4.52
Torsor máx.	[kN]		13.14	--	--	9.42	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	7.60	5.38	4.02	5.15	1.57	6.97
		Nec.	6.71	3.50	3.21	5.00	0.35	6.45
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.02	4.91	7.16	5.40	2.26	4.27
		Nec.	3.21	2.77	5.70	4.49	2.21	3.55
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	6.71	6.71	6.71	5.29	3.35	5.29
		Nec.	5.82	1.63	4.62	3.92	1.63	2.13

7.6.- Pórtico 6

Pórtico 6			Tramo: V-812			Tramo: V-813		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-91.01	--	-67.02	-65.25	--	-93.92
x	[m]		0.00	--	5.30	0.00	--	5.30
Momento máx.	[kN·m]		19.99	50.72	50.93	52.38	52.06	20.28
x	[m]		1.75	3.43	3.67	1.72	1.84	3.64
Cortante mín.	[kN]		-5.31	-10.27	-113.84	-3.45	-40.34	-67.12
x	[m]		0.00	3.43	5.30	1.72	3.52	4.84
Cortante máx.	[kN]		89.91	36.66	3.23	139.52	14.21	--
x	[m]		0.00	1.87	3.55	0.00	1.84	--
Torsor mín.	[kN]		-9.92	--	-3.10	--	--	--
x	[m]		0.00	--	5.11	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	9.44	--	3.20
x	[m]		--	--	--	0.00	--	5.08
Área Sup.	[cm ²]	Real	7.66	2.01	7.20	7.23	3.03	7.85
		Nec.	7.06	0.44	5.98	5.90	0.75	7.28
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.27	5.40	6.57	6.57	5.40	4.27
		Nec.	3.89	2.78	4.86	4.80	2.86	3.71
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	3.35	5.29	7.19	5.29	5.29
		Nec.	4.57	1.63	2.63	6.40	1.63	1.63



7.7.- Pórtico 7

Pórtico 7			Tramo: V-814			Tramo: V-815		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-83.21	--	-48.52	-7.58	-11.52	-82.91
x	[m]		0.00	--	4.95	0.23	2.87	4.38
Momento máx.	[kN·m]		31.25	48.65	38.62	69.10	40.85	--
x	[m]		1.59	2.67	3.39	0.00	1.55	--
Cortante mín.	[kN]		--	-22.60	-43.31	-38.23	-39.04	-43.16
x	[m]		--	3.27	4.95	0.00	2.87	3.83
Cortante máx.	[kN]		107.54	28.39	3.86	9.11	7.21	5.86
x	[m]		0.00	1.71	4.95	0.95	1.55	4.38
Torsor mín.	[kN]		-16.68	--	--	-6.47	--	--
x	[m]		0.00	--	--	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	14.14	--	--	--
x	[m]		--	--	4.83	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	7.66	1.57	5.40	5.40	5.59	5.59
		Nec.	6.85	0.29	5.30	3.53	2.12	4.39
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.75	5.40	5.40	7.16	4.02	4.02
		Nec.	3.69	2.65	4.47	6.05	2.91	0.58
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	8.38	3.35	6.29	5.29	3.35	3.35
		Nec.	8.32	1.63	5.89	2.70	1.63	1.63

7.8.- Pórtico 8

Pórtico 8			Tramo: V-816			Tramo: V-817		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-100.90	-20.75	--	-32.47	--	-105.91
x	[m]		0.00	1.47	--	0.00	--	4.95
Momento máx.	[kN·m]		--	40.97	81.63	50.67	52.88	26.56
x	[m]		--	2.79	4.33	1.64	2.12	3.32
Cortante mín.	[kN]		--	-0.21	-12.34	-3.29	-34.89	-86.92
x	[m]		--	2.79	4.33	1.64	3.20	4.95
Cortante máx.	[kN]		50.96	44.74	28.56	43.75	15.56	--
x	[m]		0.39	1.47	4.23	0.00	1.76	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	-10.41	--	--
x	[m]		--	--	--	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	10.59	--	--	8.20
x	[m]		--	--	4.23	--	--	4.76
Área Sup.	[cm ²]	Real	5.59	5.59	4.71	4.71	1.86	8.99
		Nec.	4.39	2.89	3.21	4.55	0.56	7.79
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.02	7.84	8.93	8.93	4.02	4.02
		Nec.	0.39	3.16	6.58	4.82	2.88	3.59
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.35	3.35	5.29	5.29	3.35	5.29
		Nec.	1.63	1.63	4.41	4.34	1.63	3.76



8.- 16TO PISO - TERRAZA

8.1.- Pórtico 1

Pórtico 1			Tramo: V-901			Tramo: V-902			Tramo: V-903		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-11.01	--	-73.80	-41.96	-49.31	-52.04	-65.06	--	-23.87
x	[m]		0.00	--	5.87	0.86	1.82	2.30	0.00	--	5.70
Momento máx.	[kN·m]		77.71	83.41	47.62	--	--	--	47.78	76.46	69.06
x	[m]		1.86	2.46	4.02	--	--	--	1.87	3.19	3.91
Cortante mín.	[kN]		-5.66	-33.78	-40.93	-18.65	-10.94	-3.47	-4.03	-15.93	-30.69
x	[m]		1.86	3.90	4.62	0.00	0.98	1.94	0.00	3.79	5.11
Cortante máx.	[kN]		26.41	11.79	--	--	3.00	8.38	34.14	27.97	4.75
x	[m]		0.54	1.98	--	--	1.82	2.78	1.27	1.99	3.91
Torsor mín.	[kN]		--	--	-2.01	--	--	--	--	--	-2.41
x	[m]		--	--	4.86	--	--	--	--	--	5.59
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--	2.24	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	0.79	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	1.57	4.52	7.69	7.38	4.02	5.80	7.37	1.86	5.59
		Nec.	0.59	0.66	4.14	2.52	2.84	2.85	5.94	0.50	4.18
Área Inf.	[cm ²]	Real	6.03	6.03	6.03	3.28	1.01	3.17	6.03	6.03	6.03
		Nec.	4.39	4.39	3.76	0.00	0.00	0.00	4.94	4.19	4.55
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29	3.35	3.35	3.35	5.29	5.29	5.29
		Nec.	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63

8.2.- Pórtico 2

Pórtico 2			Tramo: V-904		
Sección			60x50		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-84.39	--	-37.20
x	[m]		0.00	--	5.85
Momento máx.	[kN·m]		205.32	283.77	168.00
x	[m]		1.85	2.44	4.01
Cortante mín.	[kN]		--	-93.97	-156.70
x	[m]		--	2.50	5.85
Cortante máx.	[kN]		183.88	144.90	--
x	[m]		0.00	2.30	--
Torsor mín.	[kN]		-4.59	-7.52	--
x	[m]		0.00	2.50	--
Torsor máx.	[kN]		--	2.75	5.40
x	[m]		--	2.09	5.69
Área Sup.	[cm ²]	Real	12.73	11.09	9.69
		Nec.	6.72	0.00	2.88
Área Inf.	[cm ²]	Real	30.43	30.43	24.83
		Nec.	16.54	17.34	11.63
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.39	5.39	5.39
		Nec.	4.89	4.89	4.89



8.3.- Pórtico 3

Pórtico 3			Tramo: V-905		
Sección			60x50		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-31.86	--	-62.94
x	[m]		0.00	--	5.90
Momento máx.	[kN·m]		137.83	199.74	198.84
x	[m]		1.86	3.90	3.94
Cortante mín.	[kN]		--	-68.62	-175.73
x	[m]		--	3.93	5.90
Cortante máx.	[kN]		131.38	46.83	--
x	[m]		0.00	1.98	--
Torsor mín.	[kN]		-5.56	-3.09	-9.06
x	[m]		0.00	3.93	4.00
Torsor máx.	[kN]		--	10.07	4.01
x	[m]		--	3.66	5.82
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.53	7.23	8.80
		Nec.	2.45	5.76	5.76
Área Inf.	[cm ²]	Real	21.99	26.02	26.02
		Nec.	9.16	17.73	17.73
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	4.99	4.99	4.99
		Nec.	4.89	4.89	4.89

8.4.- Pórtico 4

Pórtico 4			Tramo: V-906		
Sección			20x40		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-5.51	--	-10.10
x	[m]		0.00	--	2.50
Momento máx.	[kN·m]		6.39	7.39	6.43
x	[m]		0.74	1.10	1.70
Cortante mín.	[kN]		--	-5.90	-27.79
x	[m]		--	1.58	2.50
Cortante máx.	[kN]		25.07	5.17	--
x	[m]		0.00	0.86	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.54	0.00	0.99
Área Inf.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.72	0.72	0.69
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.14	3.14	3.14
		Nec.	1.63	1.63	1.63



8.5.- Pórtico 5

Pórtico 5			Tramo: V-907		
Sección			60x50		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-64.55	--	-106.07
x	[m]		0.00	--	5.79
Momento máx.	[kN·m]		138.90	202.38	202.35
x	[m]		1.81	3.85	3.86
Cortante mín.	[kN]		--	-65.97	-180.59
x	[m]		--	3.85	5.53
Cortante máx.	[kN]		153.19	58.20	--
x	[m]		0.00	1.93	--
Torsor mín.	[kN]		--	-2.84	-1.55
x	[m]		--	3.61	3.95
Torsor máx.	[kN]		1.89	2.82	3.48
x	[m]		0.00	3.61	3.95
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.19	6.19	9.33
		Nec.	5.00	0.00	8.26
Área Inf.	[cm ²]	Real	27.48	29.69	29.69
		Nec.	9.52	12.24	12.24
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	4.99	6.86	6.86
		Nec.	4.89	4.89	4.89

8.6.- Pórtico 6

Pórtico 6			Tramo: V-908		
Sección			60x50		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-62.91	--	-87.78
x	[m]		0.00	--	5.75
Momento máx.	[kN·m]		199.47	265.91	156.73
x	[m]		1.85	2.44	3.89
Cortante mín.	[kN]		--	-89.83	-201.96
x	[m]		--	2.50	5.75
Cortante máx.	[kN]		175.12	123.28	--
x	[m]		0.00	2.30	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	-6.95
x	[m]		--	--	5.69
Torsor máx.	[kN]		2.59	7.59	--
x	[m]		0.00	2.50	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	11.09	11.09	12.95
		Nec.	4.89	0.00	6.89
Área Inf.	[cm ²]	Real	31.81	31.81	25.96
		Nec.	15.71	16.21	11.04
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	4.92	7.08	5.66
		Nec.	4.89	4.89	4.89



8.7.- Pórtico 7

Pórtico 7			Tramo: V-909			Tramo: V-910			Tramo: V-911		
Sección			20x70			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-32.61	--	-56.73	-29.38	-34.74	-52.10	-52.28	--	-10.72
x	[m]		0.00	--	5.88	0.00	1.86	2.93	0.00	--	5.80
Momento máx.	[kN·m]		58.85	68.33	43.57	--	--	--	46.05	77.13	72.13
x	[m]		1.86	2.70	4.02	--	--	--	1.92	3.48	3.96
Cortante mín.	[kN]		-2.68	-24.89	-40.38	-11.50	-15.87	-19.71	--	-12.41	-32.36
x	[m]		1.86	3.90	5.82	0.90	1.86	2.82	--	3.84	5.16
Cortante máx.	[kN]		35.25	16.76	--	11.36	7.78	5.43	38.84	25.86	0.60
x	[m]		0.06	1.98	--	0.00	1.02	1.98	0.36	2.04	3.96
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	2.36	1.57	4.70	4.79	4.27	4.34	4.12	1.57	1.57
		Nec.	1.76	0.26	3.10	1.65	2.38	2.85	2.86	0.17	0.58
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.27	4.27	4.27	1.27	1.01	1.56	5.16	6.03	6.03
		Nec.	3.70	3.73	3.31	0.00	0.00	0.00	3.62	4.23	4.23
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35
		Nec.	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63

8.8.- Pórtico 8

Pórtico 8			Tramo: V-912			Tramo: V-913		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-54.62	--	-30.26	-2.05	-6.43	-29.69
x	[m]		0.00	--	3.55	0.00	1.32	2.05
Momento máx.	[kN·m]		17.53	26.18	21.62	8.43	6.67	2.44
x	[m]		1.15	1.87	2.47	0.36	0.72	1.39
Cortante mín.	[kN]		--	-19.95	-51.67	-7.58	-19.32	-31.99
x	[m]		--	2.35	3.55	0.66	1.32	2.05
Cortante máx.	[kN]		66.74	22.98	3.14	15.48	3.51	--
x	[m]		0.00	1.27	2.47	0.00	0.72	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	-2.53	--	--	-5.21
x	[m]		--	--	3.43	--	--	1.80
Torsor máx.	[kN]		13.36	--	--	--	--	--
x	[m]		0.00	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.48	2.93	4.71	1.57	4.67	5.59
		Nec.	5.46	0.72	4.44	0.26	1.38	4.42
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.27	2.26	4.52	1.57	2.83	3.83
		Nec.	3.79	1.42	3.99	0.45	0.45	3.36
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	6.71	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29
		Nec.	5.57	1.63	1.63	1.63	1.63	2.17



8.9.- Pórtico 9

Pórtico 9			Tramo: V-914			Tramo: V-915		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-62.56	-17.82	--	-34.27	--	-53.04
x	[m]		0.00	0.81	--	0.00	--	4.75
Momento máx.	[kN·m]		--	7.79	15.53	51.08	61.15	45.42
x	[m]		--	1.53	2.35	1.52	2.36	3.20
Cortante mín.	[kN]		--	--	-14.94	--	-20.98	-75.37
x	[m]		--	--	2.35	--	3.08	4.75
Cortante máx.	[kN]		65.34	29.62	12.01	79.26	24.71	--
x	[m]		0.00	0.81	1.65	0.00	1.64	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	-5.61
x	[m]		--	--	--	--	--	4.52
Torsor máx.	[kN]		12.28	--	--	--	--	--
x	[m]		0.00	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.97	6.15	1.92	3.14	2.59	6.48
		Nec.	5.83	2.60	0.38	1.85	0.00	5.39
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.58	2.84	1.57	4.02	4.02	6.03
		Nec.	3.21	0.79	0.84	3.33	3.34	4.22
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	6.71	3.35	3.35	3.35	3.35	5.29
		Nec.	5.12	1.63	1.63	1.63	1.63	2.34

8.10.- Pórtico 10

Pórtico 10			Tramo: V-916			Tramo: V-917		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-73.61	--	-24.34	-23.10	-6.18	-75.52
x	[m]		0.00	--	5.30	0.00	3.52	5.30
Momento máx.	[kN·m]		5.92	40.25	54.49	56.32	42.30	8.28
x	[m]		1.75	3.43	5.30	0.00	1.84	3.64
Cortante mín.	[kN]		--	-4.86	-41.46	-21.86	-42.95	-51.27
x	[m]		--	3.43	5.30	0.00	3.52	4.36
Cortante máx.	[kN]		48.07	38.87	18.40	42.90	4.89	9.77
x	[m]		1.03	1.87	3.55	0.00	1.84	5.30
Torsor mín.	[kN]		-18.68	--	--	--	--	--
x	[m]		0.00	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	7.41
x	[m]		--	--	--	--	--	5.08
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.97	2.70	1.78	1.78	3.13	6.97
		Nec.	6.32	0.91	1.32	1.26	1.67	6.39
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.58	3.58	4.27	4.07	3.58	3.58
		Nec.	3.32	2.53	2.98	3.08	2.62	3.38
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	8.72	3.35	3.35	3.35	3.35	5.29
		Nec.	7.92	1.63	1.63	1.63	1.63	3.09



8.11.- Pórtico 11

Pórtico 11			Tramo: V-918			Tramo: V-919		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-47.92	--	-45.57	-13.23	--	-41.30
x	[m]		0.00	--	4.95	0.00	--	4.38
Momento máx.	[kN·m]		48.73	61.73	46.85	34.82	32.93	5.60
x	[m]		1.59	2.43	3.39	1.19	1.55	2.99
Cortante mín.	[kN]		--	-30.28	-75.27	-3.19	-19.19	-22.13
x	[m]		--	3.27	4.95	1.43	2.87	3.59
Cortante máx.	[kN]		96.06	18.47	--	39.97	13.52	7.67
x	[m]		0.00	1.71	--	0.00	1.55	4.38
Torsor mín.	[kN]		-12.82	--	--	--	--	--
x	[m]		0.00	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	3.10	--	2.21	2.21
x	[m]		--	--	4.83	--	2.87	2.99
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.48	1.57	6.48	3.72	6.48	6.48
		Nec.	5.18	0.00	5.08	0.72	3.94	4.51
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.27	4.27	4.27	3.25	5.40	5.40
		Nec.	3.95	3.37	3.71	1.89	4.37	4.08
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	6.71	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29
		Nec.	5.74	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63

8.12.- Pórtico 12

Pórtico 12			Tramo: V-920			Tramo: V-921		
Sección			20x70			20x70		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-67.52	-12.42	--	-19.87	--	-71.04
x	[m]		0.00	1.47	--	0.00	--	4.95
Momento máx.	[kN·m]		--	34.74	39.34	63.06	68.08	45.12
x	[m]		--	2.79	3.51	1.64	2.12	3.32
Cortante mín.	[kN]		-0.64	-6.26	-44.77	--	-26.35	-80.63
x	[m]		0.00	2.79	4.33	--	3.20	4.95
Cortante máx.	[kN]		31.73	26.43	8.04	75.72	19.49	--
x	[m]		0.00	1.47	2.91	0.00	1.76	--
Torsor mín.	[kN]		-2.32	-2.32	--	--	--	--
x	[m]		1.35	1.47	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	6.82
x	[m]		--	--	--	--	--	4.76
Área Sup.	[cm ²]	Real	6.97	6.97	3.89	1.57	1.57	7.60
		Nec.	5.27	4.69	0.00	1.07	0.00	6.23
Área Inf.	[cm ²]	Real	5.40	5.40	5.40	4.02	4.02	4.02
		Nec.	3.80	4.67	2.14	3.73	3.73	3.84
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.29	5.29	5.29	3.35	3.35	5.29
		Nec.	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	2.84



9.- 17MO PISO - SALA DE MAQUINAS

9.1.- Pórtico 1

Pórtico 1			Tramo: V-1001		
Sección			20x40		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-3.09	--	-8.86
x	[m]		0.00	--	2.50
Momento máx.	[kN·m]		4.31	6.15	5.31
x	[m]		0.74	1.34	1.70
Cortante mín.	[kN]		--	-3.60	-27.98
x	[m]		--	1.58	2.50
Cortante máx.	[kN]		12.20	5.03	--
x	[m]		0.00	0.86	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.30	0.00	0.87
Área Inf.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.57	0.60	0.60
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	3.14	3.14	3.14
		Nec.	1.63	1.63	1.63

10.- 17MO PISO Y MEDIO - LOSA ASCENSOR

10.1.- Pórtico 1

Pórtico 1			Tramo: V-1101		
Sección			20x50		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-17.08	--	-16.97
x	[m]		0.00	--	3.94
Momento máx.	[kN·m]		24.14	30.95	24.27
x	[m]		1.22	1.97	2.72
Cortante mín.	[kN]		--	-16.93	-45.93
x	[m]		--	2.59	3.94
Cortante máx.	[kN]		45.74	17.02	--
x	[m]		0.00	1.34	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	1.51	1.01	1.51
		Nec.	1.32	0.00	1.31
Área Inf.	[cm ²]	Real	2.70	2.70	2.70
		Nec.	2.26	2.41	2.27
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	2.46	2.46	2.46
		Nec.	1.63	1.63	1.63



11.- 19NO PISO - TANQUES

11.1.- Pórtico 1

Pórtico 1			Tramo: V-1301		
Sección			16x20		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-1.27	--	-3.78
x	[m]		0.00	--	1.50
Momento máx.	[kN·m]		0.76	--	2.46
x	[m]		0.00	--	1.50
Cortante mín.	[kN]		-4.32	-4.19	-16.41
x	[m]		0.45	0.58	1.50
Cortante máx.	[kN]		6.26	0.73	9.45
x	[m]		0.00	0.95	1.50
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.28	0.00	0.83
Área Inf.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.16	0.10	0.54
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	7.08	7.08	7.08
		Nec.	1.30	0.00	1.30

11.2.- Pórtico 2

Pórtico 2			Tramo: V-1302		
Sección			16x20		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-1.06	--	-3.03
x	[m]		0.00	--	1.50
Momento máx.	[kN·m]		0.85	--	2.41
x	[m]		0.00	--	1.50
Cortante mín.	[kN]		-4.67	-3.18	-12.76
x	[m]		0.00	0.58	1.50
Cortante máx.	[kN]		5.03	0.93	9.39
x	[m]		0.00	0.95	1.50
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.23	0.00	0.66
Área Inf.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.19	0.00	0.53
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	7.08	7.08	7.08
		Nec.	1.30	0.00	1.30



11.3.- Pórtico 3

Pórtico 3			Tramo: V-1303		
Sección			20x20		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-1.59	--	--
x	[m]		0.00	--	--
Momento máx.	[kN·m]		1.02	--	--
x	[m]		0.00	--	--
Cortante mín.	[kN]		-3.81	-0.22	-11.54
x	[m]		0.00	0.84	2.23
Cortante máx.	[kN]		5.98	2.87	15.44
x	[m]		0.00	1.47	2.23
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.35	0.00	0.00
Área Inf.	[cm ²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.22	0.00	0.00
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	7.08	7.08	7.08
		Nec.	1.63	0.00	0.00

12.- RAMPA: PRIMER PISO

12.3.- Pórtico 3

Pórtico 3			Tramo: V-203			Tramo: V-204			Tramo: V-205		
Sección			20x30			20x30			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-25.36	--	-46.44	-30.96	--	-28.73	-24.41	--	-27.00
x	[m]		0.00	--	6.90	0.00	--	6.57	0.00	--	6.65
Momento máx.	[kN·m]		19.81	23.08	18.27	11.71	13.39	8.38	11.80	15.46	12.15
x	[m]		2.27	3.21	4.63	2.18	2.81	4.40	2.16	3.75	4.48
Cortante mín.	[kN]		--	-12.30	-67.67	--	-8.29	-33.86	--	-10.40	-43.80
x	[m]		--	4.52	6.90	--	4.27	6.57	--	4.39	6.65
Cortante máx.	[kN]		50.68	9.32	--	44.36	9.45	--	33.43	7.20	--
x	[m]		0.00	2.40	--	0.18	2.25	--	0.00	2.29	--
Torsor mín.	[kN]		--	-1.01	-1.41	-0.93	--	--	--	--	--
x	[m]		--	3.19	6.49	0.14	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	1.01	--	--	--	--	1.01
x	[m]		--	--	--	0.00	--	--	--	--	6.38
Área Sup.	[cm ²]	Real	2.80	1.57	6.24	6.63	1.57	3.83	3.83	1.57	5.59
		Nec.	2.62	1.32	5.10	4.61	0.00	3.01	2.53	0.00	4.12
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.93	3.93	3.93	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36
		Nec.	2.23	3.74	2.00	1.67	1.79	1.25	1.68	1.79	1.79
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.66	5.66	5.66	5.66	4.35	4.35	4.35	4.35	5.66
		Nec.	2.07	1.63	4.08	2.20	1.63	1.63	1.63	1.63	1.87



Pórtico 3			Tramo: V-206		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-38.57	--	-23.13
x	[m]		0.00	--	6.81
Momento máx.	[kN·m]		15.09	20.40	17.02
x	[m]		2.23	3.97	4.66
Cortante mín.	[kN]		--	-7.57	-49.49
x	[m]		--	4.53	6.81
Cortante máx.	[kN]		57.69	12.22	--
x	[m]		0.00	2.33	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	5.03	1.01	2.58
		Nec.	4.11	0.00	2.36
Área Inf.	[cm²]	Real	2.58	2.58	2.58
		Nec.	1.80	2.07	1.80
Área Transv.	[cm²/m]	Real	4.35	4.35	4.35
		Nec.	2.89	1.63	1.88

12.4.- Pórtico 4

Pórtico 4			Tramo: V-207			Tramo: V-208			Tramo: V-209		
Sección			20x30			20x30			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-17.06	--	-34.19	-23.38	--	-19.71	-20.66	--	-21.32
x	[m]		0.00	--	4.60	0.00	--	4.38	0.00	--	4.68
Momento máx.	[kN·m]		15.74	16.27	10.38	8.51	11.47	6.52	7.72	12.34	8.75
x	[m]		1.44	2.46	3.15	1.45	2.24	3.01	1.49	2.13	3.14
Cortante mín.	[kN]		--	-6.58	-59.09	--	-5.74	-38.53	--	-5.15	-43.20
x	[m]		--	3.05	4.60	--	2.88	4.38	--	3.03	4.68
Cortante máx.	[kN]		30.36	5.48	--	43.01	6.15	--	41.05	6.25	--
x	[m]		0.10	1.57	--	0.00	1.49	--	0.00	1.61	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	-0.99	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	0.30	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	2.01	1.01	4.24	4.71	1.57	3.14	2.58	1.01	3.58
		Nec.	1.80	0.00	3.63	3.51	0.00	2.02	2.10	0.00	2.26
Área Inf.	[cm²]	Real	2.01	2.01	2.01	2.36	2.36	2.36	1.79	1.79	1.79
		Nec.	1.80	1.80	1.63	1.43	1.54	1.12	1.27	1.65	1.37
Área Transv.	[cm²/m]	Real	4.35	4.35	4.35	5.66	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35
		Nec.	1.63	1.63	3.07	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63



Pórtico 4			Tramo: V-210		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-30.57	--	-9.32
x	[m]		0.00	--	4.29
Momento máx.	[kN·m]		8.57	13.85	11.62
x	[m]		1.33	2.61	2.88
Cortante mín.	[kN]		--	-5.17	-19.54
x	[m]		--	2.84	4.29
Cortante máx.	[kN]		52.37	6.51	--
x	[m]		0.00	1.46	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	3.58	1.01	1.51
		Nec.	3.29	0.00	1.24
Área Inf.	[cm²]	Real	2.01	2.01	2.01
		Nec.	1.49	1.80	1.79
Área Transv.	[cm²/m]	Real	4.35	4.35	4.35
		Nec.	2.42	1.63	1.63

12.5.- Pórtico 5

Pórtico 5			Tramo: V-211		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-13.39	--	-0.98
x	[m]		0.00	--	2.70
Momento máx.	[kN·m]		7.62	10.83	8.66
x	[m]		0.90	1.24	1.96
Cortante mín.	[kN]		--	-1.24	-4.36
x	[m]		--	1.49	2.24
Cortante máx.	[kN]		16.51	13.87	12.78
x	[m]		0.00	0.99	2.72
Torsor mín.	[kN]		-1.70	-4.80	-0.94
x	[m]		0.49	1.24	2.24
Torsor máx.	[kN]		2.15	1.19	3.08
x	[m]		0.20	0.95	1.96
Área Sup.	[cm²]	Real	2.80	2.80	2.80
		Nec.	2.68	1.32	1.32
Área Inf.	[cm²]	Real	2.70	2.72	2.36
		Nec.	2.27	2.41	2.18
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.66	5.66	5.66
		Nec.	2.05	4.58	2.94



12.6.- Pórtico 6

Pórtico 6			Tramo: V-212		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		--	--	-14.20
x	[m]		--	--	2.55
Momento máx.	[kN·m]		9.42	10.82	9.18
x	[m]		0.74	1.24	1.74
Cortante mín.	[kN]		--	-6.52	-56.95
x	[m]		--	1.62	2.55
Cortante máx.	[kN]		16.53	3.84	--
x	[m]		0.00	0.87	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	2.29	1.51	2.29
		Nec.	0.00	0.00	1.80
Área Inf.	[cm²]	Real	1.51	1.51	1.51
		Nec.	1.40	1.44	1.39
Área Transv.	[cm²/m]	Real	4.35	4.35	4.35
		Nec.	1.63	1.63	2.60

12.7.- Pórtico 7

Pórtico 7			Tramo: V-213		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-1.41	--	-15.16
x	[m]		0.00	--	2.70
Momento máx.	[kN·m]		8.25	10.91	10.09
x	[m]		0.90	1.28	2.27
Cortante mín.	[kN]		-3.58	-6.91	-50.84
x	[m]		0.00	1.52	2.38
Cortante máx.	[kN]		5.56	8.31	19.08
x	[m]		0.90	1.22	2.02
Torsor mín.	[kN]		-1.73	-3.72	--
x	[m]		0.27	1.27	--
Torsor máx.	[kN]		1.02	1.45	2.43
x	[m]		0.45	1.22	2.00
Área Sup.	[cm²]	Real	2.36	1.57	2.36
		Nec.	1.46	1.32	1.79
Área Inf.	[cm²]	Real	3.14	3.14	3.14
		Nec.	2.23	2.41	2.33
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.66	5.66	5.66
		Nec.	1.65	3.55	2.32



13.- RAMPA: SEGUNDO PISO

13.3.- Pórtico 3

Pórtico 3			Tramo: V-303			Tramo: V-304			Tramo: V-305		
Sección			20x30			20x30			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-24.92	--	-45.67	-27.93	--	-28.37	-24.06	--	-24.29
x	[m]		0.00	--	6.91	0.00	--	6.61	0.00	--	6.68
Momento máx.	[kN·m]		19.66	22.38	17.01	11.27	13.04	8.14	11.67	15.45	11.95
x	[m]		2.25	3.18	4.72	2.18	2.82	4.41	2.19	2.98	4.50
Cortante mín.	[kN]		--	-13.06	-65.33	--	-8.61	-31.74	--	-10.56	-37.38
x	[m]		--	4.60	6.91	--	4.28	6.61	--	4.42	6.68
Cortante máx.	[kN]		48.63	9.09	--	38.72	9.43	--	31.25	7.50	--
x	[m]		0.00	2.39	--	0.00	2.26	--	0.00	2.32	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	-1.25	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	6.46	--	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	0.94	--	1.02	--	--	--	--	0.92
x	[m]		--	3.17	--	0.00	--	--	--	--	6.40
Área Sup.	[cm ²]	Real	3.58	2.36	6.53	6.12	0.79	3.38	3.92	1.57	5.59
		Nec.	2.57	1.32	5.01	4.27	0.00	2.95	2.48	0.00	3.83
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.83	3.83	4.06	2.36	2.36	2.36	3.14	3.14	3.14
		Nec.	2.35	3.81	2.11	1.62	1.75	1.23	1.67	1.79	1.79
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.66	5.66	5.66	5.66	4.35	4.35	5.66	5.66	5.66
		Nec.	1.76	1.63	3.80	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63

Pórtico 3			Tramo: V-306		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-37.54	--	-23.31
x	[m]		0.00	--	6.82
Momento máx.	[kN·m]		14.80	20.51	17.40
x	[m]		2.24	3.98	4.58
Cortante mín.	[kN]		--	-5.73	-46.94
x	[m]		--	4.52	6.82
Cortante máx.	[kN]		54.82	12.27	--
x	[m]		0.00	2.34	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	4.53	0.50	2.86
		Nec.	3.98	0.00	2.38
Área Inf.	[cm ²]	Real	2.58	2.58	2.58
		Nec.	1.80	2.08	1.80
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	4.35	4.35	4.35
		Nec.	2.54	1.63	1.63



13.4.- Pórtico 4

Pórtico 4			Tramo: V-307			Tramo: V-308			Tramo: V-309		
Sección			20x30			20x30			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-14.17	--	-32.73	-19.86	--	-20.16	-21.05	--	-20.31
	[m]		0.00	--	4.61	0.00	--	4.42	0.00	--	4.72
Momento máx.	[kN·m]		15.47	15.46	9.24	7.86	11.40	6.34	7.80	12.90	8.74
	[m]		1.43	2.34	3.15	1.46	2.18	3.02	1.51	2.23	3.16
Cortante mín.	[kN]		--	-7.06	-59.40	--	-5.52	-41.13	--	-5.21	-42.54
	[m]		--	3.05	4.61	--	2.89	4.42	--	3.05	4.72
Cortante máx.	[kN]		25.06	4.41	--	36.50	6.25	--	43.94	6.20	--
	[m]		0.09	1.56	--	0.00	1.49	--	0.00	1.64	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	2.01	1.01	4.15	4.15	1.01	2.92	2.92	1.01	3.58
		Nec.	1.80	0.00	3.45	2.05	0.00	2.06	2.16	0.00	2.15
Área Inf.	[cm ²]	Real	2.01	2.01	2.01	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79
		Nec.	1.80	1.80	1.49	1.33	1.52	1.07	1.28	1.73	1.37
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35
		Nec.	1.63	1.63	3.07	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63

Pórtico 4			Tramo: V-310		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-31.50	--	-7.30
	[m]		0.00	--	4.30
Momento máx.	[kN·m]		8.28	14.56	12.18
	[m]		1.35	2.10	2.88
Cortante mín.	[kN]		--	-4.35	-16.55
	[m]		--	2.86	3.95
Cortante máx.	[kN]		56.82	6.94	--
	[m]		0.00	1.47	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	3.58	1.08	1.01
		Nec.	3.40	0.00	0.97
Área Inf.	[cm ²]	Real	2.01	2.01	2.01
		Nec.	1.44	1.80	1.80
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	4.35	4.35	4.35
		Nec.	2.95	1.63	1.63



13.5.- Pórtico 5

Pórtico 5			Tramo: V-311		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-15.84	--	--
x	[m]		0.00	--	--
Momento máx.	[kN·m]		7.00	11.54	15.39
x	[m]		0.83	1.25	2.00
Cortante mín.	[kN]		--	--	-29.83
x	[m]		--	--	2.25
Cortante máx.	[kN]		26.16	18.74	26.20
x	[m]		0.00	1.00	1.98
Torsor mín.	[kN]		-1.68	-4.85	--
x	[m]		0.50	1.25	--
Torsor máx.	[kN]		3.01	1.24	0.86
x	[m]		0.23	0.93	1.98
Área Sup.	[cm²]	Real	3.83	3.83	3.83
		Nec.	2.92	1.32	1.32
Área Inf.	[cm²]	Real	3.14	3.14	3.14
		Nec.	1.88	2.48	2.87
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.66	5.66	5.66
		Nec.	2.88	4.63	1.63

13.6.- Pórtico 6

Pórtico 6			Tramo: V-312		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		--	--	-17.26
x	[m]		--	--	2.60
Momento máx.	[kN·m]		9.84	11.07	9.48
x	[m]		0.75	1.25	1.75
Cortante mín.	[kN]		--	-6.61	-63.63
x	[m]		--	1.63	2.60
Cortante máx.	[kN]		8.32	3.25	--
x	[m]		0.13	0.88	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	2.01	1.01	2.01
		Nec.	0.00	0.00	1.80
Área Inf.	[cm²]	Real	1.57	1.57	1.57
		Nec.	1.44	1.48	1.43
Área Transv.	[cm²/m]	Real	4.35	4.35	4.35
		Nec.	1.63	1.63	3.45



13.7.- Pórtico 7

Pórtico 7			Tramo: V-313		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		--	--	-17.34
x	[m]		--	--	2.72
Momento máx.	[kN·m]		8.26	10.94	13.01
x	[m]		0.90	1.23	2.01
Cortante mín.	[kN]		-7.80	-2.68	-57.10
x	[m]		0.00	1.28	2.39
Cortante máx.	[kN]		6.60	11.84	22.75
x	[m]		0.90	1.76	1.93
Torsor mín.	[kN]		-1.55	-2.99	--
x	[m]		0.26	1.26	--
Torsor máx.	[kN]		1.29	2.11	--
x	[m]		0.46	1.23	--
Área Sup.	[cm²]	Real	2.36	1.57	2.36
		Nec.	1.32	1.32	1.79
Área Inf.	[cm²]	Real	3.14	3.14	3.14
		Nec.	2.11	2.42	1.75
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.66	5.66	5.66
		Nec.	1.63	2.85	1.63

14.- RAMPA: TERCER PISO

14.3.- Pórtico 3

Pórtico 3			Tramo: V-403			Tramo: V-404			Tramo: V-405		
Sección			20x30			20x30			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-11.42	--	-43.71	-36.82	--	-28.47	-24.23	--	-31.89
x	[m]		0.00	--	6.91	0.00	--	6.61	0.00	--	6.68
Momento máx.	[kN·m]		21.63	23.91	17.95	10.53	12.57	8.44	12.51	15.89	11.63
x	[m]		2.25	3.18	4.72	2.18	2.82	4.41	2.19	2.98	4.50
Cortante mín.	[kN]		--	-14.41	-71.75	--	-7.95	-42.26	--	-11.95	-52.08
x	[m]		--	4.60	6.91	--	4.28	6.61	--	4.42	6.68
Cortante máx.	[kN]		43.00	8.64	--	51.51	11.00	--	42.61	6.92	--
x	[m]		0.00	2.39	--	0.19	2.26	--	0.00	2.32	--
Torsor mín.	[kN]		--	-0.91	-1.15	-1.07	--	--	--	--	--
x	[m]		--	2.49	6.46	0.13	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	1.11	--	1.30	--	--	--	--	1.22
Área Sup.	[cm²]	Real	3.14	2.36	8.39	7.33	0.79	3.38	3.91	1.57	5.72
		Nec.	1.53	1.32	5.30	5.83	0.00	2.96	2.50	0.00	4.68
Área Inf.	[cm²]	Real	3.93	3.93	3.93	2.36	2.36	2.36	3.14	3.14	3.14
		Nec.	2.51	3.91	2.17	1.52	1.69	1.25	1.77	1.79	1.79
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.66	5.66	5.66	5.66	4.35	4.35	4.35	4.35	5.66
		Nec.	1.63	1.63	5.24	3.87	1.63	1.63	1.63	1.63	3.03



Pórtico 3			Tramo: V-406		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-37.20	--	-10.81
x	[m]		0.00	--	6.82
Momento máx.	[kN·m]		15.71	22.17	19.04
x	[m]		2.24	3.98	4.58
Cortante mín.	[kN]		--	-5.18	-39.83
x	[m]		--	4.52	6.82
Cortante máx.	[kN]		65.01	13.63	--
x	[m]		0.00	2.34	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	5.72	1.57	2.07
		Nec.	3.97	0.00	1.44
Área Inf.	[cm²]	Real	2.58	2.58	2.58
		Nec.	1.80	2.26	1.93
Área Transv.	[cm²/m]	Real	4.35	4.35	4.35
		Nec.	3.65	1.63	1.63

14.4.- Pórtico 4

Pórtico 4			Tramo: V-407			Tramo: V-408			Tramo: V-409		
Sección			20x30			20x30			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-6.21	--	-31.11	-26.03	--	-18.93	-19.19	--	-30.43
x	[m]		0.00	--	4.61	0.00	--	4.42	0.00	--	4.72
Momento máx.	[kN·m]		17.75	17.44	10.29	6.82	10.61	6.47	6.31	9.93	4.19
x	[m]		1.43	1.56	3.15	1.46	2.18	3.02	1.51	2.23	3.16
Cortante mín.	[kN]		--	-6.46	-55.94	--	-5.11	-39.11	--	-7.45	-51.76
x	[m]		--	3.05	4.61	--	2.89	4.42	--	3.05	4.72
Cortante máx.	[kN]		22.75	4.69	--	44.57	7.44	--	39.79	4.57	--
x	[m]		0.00	1.56	--	0.00	1.49	--	0.00	1.64	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--	-1.10	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	0.32	--	--	--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
x	[m]		--	--	--	--	--	--	--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	1.57	1.57	4.96	4.96	1.57	3.09	2.87	1.01	3.58
		Nec.	0.83	0.00	3.35	3.32	0.00	1.94	1.97	0.00	3.28
Área Inf.	[cm²]	Real	2.07	2.07	2.07	1.57	1.57	1.57	1.51	1.51	1.51
		Nec.	1.80	1.80	1.65	1.32	1.42	1.07	1.01	1.32	0.82
Área Transv.	[cm²/m]	Real	4.35	4.35	4.35	5.66	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35
		Nec.	1.63	1.63	2.74	1.93	1.63	1.63	1.63	1.63	2.35



Pórtico 4			Tramo: V-410		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-30.53	--	-2.63
x	[m]		0.00	--	4.30
Momento máx.	[kN·m]		9.32	16.44	14.17
x	[m]		1.35	2.10	2.88
Cortante mín.	[kN]		--	-4.54	-17.30
x	[m]		--	2.86	4.30
Cortante máx.	[kN]		54.89	6.84	--
x	[m]		0.00	1.47	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	3.58	1.08	1.01
		Nec.	3.29	0.00	0.35
Área Inf.	[cm ²]	Real	2.01	2.01	2.01
		Nec.	1.62	1.80	1.80
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	4.35	4.35	4.35
		Nec.	2.72	1.63	1.63

14.5.- Pórtico 5

Pórtico 5			Tramo: V-411		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-4.88	--	--
x	[m]		0.00	--	--
Momento máx.	[kN·m]		7.97	11.64	16.02
x	[m]		0.83	1.25	2.00
Cortante mín.	[kN]		--	--	-34.28
x	[m]		--	--	2.25
Cortante máx.	[kN]		13.03	18.28	26.63
x	[m]		0.83	1.75	1.98
Torsor mín.	[kN]		-1.66	-4.99	--
x	[m]		0.50	1.25	--
Torsor máx.	[kN]		2.94	1.26	0.92
x	[m]		0.23	0.93	1.98
Área Sup.	[cm ²]	Real	2.36	2.36	2.36
		Nec.	1.80	1.32	1.32
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.39	3.39	3.39
		Nec.	2.00	2.49	2.94
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.66	5.66	5.66
		Nec.	2.81	4.76	1.63



14.6.- Pórtico 6

Pórtico 6			Tramo: V-412		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		--	--	-3.72
x	[m]		--	--	2.60
Momento máx.	[kN·m]		9.38	10.83	9.84
x	[m]		0.75	1.38	1.75
Cortante mín.	[kN]		--	-4.43	-30.17
x	[m]		--	1.63	2.60
Cortante máx.	[kN]		14.98	3.84	--
x	[m]		0.00	0.88	--
Torsor mín.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Torsor máx.	[kN]		--	--	--
x	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm²]	Real	1.01	1.01	1.01
		Nec.	0.00	0.00	0.49
Área Inf.	[cm²]	Real	1.51	1.51	1.51
		Nec.	1.38	1.44	1.42
Área Transv.	[cm²/m]	Real	4.35	4.35	4.35
		Nec.	1.63	1.63	1.63

14.7.- Pórtico 7

Pórtico 7			Tramo: V-413		
Sección			20x30		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		--	--	-5.51
x	[m]		--	--	2.72
Momento máx.	[kN·m]		8.43	11.43	14.52
x	[m]		0.85	1.23	2.01
Cortante mín.	[kN]		-6.64	-1.61	-45.27
x	[m]		0.00	1.28	2.39
Cortante máx.	[kN]		8.05	14.57	26.87
x	[m]		0.90	1.76	1.93
Torsor mín.	[kN]		-1.73	-3.18	--
x	[m]		0.26	1.26	--
Torsor máx.	[kN]		1.42	2.25	--
x	[m]		0.46	1.23	--
Área Sup.	[cm²]	Real	2.36	2.36	2.36
		Nec.	1.32	1.32	0.73
Área Inf.	[cm²]	Real	2.80	2.80	2.80
		Nec.	2.13	2.47	1.78
Área Transv.	[cm²/m]	Real	5.66	5.66	5.66
		Nec.	1.66	3.04	1.63

5.4.8. Cálculo estructural de columnas:

Las columnas se verifican y se comprueban según el CIRSOC 201, con las cargas obtenidas mediante el cálculo estructural. A diferencia de las vigas, el programa se basa en las combinaciones de las hipótesis planteadas y no en envolventes.


Si bien la estructura de contraviento la conforman principalmente los tabiques de hormigón armado, al tener cierta rigidez las columnas, es inevitable que éstas últimas absorban un cierto valor de carga de viento. Por esa razón, se debe considerar el efecto P- Δ , es decir un análisis de segundo orden, el cual es un tipo de no linealidad geométrica que involucra las relaciones de compatibilidad de equilibrio de un sistema estructural cargado en su configuración deformada, por lo tanto, se genera un momento flector debido a la excentricidad entre la carga gravitatoria actuando en la estructura deformada lateralmente por la carga del viento y el eje del elemento.

Con respecto al recubrimiento, se adopta en base a la tabla 7.7.1. de la normativa para la clase de exposición A3, es decir que los valores de dicha tabla se deben incrementar un 30%:

- Para armadura principal: $20\text{mm} * 1,30 = 26\text{mm}$
- Para estribos cerrados: $20\text{mm} * 1,30 = 26\text{mm}$

Se adjunta a continuación un ejemplo de las verificaciones que se realizan, en este caso a la columna C8 para la planta baja:

Planta baja – Columna C8:

Datos del pilar	
	Geometría
	Dimensiones : 20x60 cm
	Tramo : -1.000/3.100 m
	Altura libre : 3.40 m
	Recubrimiento geométrico : 2.6 cm
	Tamaño máximo de agregado : 15 mm
	Materiales
	Hormigón : H-30
	Acero : ADN 420
	Longitud de pandeo
	Plano ZX : 3.40 m
	Plano ZY : 3.40 m
	Armadura longitudinal
	Esquina : 4Ø16
	Cara Y : 2Ø16
	Cuantía : 1.01 %
	Armadura transversal
	Estribos : 1eØ6
	Separación : 19 cm



Disposiciones relativas a las armaduras (CIRSOC 201-2005, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

En elementos solicitados a compresión con estribos cerrados o con zunchos en espiral, la separación libre mínima $s_{l,min}$ entre la armadura longitudinal debe ser (Artículo 7.6.3):

104 mm ☐ **40 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1 , s_2 , s_3 .

$s_{l,min}$: 40 mm

s_1 : 24 mm

s_2 : 40 mm

s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b : Diámetro de la barra más gruesa.

d_b : 16.0 mm

d_{ag} : Tamaño máximo nominal del agregado grueso.

d_{ag} : 15 mm

Estribos

En elementos solicitados a compresión con estribos cerrados o con zunchos en espiral, la separación libre mínima $s_{e,min}$ entre la armadura transversal debe ser (Artículo 7.6.3):

190 mm ☐ **40 mm** ✓

Donde:

$s_{e,min}$: Valor máximo de s_1 , s_2 , s_3 .

$s_{e,min}$: 40 mm

s_1 : 9 mm

s_2 : 40 mm

s_3 : 20 mm

Siendo:

d_{be} : Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal.

d_{be} : 6.0 mm



d_{ag} : Tamaño máximo nominal del agregado grueso.

d_{ag} : 15 mm

La separación vertical s de los estribos cerrados debe ser (Artículo 7.10.5.2):

190 mm ☐ 192 mm ☒

Donde:

$s_{t,max}$: Valor mínimo de s_1 , s_2 , s_3 .

$s_{t,max}$: 192 mm

s_1 : 192 mm

s_2 : 288 mm

s_3 : 200 mm

Siendo:

d_b : Diámetro de la barra comprimida más delgada.

d_b : 16.0 mm

d_{be} : Diámetro de la barra más delgada de la armadura transversal.

d_{be} : 6.0 mm

b_{min} : Dimensión del lado menor de la columna.

b_{min} : 200 mm

Todas las barras, con excepción de las pretensadas, deben estar encerradas por medio de estribos transversales cerrados, cuyo diámetro mínimo será función del diámetro de las barras (Artículo 7.10.5.1):

Ø6 ☐ 6 mm ☒

Donde:

d_b : Diámetro de la barra comprimida más gruesa.

d_b : Ø16

d_{be} : Diámetro de la barra más delgada de la armadura transversal.

d_{be} : Ø6

Armadura mínima y máxima (CIRSOC 201-2005, Artículo 10.9.1)

El área de armadura longitudinal, A_{st} , para elementos comprimidos no compuestos, debe ser (Artículo 10.9.1):

12.07 cm² ☐ 12.00 cm² ☒

12.07 cm² ☐ 96.00 cm² ☒

Donde:

A_g : Área total de la sección de hormigón.

A_g : 1200.00 cm²

**Estado límite de agotamiento frente a cortante** (CIRSOC 201-2005, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$$\square : \underline{0.110} \quad \checkmark$$

Donde:

$$V_u: \text{Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.} \quad V_{u,x} : \underline{0.75} \text{ kN}$$

$$V_{u,y} : \underline{15.94} \text{ kN}$$

$$\square \cdot V_n: \text{Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.} \quad \square \cdot V_{n,x} : \underline{161.83} \text{ kN}$$

$$\square \cdot V_{n,y} : \underline{144.97} \text{ kN}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^simos se producen en 'Cabeza', para la combinación de hipótesis "0.9·PP+0.9·CM+1.6·V(-Xexc.+)".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección X:

Resistencia nominal a cortante en piezas que no requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$$V_n : \underline{215.77} \text{ kN}$$

Resistencia al corte proporcionada por el hormigón en los elementos no pretensados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

Cuando el valor de M_m resulte negativo, el valor de V_c se debe obtener de la expresión:

$$V_c : \underline{215.77} \text{ kN}$$

$$([\text{MPa}] N_u/A_g \text{ y } f'_c)$$

Donde:

f'_c : Resistencia especificada a la compresión del hormigón.

$$f'_c : \underline{30.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

b_w : Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

$$b_w : \underline{600} \text{ mm}$$



d: Distancia desde la fibra comprimida extrema hasta el baricentro de la armadura longitudinal traccionada, no tesa.

$$\mathbf{d} : \underline{160} \text{ mm}$$

$$\mathbf{M_m} : \underline{-25.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_u: Momento mayorado en la sección considerada.

$$\mathbf{M_u} : \underline{-2.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_u: Esfuerzo axial mayorado, normal a la sección transversal.

$$\mathbf{N_u} : \underline{348.44} \text{ kN}$$

h: Altura total de la sección transversal de un elemento.

$$\mathbf{h} : \underline{200.00} \text{ mm}$$

A_g: Área total de la sección de hormigón.

$$\mathbf{A_g} : \underline{1200.00} \text{ cm}^2$$

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que no requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$$\mathbf{V_n} : \underline{193.30} \text{ kN}$$

Resistencia al corte proporcionada por el hormigón en los elementos no pretensados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

Cuando el valor de M_m resulte negativo, el valor de V_c se debe obtener de la expresión:

$$\mathbf{V_c} : \underline{193.30} \text{ kN}$$

$$([\text{MPa}] N_u/A_g \text{ y } f'_c)$$

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del hormigón.

$$\mathbf{f'_c} : \underline{30.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

$$\mathbf{b_w} : \underline{200} \text{ mm}$$

d: Distancia desde la fibra comprimida extrema hasta el baricentro de la armadura longitudinal traccionada, no tesa.

$$\mathbf{d} : \underline{430} \text{ mm}$$



$$M_m : \underline{-61.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_u : Momento mayorado en la sección considerada.

$$M_u : \underline{-24.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_u : Esfuerzo axial mayorado, normal a la sección transversal.

$$N_u : \underline{348.44} \text{ kN}$$

h : Altura total de la sección transversal de un elemento.

$$h : \underline{600.00} \text{ mm}$$

A_g : Área total de la sección de hormigón.

$$A_g : \underline{1200.00} \text{ cm}^2$$

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (CIRSOC 201-2005, Artículo 10)

Los momentos totales, incluyendo los efectos de segundo orden, de elementos en compresión, vigas de restricción u otros elementos estructurales no deben exceder 1.4 veces los momentos debidos a los efectos de primer orden.

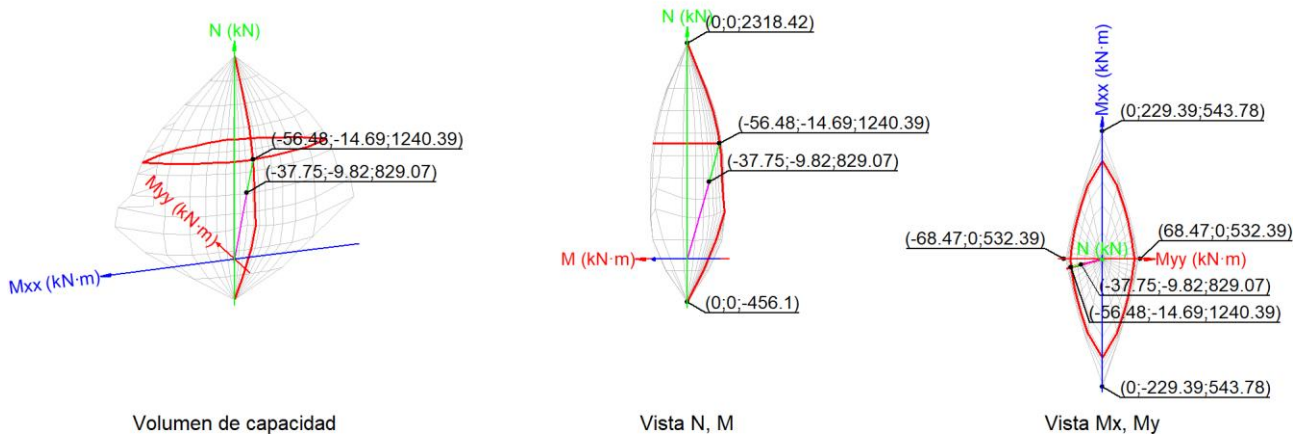
Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Cabeza', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+1.6·Qa".

Se debe satisfacer:

$$\square : \underline{0.489} \quad \checkmark$$

$$\square : \underline{0.668} \quad \checkmark$$

$$829.07 \text{ kN} \square 1838.72 \text{ kN} \quad \checkmark$$



Comprobación de resistencia de la sección (\square_1)

P_u, M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u : Esfuerzo normal de cálculo.

M_u : Momento de cálculo de primer orden.

$$P_u : \frac{829.07}{1} \text{ kN}$$

$$M_{u,x} : \frac{-9.82}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{u,y} : \frac{-18.76}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$\square \cdot P_n, \square \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo p \acute{e} simos.

$\square \cdot P_n$: Axil de agotamiento.

$$\square \cdot P_n : \frac{1695.38}{1} \text{ kN}$$

$\square \cdot M_n$: Momentos de agotamiento.

$$\square \cdot M_{n,x} : \frac{-20.08}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\square \cdot M_{n,y} : \frac{-38.37}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Comprobación del estado limite de inestabilidad (\square_2)

P_u, M_c esfuerzos solicitantes de cálculo p \acute{e} simos obtenidos a partir de los de primer orden incrementados para tener en cuenta los efectos de segundo orden a causa de la esbeltez.

P_u : Axil solicitante de cálculo p \acute{e} simo.

$$P_u : \frac{829.07}{1} \text{ kN}$$

M_c : Momento flector solicitante de cálculo p \acute{e} simo.

$$M_{c,x} : \frac{-9.82}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,y} : \frac{-37.75}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$\square \cdot P_n, \square \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo p \acute{e} simos.

$\square \cdot P_n$: Axil de agotamiento.

$$\square \cdot P_n : \frac{1240.39}{1} \text{ kN}$$

$\square \cdot M_n$: Momentos de agotamiento.

$$\square \cdot M_{n,x} : \frac{-14.69}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\square \cdot M_{n,y} : \frac{-56.48}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

En el eje x:

Se pueden ignorar los efectos de la esbeltez, en aquellos elementos comprimidos que verifiquen la siguiente expresi \acute{o} n (Artículo 10.12.2):

$$19.6 \quad \square \quad 22.0 \quad \checkmark$$

Donde:



$k l_u$: Longitud efectiva.

$$k l_u : \underline{3.400} \text{ m}$$

r : Radio de giro de la sección transversal de un elemento comprimido.

$$r : \underline{17.32} \text{ cm}$$

En el eje y:

No se pueden ignorar los efectos de la esbeltez, en aquellos elementos comprimidos que verifiquen la siguiente expresión (Artículo 10.12.2):

$$58.9 \quad \square \quad 22.0$$

Donde:

$k l_u$: Longitud efectiva.

$$k l_u : \underline{3.400} \text{ m}$$

r : Radio de giro de la sección transversal de un elemento comprimido.

$$r : \underline{5.77} \text{ cm}$$

Los elementos comprimidos se deben dimensionar para la carga axial mayorada P_u y para el momento mayorado por los efectos de la curvatura del elemento, M_c (Artículo 10.12.3):

$$P_u : \underline{829.07} \text{ kN}$$

$$M_c : \underline{-37.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_2 : \underline{-18.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$$M_{2,min} : \underline{17.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

h : Altura total de la sección transversal de un elemento.

$$h : \underline{200.00} \text{ mm}$$

$$\square_{ns} : \underline{2.012}$$

Siendo:

$$P_c : \underline{2197.87} \text{ kN}$$

Donde:

E_c : Módulo de elasticidad del hormigón.

$$E_c : \underline{25743.00} \text{ MPa}$$



I_g : Momento de inercia de la sección total o bruta del elemento de hormigón con respecto al eje baricéntrico, sin considerar la armadura.

$$I_g : \underline{40000.00} \text{ cm}^4$$

kl_u : Longitud efectiva.

$$kl_u : \underline{3.400} \text{ m}$$

Comprobación de resistencia axial de diseño

La fuerza axial mayorada P_u de elementos en compresión no debe tomarse mayor que $\phi \cdot P_{n,max}$ (Artículo 10.3.6).

$$\phi \cdot P_{n,max} : \underline{1838.72} \text{ kN}$$

Siendo:

f'_c : Resistencia especificada a la compresión del hormigón.

$$f'_c : \underline{30.00} \text{ MPa}$$

f_y : Tensión de fluencia especificada de la armadura longitudinal no tesa.

$$f_y : \underline{420.00} \text{ MPa}$$

A_g : Área total de la sección de hormigón.

$$A_g : \underline{1200.00} \text{ cm}^2$$

A_{st} : Área total de la armadura longitudinal no tesa.

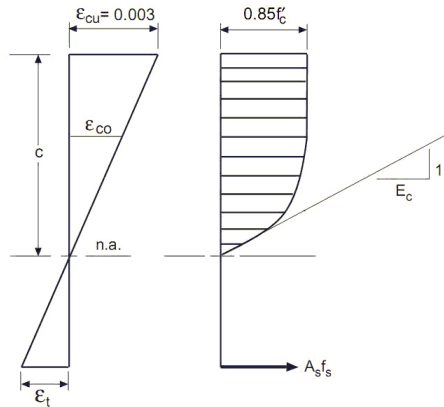
$$A_{st} : \underline{12.07} \text{ cm}^2$$

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

- El diseño por resistencia de elementos solicitados a flexión y cargas axiales debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.
- Las deformaciones específicas en la armadura y en el hormigón se deben suponer directamente proporcionales a la distancia al eje neutro.
- Para la determinación de la resistencia nominal de una sección, se debe considerar como máxima deformación en la fibra extrema del hormigón sometida a compresión un valor igual a 0.003.
- La tensión en el acero se debe calcular como E_s veces la deformación de la armadura, siempre que dicha tensión resulte menor que la tensión de fluencia especificada f_y . Para deformaciones mayores que la correspondiente a f_y , la tensión se debe considerar independiente de la deformación, e igual a f_y .
- La resistencia a la tracción del hormigón no se debe considerar en el dimensionamiento de los elementos de hormigón armado solicitados a flexión y a cargas axiales.
- La relación entre la tensión de compresión en el hormigón y la deformación específica del hormigón, se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica, o de cualquier otra forma que dé origen a una predicción de la resistencia que coincida en forma sustancial con los resultados de ensayos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f'_c : Resistencia especificada a la compresión del hormigón. $f'_c : 30.00$ MPa

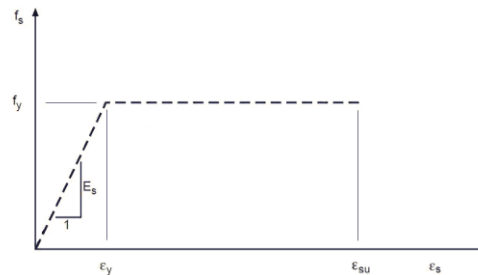
ϵ_{cu} : Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de hormigón a compresión.

$\epsilon_{cu} : 0.0030$

ϵ_{c0} : Deformación unitaria bajo carga máxima.

$\epsilon_{c0} : 0.0020$

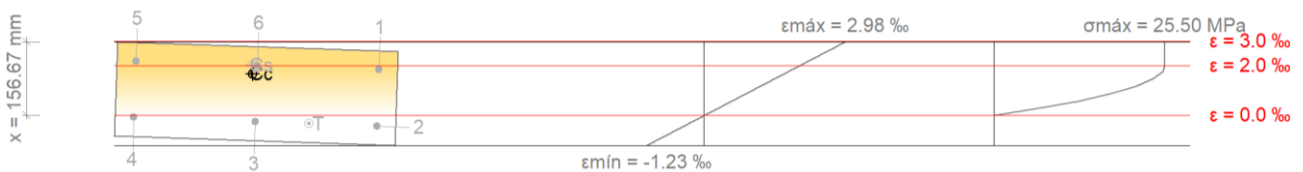
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y : Tensión de fluencia especificada de la armadura longitudinal no tesa.

$f_y : 420.00$ MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ϵ
1	Ø16	-60.00	260.00	+369.08	+0.001845
2	Ø16	60.00	260.00	-87.89	-0.000439
3	Ø16	60.00	0.00	-52.80	-0.000264
4	Ø16	60.00	-260.00	-17.70	-0.000089

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ϵ
5	Ø16	-60.00	-260.00	+420.00	+0.002196
6	Ø16	-60.00	0.00	+404.18	+0.002021

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1700.18	-41.51	-9.57
Cs	239.97	-60.00	-11.09
T	31.85	60.00	115.21

$$P_n : 1908.29 \text{ kN}$$

$$M_{n,x} : -22.60 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{n,y} : -86.89 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.

$$C_c : 1700.18 \text{ kN}$$

C_s : Resultante de compresiones en el acero.

$$C_s : 239.97 \text{ kN}$$

T : Resultante de tracciones en el acero.

$$T : 31.85 \text{ kN}$$

e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cc,x} : -41.51 \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : -9.57 \text{ mm}$$

e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cs,x} : -60.00 \text{ mm}$$

$$e_{cs,y} : -11.09 \text{ mm}$$

e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{T,x} : 60.00 \text{ mm}$$

$$e_{T,y} : 115.21 \text{ mm}$$

ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

$$\epsilon_{cmax} : 0.0030$$

ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.

$$\epsilon_{smax} : 0.0004$$

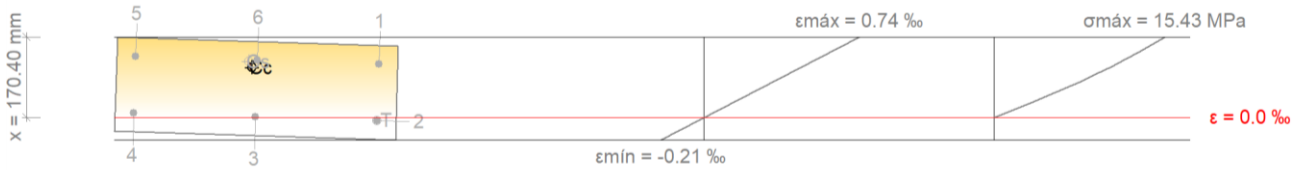
σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

$$\sigma_{cmax} : 25.50 \text{ MPa}$$

σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$\sigma_{smax} : 87.89 \text{ MPa}$$

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo p_símicos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f _s (MPa)	ε
1	Ø16	-60.00	260.00	+98.48	+0.000492
2	Ø16	60.00	260.00	-6.17	-0.000031
3	Ø16	60.00	0.00	+0.94	+0.000005
4	Ø16	60.00	-260.00	+8.05	+0.000040
5	Ø16	-60.00	-260.00	+112.70	+0.000563
6	Ø16	-60.00	0.00	+105.59	+0.000528

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
C _c	764.80	-44.40	-10.89
C _s	65.51	-56.69	-17.77
T	1.24	60.00	260.00

$$P_u : \underline{829.07 \text{ kN}}$$

$$M_{c,x} : \underline{-9.82 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

$$M_{c,y} : \underline{-37.75 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

T: Resultante de tracciones en el acero.

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_t: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$C_c : \underline{764.80 \text{ kN}}$$

$$C_s : \underline{65.51 \text{ kN}}$$

$$T : \underline{1.24 \text{ kN}}$$

$$e_{cc,x} : \underline{-44.40 \text{ mm}}$$

$$e_{cc,y} : \underline{-10.89 \text{ mm}}$$

$$e_{cs,x} : \underline{-56.69 \text{ mm}}$$

$$e_{cs,y} : \underline{-17.77 \text{ mm}}$$

$$e_{t,x} : \underline{60.00 \text{ mm}}$$

$$e_{t,y} : \underline{260.00 \text{ mm}}$$



□_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

□_{cmax} : 0.0007

□_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.

□_{smax} : 0.0000

□_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

□_{cmax} : 15.43 MPa

□_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.

□_{smax} : 6.17 MPa

5.4.8.1. Armado de columnas:

Seguidamente, se presenta un listado de la geometría, armadura y las cargas más desfavorables de las columnas de los sucesivos pisos del edificio. En la columna de geometría se detalla la sección transversal y la altura del elemento, como así también la designación en planta. En la columna de armadura se describen las armaduras longitudinales (en esquina y en las caras) y su cuantía, y las armaduras transversales con sus separaciones. En la columna de cargas más desfavorables se introducen las distintas cargas axiales, momentos y esfuerzos cortantes con sus valores. Por último, el programa coloca el coeficiente de aprovechamiento que representa el nivel de sobredimensionamiento que tiene el elemento, cuanto más alejado se encuentre del 100% más sobredimensionado se encuentra.

Armado de pilares																	
Hormigón: H-30																	
Columna	Geometría			Armaduras						Esfuerzos pésimos						Estado	
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras			Estribos			Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)		Aprov. (%)
Esquina	Cara X	Cara Y	Cuantía (%)	Descripción ⁽¹⁾		Separación (cm)											
C1	16to piso - Terraza	20x80	45.25/47.55	4Ø16	-	4Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q	168.2	-72.3	24.1	16.3	56.3	66.3	Cumple
	15to piso - Departamentos 3	20x80	42.25/44.55	4Ø16	-	4Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q, V	293.5	22.3	-44.5	38.3	22.4	63.0	Cumple
	14to piso - Departamentos 3	20x80	39.25/41.55	4Ø16	-	4Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q, V	304.3	-29.1	43.6	38.3	22.4	61.8	Cumple
	13er piso - Departamentos 3	20x80	36.25/38.55	4Ø16	-	4Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q, V	641.3	29.1	-46.1	39.6	26.2	66.2	Cumple
	12do piso - Departamentos 2	20x80	33.25/35.55	4Ø16	-	4Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q, V	820.6	-31.0	45.5	39.6	26.4	69.6	Cumple
	11er piso - Departamentos 2	20x80	30.25/32.55	4Ø16	-	4Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q, V	990.4	-30.6	47.4	41.3	26.0	76.1	Cumple
	10mo piso - Departamentos 2	20x80	27.25/29.55	4Ø16	-	4Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q, V	1161.8	-30.7	48.9	42.6	26.1	82.7	Cumple
	9no piso - Departamentos 2	20x80	24.25/26.55	4Ø16	-	4Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q, V	1334.7	-30.6	50.2	43.6	26.2	89.6	Cumple
	8vo piso - Departamentos 1	20x80	21.25/23.55	4Ø16	-	8Ø12	1.07	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	1508.2	-32.1	51.1	44.4	27.0	96.0	Cumple
	7mo piso - Departamentos 1	20x80	18.25/20.55	4Ø16	-	14Ø12	1.49	2eØ6+X1rØ6	14	G, Q, V	1683.0	-28.6	51.5	44.7	25.7	96.2	Cumple
	6to piso - Departamentos 1	20x80	15.25/17.55	4Ø16	-	16Ø16	2.51	2eØ6+X4rØ6	19	G, Q, V	1859.5	-47.4	52.9	45.5	34.4	93.3	Cumple
	5to piso - Departamentos 1	20x80	12.25/14.55	4Ø16	-	16Ø16	2.51	2eØ6+X4rØ6	19	G, Q	2170.8	49.3	-20.4	13.2	17.2	98.0	Cumple
	4to piso - Departamentos 1	40x80	3.10/11.55	4Ø16	2Ø12	14Ø16	1.20	2eØ6+X1rØ6	14	G, Q	2181.7	9.8	10.0	13.2	17.2	98.1	Cumple
	3er piso - Cochera			4Ø16	2Ø12	14Ø16	1.20	2eØ6+X1rØ6	14	G, Q	2302.6	20.4	-11.7	-3.4	-6.7	90.7	Cumple
	2do piso - Cochera																
	1er piso - Oficina y cochera																
	Planta baja	40x80	-0.50/2.40	4Ø16	2Ø16	10Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q	2302.6	20.4	-11.7	-3.4	-6.7	96.4	Cumple
	Fundación	-	-	4Ø16	6Ø16	6Ø16	1.01	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	-	G, Q	2380.9	0.9	-9.1	-9.9	2.6	48.6	Cumple
C2	4to piso - Departamentos 1	20x60	8.75/11.95	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	320.0	-4.4	12.4	5.7	1.9	26.4	Cumple
	3er piso - Cochera	20x60	6.15/8.05	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	494.2	-15.4	30.9	32.4	17.5	57.8	Cumple
	2do piso - Cochera	20x60	3.10/5.45	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	494.2	-15.4	30.9	32.4	17.5	57.8	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	20x70	-0.50/2.40	4Ø16	-	6Ø12	1.06	1eØ6+X1rØ6	14	G, Q	1111.0	2.6	-1.1	-1.1	-1.2	65.8	Cumple
	Planta baja																
	Fundación																
C3	4to piso - Departamentos 1	40x60	8.75/11.55	4Ø16	4Ø16	4Ø16	1.01	2eØ6+Y2rØ6	19	G, Q, V	137.2	12.6	-61.2	41.6	9.1	39.9	Cumple
	3er piso - Cochera	40x60	6.15/8.05	4Ø16	4Ø16	4Ø16	1.01	2eØ6+Y2rØ6	19	G, Q, V	157.0	-12.8	55.2	41.6	9.1	25.2	Cumple
	2do piso - Cochera	40x60	3.10/5.45	4Ø16	4Ø16	4Ø16	1.01	2eØ6+Y2rØ6	19	G, Q	312.7	-50.2	23.3	10.9	33.5	19.1	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	40x60	-0.50/2.40	4Ø16	4Ø16	4Ø16	1.01	2eØ6+Y2rØ6	19	G, V	306.3	16.7	55.9	35.8	-4.4	26.1	Cumple
	Planta baja																
	Fundación																
C4	16to piso - Terraza	25x120	45.25/47.55	4Ø20	2Ø16	12Ø12	1.01	2eØ8+X2rØ8	14	G, O, V	221.9	27.3	-70.4	-55.8	-20.2	45.1	Cumple



Trabajo Final de Grado

Autores: Maiorana, Martin – Romero, Lorena

Armado de pilares																	
Hormigón: H-30																	
Columna	Geometría			Armaduras						Esfuerzos pésimos						Estado	
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras				Estribos		Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)		Aprov. (%)
				Esquina	Cara X	Cara Y	Cuantía (%)	Descripción ⁽¹⁾	Separación (cm)								
	15to piso - Departamentos 3	25x120	42.25/44.55	4020	2016	12012	1.01	2e08+X2r08	14	G, Q, V	221.9	27.3	-70.4	-55.8	-20.2	45.1	Cumple
	14to piso - Departamentos 3	25x120	39.25/41.55	4020	2016	12012	1.01	2e08+X2r08	14	G, Q, V	548.2	-25.4	56.2	-47.3	-21.7	29.6	Cumple
	13er piso - Departamentos 3	25x120	36.25/38.55	4020	2016	12012	1.01	2e08+X2r08	14	G, Q, V	743.5	23.7	-55.0	-47.7	-21.4	30.7	Cumple
	12do piso - Departamentos 2	25x120	33.25/35.55	4020	2016	12012	1.01	2e08+X2r08	14	G, Q, V	909.2	-24.6	62.0	-52.8	-21.2	35.2	Cumple
	11er piso - Departamentos 2	25x120	30.25/32.55	4020	2016	12012	1.01	2e08+X2r08	14	G, Q, V	1096.2	-24.8	61.5	-52.7	-21.5	36.9	Cumple
	10mo piso - Departamentos 2	25x120	27.25/29.55	4020	2016	12012	1.01	2e08+X2r08	14	G, Q, V	1284.2	-24.8	62.7	-54.1	-21.4	39.7	Cumple
	9no piso - Departamentos 2	25x120	24.25/26.55	4020	2016	12012	1.01	2e08+X2r08	14	G, Q, V	1473.2	-25.1	62.5	-53.0	-22.6	42.3	Cumple
	8vo piso - Departamentos 1	25x120	21.25/23.55	4020	2016	12012	1.01	2e08+X2r08	14	G, Q, V	1675.4	27.9	-57.3	-50.0	-24.5	44.0	Cumple
	7mo piso - Departamentos 1	25x120	18.25/20.55	4020	2016	12012	1.01	2e08+X2r08	14	G, Q, V	1857.5	28.1	-58.5	-50.9	-24.9	47.3	Cumple
	6to piso - Departamentos 1	25x120	15.25/17.55	4020	2016	12012	1.01	2e08+X2r08	14	G, Q, V	2039.3	28.7	-56.7	-49.5	-25.8	49.9	Cumple
	5to piso - Departamentos 1	25x120	12.25/14.55	4020	2016	12012	1.01	2e08+X2r08	14	G, Q, V	2219.6	28.7	-62.2	-51.7	-27.5	54.7	Cumple
	4to piso - Departamentos 1	25x120	8.75/11.55	4020	2016	12012	1.01	2e08+X2r08	14	G, Q	2534.5	11.1	-34.9	-26.6	-8.7	60.7	Cumple
	3er piso - Cochera	25x120	6.15/8.05	4020	2016	12012	1.01	2e08+X2r08	14	G, Q	2715.6	12.7	-30.2	-35.5	-12.4	62.1	Cumple
	2do piso - Cochera	25x120	3.10/5.45	4020	2016	12012	1.01	2e08+X2r08	14	G, Q	2891.7	19.3	-56.4	-39.3	-14.2	68.0	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	25x120	-0.50/2.40	4020	2016	12012	1.01	2e08+X2r08	14	G, Q	3101.2	7.4	-32.9	-29.9	-8.2	77.0	Cumple
Planta baja																	
Fundación	-	-	4020	2016	12012	1.01	2e08+X2r08	-	G, Q	3101.2	7.4	-32.9	-29.9	-8.2	77.0	Cumple	
C5	16to piso - Terraza	30x120	45.25/47.75	4012	4012	24012	1.01	2e06+X4r06+Y2r06	14	G, Q, V	474.3	-7.6	58.9	44.2	-6.9	19.4	Cumple
	15to piso - Departamentos 3	30x120	42.25/44.95	4012	4012	24012	1.01	2e06+X4r06+Y2r06	14	G, Q, V	474.3	-7.6	58.9	44.2	-6.9	19.4	Cumple
	14to piso - Departamentos 3	30x120	39.25/41.95	4012	4012	24012	1.01	2e06+X4r06+Y2r06	14	G, Q, V	992.6	22.4	-53.2	38.2	17.3	23.4	Cumple
	13er piso - Departamentos 3	30x120	36.25/38.95	4012	4012	24012	1.01	2e06+X4r06+Y2r06	14	G, Q	1608.4	-23.0	28.9	19.4	18.6	29.3	Cumple
	12do piso - Departamentos 2	30x120	33.25/35.95	4012	4012	24012	1.01	2e06+X4r06+Y2r06	14	G, Q	1931.8	-22.8	34.5	25.6	17.7	35.3	Cumple
	11er piso - Departamentos 2	30x120	30.25/32.95	4012	4012	24012	1.01	2e06+X4r06+Y2r06	14	G, Q	2257.0	-23.9	34.5	25.2	18.7	41.5	Cumple
	10mo piso - Departamentos 2	30x120	27.25/29.95	4012	4012	24012	1.01	2e06+X4r06+Y2r06	14	G, Q	2584.6	-23.3	36.7	26.7	18.6	47.7	Cumple
	9no piso - Departamentos 2	30x120	24.25/26.95	4012	4012	24012	1.01	2e06+X4r06+Y2r06	14	G, Q	2914.5	-29.0	32.5	24.9	21.1	54.1	Cumple
	8vo piso - Departamentos 1	30x120	21.25/23.95	4012	4012	24012	1.01	2e06+X4r06+Y2r06	14	G, Q	3227.9	-32.0	31.1	22.3	24.8	60.2	Cumple
	7mo piso - Departamentos 1	30x120	18.25/20.95	4012	4012	24012	1.01	2e06+X4r06+Y2r06	14	G, Q	3544.3	-32.8	33.5	24.3	24.9	66.4	Cumple
	6to piso - Departamentos 1	30x120	15.25/17.95	4012	4012	24012	1.01	2e06+X4r06+Y2r06	14	G, Q	3863.8	-35.6	34.7	25.3	26.5	72.8	Cumple
	5to piso - Departamentos 1	30x120	12.25/14.95	4012	4012	24012	1.01	2e06+X4r06+Y2r06	14	G, Q	4186.7	-37.1	41.0	28.9	27.1	79.4	Cumple
	4to piso - Departamentos 1	30x120	8.75/11.95	4012	4012	24012	1.01	2e06+X4r06+Y2r06	14	G, Q	4514.7	-32.7	28.3	18.5	22.3	89.9	Cumple
	3er piso - Cochera	30x120	6.15/8.45	4012	4012	24012	1.01	2e06+X4r06+Y2r06	14	G, Q	4833.9	4.0	43.2	35.4	4.5	90.4	Cumple
	2do piso - Cochera	30x120	3.10/5.85	4012	4012	24012	1.01	2e06+X4r06+Y2r06	14	G, Q	5123.7	-27.3	0.6	7.1	10.9	99.1	Cumple
1er piso - Oficina y cochera	30x120	-0.50/2.80	4020	-	26020	2.62	2e08+X5r08	24	G, Q	5316.3	-13.0	-5.9	-5.7	16.1	89.3	Cumple	
Planta baja																	
Fundación	-	-	4020	-	26020	2.62	2e08+X5r08	-	G, Q	5316.3	-13.0	-5.9	-5.7	16.1	89.3	Cumple	
C6	16to piso - Terraza	25x85	45.25/47.75	4020	-	8012	1.02	2e08	14	G, Q, V	375.7	-14.5	-39.6	-27.1	3.7	28.7	Cumple
	15to piso - Departamentos 3	25x85	42.25/44.95	4020	-	8012	1.02	2e08	14	G, Q, V	541.2	35.6	36.5	-27.2	23.7	31.0	Cumple
	14to piso - Departamentos 3	25x85	39.25/41.95	4020	-	8012	1.02	2e08	14	G, Q, V	724.4	27.7	41.1	-30.1	20.3	35.6	Cumple
	13er piso - Departamentos 3	25x85	36.25/38.95	4020	-	8012	1.02	2e08	14	G, Q, V	928.1	-29.1	-45.1	-33.1	22.0	41.7	Cumple
	12do piso - Departamentos 2	25x85	33.25/35.95	4020	-	8012	1.02	2e08	14	G, Q, V	1089.9	31.2	50.0	-36.8	22.7	47.8	Cumple
	11er piso - Departamentos 2	25x85	30.25/32.95	4020	-	8012	1.02	2e08	14	G, Q	1630.5	-26.4	-22.9	-17.0	19.8	54.3	Cumple
	10mo piso - Departamentos 2	25x85	27.25/29.95	4020	-	8012	1.02	2e08	14	G, Q	1863.4	-25.7	-23.4	-17.4	19.5	62.7	Cumple
	9no piso - Departamentos 2	25x85	24.25/26.95	4020	-	8012	1.02	2e08	14	G, Q	2104.2	-29.5	-24.4	-18.0	21.2	71.8	Cumple
	8vo piso - Departamentos 1	25x85	21.25/23.95	4020	-	8012	1.02	2e08	14	G, Q	2364.9	-31.3	-25.3	-18.8	23.6	82.0	Cumple
	7mo piso - Departamentos 1	25x85	18.25/20.95	4020	-	8012	1.02	2e08	14	G, Q	2635.9	-30.9	-25.9	-19.3	23.0	92.8	Cumple
	6to piso - Departamentos 1	25x85	15.25/17.95	4020	-	10016	1.54	2e08	19	G, Q	2919.1	-32.4	-25.7	-19.3	23.7	97.8	Cumple
	5to piso - Departamentos 1	25x85	12.25/14.95	4016	-	20016	2.27	2e06+X4r06	19	G, Q	3216.8	-26.2	-34.5	-24.0	20.5	99.9	Cumple
	4to piso - Departamentos 1	30x85	8.75/11.95	4016	-	20016	1.89	2e06+X4r06	19	G, Q	3216.8	-26.2	-34.5	-24.0	20.5	99.9	Cumple
	3er piso - Cochera	30x85	6.15/8.45	4020	2016	12012	1.18	2e08+X2r08	14	G, Q	3523.2	-29.6	-32.6	-24.9	18.4	98.7	Cumple
	2do piso - Cochera	30x85	3.10/5.85	4020	2016	22012	1.63	2e08+X3r08	14	G, Q	3923.5	37.5	-14.3	-11.1	-30.2	99.8	Cumple
1er piso - Oficina y cochera	30x85	-0.50/2.80	4025	2020	16025	4.10	3e08	24	G, Q	4111.8	9.5	-2.8	-2.9	-7.0	86.4	Cumple	
Planta baja																	
Fundación	-	-	4025	2020	16025	4.10	3e08	-	G, Q	4111.8	9.5	-2.8	-2.9	-7.0	86.4	Cumple	
C7	16to piso - Terraza	30x85	45.25/47.55	4020	2016	8012	1.01	2e08	14	G, Q	364.1	57.3	93.2	76.5	-44.3	65.1	Cumple
	15to piso - Departamentos 3	30x85	42.25/44.55	4020	2016	8012	1.01	2e08	14	G, Q	364.1	57.3	93.2	76.5	-44.3	52.0	Cumple
	14to piso - Departamentos 3	30x85	39.25/41.55	4020	2016	8012	1.01	2e08	14	G, Q	831.3	-40.7	-58.7	50.3	-35.4	34.4	Cumple
	13er piso - Departamentos 3	30x85	36.25/38.55	4020	2016	8012	1.01	2e08	14	G, Q	1074.7	-37.2	-51.6	44.3	-32.0	35.4	Cumple
	12do piso - Departamentos 2	30x85	33.25/35.55	4020	2016	8012	1.01	2e08	14	G, Q	1313.1	33.2	47.9	41.4	-28.7	38.4	Cumple
	11er piso - Departamentos 2	30x85	30.25/32.55	4020	2016	8012	1.01	2e08	14	G, Q	1534.2	31.1	47.9	41.5	-27.1	42.7	Cumple
	10mo piso - Departamentos 2	30x85	27.25/29.55	4020	2016	8012	1.01	2e08	14	G, Q	1755.1	29.1	46.8	40.6	-25.2	46.9	Cumple
	9no piso - Departamentos 2	30x85	24.25/26.55	4020	2016	8012	1.01	2e08	14	G, Q	1975.7	24.1	47.3	40.6	-21.9	51.4	Cumple
	8vo piso - Departamentos 1	30x85	21.25/23.55	4020	2016	8012	1.01	2e08	14	G, Q	2205.0	20.1	47.8	41.4	-17.4	57.5	Cumple
	7mo piso - Departamentos 1	30x85	18.25/20.55	4020	2016	8012	1.01	2e08	14	G, Q	2433.8	15.4	45.9	39.9	-14.7	63.6	Cumple
	6to piso - Departamentos 1	30x85	15.25/17.55	4020	2016	8012	1.01	2e08	14	G, Q	2660.8	19.1	47.2	40.2	-15.1	69.8	Cumple
	5to piso - Departamentos 1	30x85	12.25/14.55	4020	2016	8012	1.01	2e08	14	G, O	2889.9	-12.5	36.2	34.2	-1.4	76.0	Cumple



Trabajo Final de Grado

Autores: Maiorana, Martin – Romero, Lorena

Armado de pilares																	
Hormigón: H-30																	
Columna	Geometría			Armaduras						Esfuerzos pésimos						Estado	
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras				Estribos		Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)		Aprov. (%)
				Esquina	Cara X	Cara Y	Cuántía (%)	Descripción ⁽¹⁾	Separación (cm)								
	4to piso - Departamentos 1	30x85	8.75/11.95	4Ø20	2Ø16	8Ø12	1.01	2eØ8	14	G, Q	3188.4	-20.7	13.0	7.9	16.1	90.1	Cumple
	3er piso - Cochera	30x85	6.15/8.45	4Ø20	2Ø16	8Ø12	1.01	2eØ8	14	G, Q	3445.0	-5.7	19.9	16.9	3.6	91.3	Cumple
	2do piso - Cochera	30x85	3.10/5.85	4Ø20	-	2Ø12	1.38	2eØ8+X4rØ8	14	G, Q	3719.3	-22.3	-18.4	-7.4	14.0	96.6	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	30x90	-0.50/2.80	4Ø25	2Ø16	14Ø25	3.42	1eØ8+X3rØ8	19	G, Q	4203.6	-9.5	-12.3	-11.0	12.3	88.2	Cumple
	Planta baja																
	Fundación	-	-	4Ø25	2Ø16	14Ø25	3.42	1eØ8+X3rØ8	-	G, Q	4203.6	-9.5	-12.3	-11.0	12.3	88.2	Cumple
C8	4to piso - Departamentos 1	20x60	8.75/11.55	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	163.0	27.0	20.1	11.8	-15.4	42.0	Cumple
	3er piso - Cochera	20x60	6.15/8.05	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	329.0	36.6	27.5	28.5	-36.8	56.0	Cumple
	2do piso - Cochera	20x60	3.10/5.45	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	329.0	36.6	27.5	28.5	-36.8	56.0	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	20x60	-0.50/2.40	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q	836.3	-9.8	-21.4	12.1	-6.0	62.8	Cumple
	Planta baja																
	Fundación	-	-	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	-	G, Q	846.5	7.5	13.7	12.1	-6.0	57.5	Cumple
C9	2do piso - Cochera	25x130	3.10/5.85	4Ø20	-	10Ø16	1.01	2eØ8	19	G, Q, V	501.8	-13.9	41.2	22.0	26.3	20.1	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	25x130	-0.50/2.80	4Ø20	-	10Ø16	1.01	2eØ8	19	G, Q, V	805.2	-20.2	-40.3	22.1	-17.7	23.4	Cumple
	Planta baja																
	Fundación	-	-	4Ø20	-	10Ø16	1.01	2eØ8	-	G, Q, V	836.8	38.2	32.8	22.1	-17.7	21.7	Cumple
C10	2do piso - Cochera	20x50	3.10/5.65	4Ø16	-	2Ø12	1.03	1eØ6	14	G, Q	371.1	40.1	-7.9	-4.9	-22.7	40.2	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	20x50	-0.50/2.60	4Ø16	-	2Ø12	1.03	1eØ6	14	G, Q	738.1	-34.7	5.6	-2.8	-17.7	71.5	Cumple
	Planta baja																
	Fundación	-	-	4Ø16	-	2Ø12	1.03	1eØ6	-	G, Q	747.3	20.1	-3.2	-2.8	-17.7	68.0	Cumple
C11	1er piso - Oficina y cochera	20x50	-0.50/2.60	4Ø16	-	2Ø12	1.03	1eØ6	14	G, Q	724.9	-4.3	5.8	4.2	3.3	61.8	Cumple
	Planta baja																
	Fundación	-	-	4Ø16	-	2Ø12	1.03	1eØ6	-	G, Q	724.9	-4.3	5.8	4.2	3.3	61.8	Cumple
C12	4to piso - Departamentos 1	20x60	8.75/11.55	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	163.4	17.2	21.8	12.8	-9.4	42.2	Cumple
	3er piso - Cochera	20x60	6.15/8.05	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	341.6	28.4	28.5	29.9	-27.0	55.2	Cumple
	2do piso - Cochera	20x60	3.10/5.45	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	341.6	28.4	28.5	29.9	-27.0	55.2	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	20x60	-0.50/2.40	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q	784.2	-4.8	-18.8	10.6	-3.2	55.3	Cumple
	Planta baja																
	Fundación	-	-	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	-	G, Q	794.4	4.5	12.0	10.6	-3.2	52.9	Cumple
C13	4to piso - Departamentos 1	20x60	8.75/11.55	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	192.4	-16.0	-15.4	-9.0	9.6	30.6	Cumple
	3er piso - Cochera	20x60	6.15/8.05	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	401.0	-18.1	-21.8	-22.6	19.1	42.2	Cumple
	2do piso - Cochera	20x60	3.10/5.45	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	401.0	-18.1	-21.8	-22.6	19.1	42.2	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	20x60	-0.50/2.40	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	767.7	8.5	-7.7	-5.7	-5.8	51.1	Cumple
	Planta baja																
	Fundación	-	-	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	-	G, Q, V	767.7	8.5	-7.7	-5.7	-5.8	51.1	Cumple
C14	16to piso - Terraza	80x25	45.25/47.55	4Ø16	6Ø16	-	1.01	1eØ6+Y1rØ6	19	G, Q, V	43.5	-3.0	-68.0	-48.8	2.0	52.4	Cumple
	15to piso - Departamentos 3	80x25	42.25/44.55	4Ø16	6Ø16	-	1.01	1eØ6+Y1rØ6	19	G, Q, V	186.6	5.4	75.9	-61.9	4.6	50.5	Cumple
	14to piso - Departamentos 3	80x25	39.25/41.55	4Ø16	6Ø16	-	1.01	1eØ6+Y1rØ6	19	G, V	195.4	6.3	69.1	-55.0	5.5	30.5	Cumple
	13er piso - Departamentos 3	80x25	36.25/38.55	4Ø16	6Ø16	-	1.01	1eØ6+Y1rØ6	19	G, Q, V	482.1	6.6	86.5	-70.5	5.6	30.1	Cumple
	12do piso - Departamentos 2	80x25	33.25/35.55	4Ø16	6Ø16	-	1.01	1eØ6+Y1rØ6	19	G, Q	985.1	0.8	-54.3	-48.5	-0.7	36.2	Cumple
	11er piso - Departamentos 2	80x25	30.25/32.55	4Ø16	6Ø16	-	1.01	1eØ6+Y1rØ6	19	G, Q	1215.5	0.6	-53.7	-47.9	-0.5	43.8	Cumple
	10mo piso - Departamentos 2	80x25	27.25/29.55	4Ø16	6Ø16	-	1.01	1eØ6+Y1rØ6	19	G, Q	1450.5	0.5	-53.2	-47.9	-0.4	51.9	Cumple
	9no piso - Departamentos 2	80x25	24.25/26.55	4Ø16	6Ø16	-	1.01	1eØ6+Y1rØ6	19	G, Q	1691.8	0.1	-53.2	-47.7	-0.1	60.4	Cumple
	8vo piso - Departamentos 1	80x25	21.25/23.55	4Ø16	6Ø16	-	1.01	1eØ6+Y1rØ6	19	G, Q	1940.6	-0.2	-52.5	-47.9	0.2	69.4	Cumple
	7mo piso - Departamentos 1	80x25	18.25/20.55	4Ø16	6Ø16	-	1.01	1eØ6+Y1rØ6	19	G, Q	2199.6	-0.2	-51.0	-46.5	0.1	78.9	Cumple
	6to piso - Departamentos 1	80x25	15.25/17.55	4Ø16	6Ø16	-	1.01	1eØ6+Y1rØ6	19	G, Q	2471.6	0.3	-46.2	-43.7	-0.1	89.1	Cumple
	5to piso - Departamentos 1	80x25	12.25/14.55	4Ø16	8Ø16	-	1.21	2eØ6+Y2rØ6	14	G, Q	2756.6	-0.9	-51.1	-45.1	0.3	97.6	Cumple
	4to piso - Departamentos 1	80x35	8.75/11.95	4Ø16	8Ø16	2Ø16	1.01	2eØ6+Y2rØ6	19	G, Q	2756.6	-0.9	-51.1	-45.1	0.3	96.0	Cumple
	3er piso - Cochera	80x35	6.15/8.45	4Ø16	8Ø16	2Ø16	1.01	2eØ6+Y2rØ6	19	G, Q	3414.2	-52.2	-9.5	-27.4	28.4	79.6	Cumple
	2do piso - Cochera	80x35	3.10/5.85	4Ø16	8Ø16	2Ø16	1.01	2eØ6+Y2rØ6	8	G, V	696.7	-0.2	-69.1	-316.2	71.2	99.6	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	80x35	-0.50/2.70	4Ø16	8Ø16	2Ø16	1.01	2eØ6+Y2rØ6	19	G, Q, V	3705.9	36.8	110.5	57.6	-29.5	91.9	Cumple
	Planta baja																
	Fundación	-	-	4Ø16	8Ø16	2Ø16	1.01	2eØ6+Y2rØ6	-	G, Q, V	3705.9	36.8	110.5	57.6	-29.5	91.9	Cumple
C15	4to piso - Departamentos 1	20x60	8.75/11.55	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	194.0	-25.3	24.9	14.8	14.0	50.5	Cumple
	3er piso - Cochera	20x60	6.15/7.95	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	395.0	30.3	-33.7	36.5	33.5	64.1	Cumple
	2do piso - Cochera	20x60	3.10/5.45	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	393.0	33.2	31.7	36.1	-35.3	62.3	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	20x60	-0.50/2.40	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q	828.2	1.5	6.6	5.9	-0.5	55.4	Cumple
Planta baja																	



Trabajo Final de Grado

Autores: Maiorana, Martin – Romero, Lorena

Armado de pilares																		
Hormigón: H-30																		
Columna	Geometría			Armaduras						Esfuerzos pésimos						Estado		
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras			Estribos		Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Aprov. (%)			
				Esquina	Cara X	Cara Y	Cuántía (%)	Descripción ⁽¹⁾									Separación (cm)	
	Fundación	-	-	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	-	G, Q	828.2	1.5	6.6	5.9	-0.5	55.4	Cumple	
C16	4to piso - Departamentos 1	60x80	8.75/11.05	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q	4685.3	476.2	-88.9	85.4	393.6	71.9	Cumple	
	3er piso - Cochera	60x80	6.15/8.45	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q	4717.8	-429.0	107.4	85.4	393.6	70.7	Cumple	
	2do piso - Cochera	60x80	3.10/5.85	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q	5193.6	-82.7	42.2	30.6	73.2	70.7	Cumple	
	1er piso - Oficina y cochera	60x80	-0.50/2.80	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q	5482.2	-15.4	19.7	16.5	15.7	74.6	Cumple	
	Planta baja																	
	Fundación	-	-	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	-	G, Q	5482.2	-15.4	19.7	16.5	15.7	74.6	Cumple	
C17	4to piso - Departamentos 1	60x80	8.75/11.05	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q, V	3332.1	442.2	-314.7	293.5	354.0	70.9	Cumple	
	3er piso - Cochera	60x80	6.15/8.45	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q, V	3364.6	-372.1	360.3	293.5	354.0	70.5	Cumple	
	2do piso - Cochera	60x80	3.10/5.85	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q	4050.6	-45.0	-18.7	-9.1	49.0	55.1	Cumple	
	1er piso - Oficina y cochera	60x80	-0.50/2.80	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q	4363.1	-0.4	-4.2	-4.4	3.3	59.4	Cumple	
	Planta baja																	
	Fundación	-	-	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	-	G, Q	4363.1	-0.4	-4.2	-4.4	3.3	59.4	Cumple	
C18	4to piso - Departamentos 1	60x35	8.75/11.05	4Ø20	4Ø12	2Ø16	1.01	2eØ8	14	G, Q, V	1559.5	-54.0	77.4	50.6	43.8	56.6	Cumple	
	3er piso - Cochera	60x35	6.15/8.45	4Ø20	4Ø12	2Ø16	1.01	2eØ8	14	G, Q	1839.8	-10.7	13.8	9.3	5.2	57.2	Cumple	
	2do piso - Cochera	60x35	3.10/5.85	4Ø20	4Ø12	2Ø16	1.01	2eØ8	14	G, Q	2078.1	-21.7	9.2	6.7	15.4	64.7	Cumple	
	1er piso - Oficina y cochera	60x35	-0.50/2.80	4Ø20	4Ø12	2Ø16	1.01	2eØ8	14	G, Q	2328.6	-7.4	5.6	4.7	6.7	74.4	Cumple	
	Planta baja																	
	Fundación	-	-	4Ø20	4Ø12	2Ø16	1.01	2eØ8	-	G, Q	2328.6	-7.4	5.6	4.7	6.7	74.4	Cumple	
C19	4to piso - Departamentos 1	20x60	8.75/11.55	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	168.9	-18.8	21.1	12.5	10.1	40.8	Cumple	
	3er piso - Cochera	20x60	6.15/7.95	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, V	144.4	-47.5	6.7	-8.3	-52.2	74.8	Cumple	
	2do piso - Cochera	20x60	3.10/5.45	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	348.5	-21.3	30.9	33.7	23.8	56.5	Cumple	
	1er piso - Oficina y cochera	20x60	-0.50/2.40	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q	704.5	5.9	5.9	5.2	-4.5	45.8	Cumple	
	Planta baja																	
	Fundación	-	-	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	-	G, Q	704.5	5.9	5.9	5.2	-4.5	45.8	Cumple	
C20	16to piso - Terraza	20x90	45.25/47.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	209.6	-61.1	-42.4	-31.1	44.7	58.8	Cumple	
	15to piso - Departamentos 3	20x90	42.25/44.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	209.6	-61.1	-42.4	-31.1	44.7	58.8	Cumple	
	14to piso - Departamentos 3	20x90	39.25/41.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	491.1	59.6	42.0	-36.0	50.2	54.1	Cumple	
	13er piso - Departamentos 3	20x90	36.25/38.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	640.1	60.8	43.5	-37.8	51.1	58.0	Cumple	
	12do piso - Departamentos 2	20x90	33.25/35.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	797.1	61.4	47.3	-40.7	51.9	64.9	Cumple	
	11er piso - Departamentos 2	20x90	30.25/32.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	955.9	63.7	48.1	-41.5	53.9	69.0	Cumple	
	10mo piso - Departamentos 2	20x90	27.25/29.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	1116.6	65.0	49.5	-42.8	54.9	74.1	Cumple	
	9no piso - Departamentos 2	20x90	24.25/26.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	1279.8	65.8	50.1	-43.0	56.5	78.7	Cumple	
	8vo piso - Departamentos 1	20x90	21.25/23.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	1455.2	-66.1	-48.3	-42.1	58.7	81.6	Cumple	
	7mo piso - Departamentos 1	20x90	18.25/20.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	1610.1	66.2	49.2	-42.7	55.7	87.0	Cumple	
	6to piso - Departamentos 1	20x90	15.25/17.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	1793.6	-73.0	-48.9	-42.5	59.3	93.3	Cumple	
	5to piso - Departamentos 1	20x90	12.25/14.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	1980.7	-3.2	-51.2	-43.3	23.1	97.4	Cumple	
	4to piso - Departamentos 1	20x90	8.75/11.55	4Ø16	-	16Ø16	2.23	2eØ6+X4rØ6	19	G, Q	2063.8	-74.3	25.5	-16.7	-46.1	99.5	Cumple	
	3er piso - Cochera	20x90	6.15/8.05	4Ø16	-	16Ø16	2.23	2eØ6+X4rØ6	19	G, Q	2078.7	54.7	-21.3	-16.7	-46.1	99.1	Cumple	
	2do piso - Cochera	20x90	3.10/5.45	4Ø12	-	16Ø12	1.26	2eØ6+X4rØ6	14	G, Q	2218.1	18.2	-20.5	-19.1	-18.0	99.8	Cumple	
	1er piso - Oficina y cochera	25x90	-0.50/2.40	4Ø12	-	16Ø12	1.01	2eØ6+X4rØ6	14	G, Q	2218.1	18.2	-20.5	-19.1	-18.0	99.8	Cumple	
	Planta baja																	
	Fundación	-	-	4Ø12	2Ø12	14Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	-	G, Q	2366.0	4.6	-8.2	-7.4	-4.7	78.2	Cumple	
	C21	4to piso - Departamentos 1	20x60	8.75/11.55	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	132.0	-18.6	19.8	11.9	10.0	39.8	Cumple
3er piso - Cochera		20x60	6.15/8.05	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	159.5	-58.2	2.0	-2.8	-61.1	94.3	Cumple	
2do piso - Cochera		20x60	3.10/5.45	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, V	134.8	46.9	-1.3	-0.7	-38.4	61.0	Cumple	
1er piso - Oficina y cochera		20x60	-0.50/2.40	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	410.5	-23.2	17.3	13.9	18.9	38.1	Cumple	
Planta baja																		
Fundación		-	-	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	-	G, Q, V	540.7	-20.7	10.8	7.9	11.6	36.3	Cumple	
C22	4to piso - Departamentos 1	20x90	8.75/11.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	451.2	-48.4	-29.6	-18.0	28.3	41.1	Cumple	
	3er piso - Cochera	20x90	6.15/8.05	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	825.0	-43.6	-36.8	-37.2	48.4	49.4	Cumple	
	2do piso - Cochera	20x90	3.10/5.45	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	1094.3	-48.7	-27.8	-22.2	38.9	50.7	Cumple	
	1er piso - Oficina y cochera	20x90	-0.50/2.40	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	1312.6	-1.9	-10.1	-9.0	1.7	59.2	Cumple	
	Planta baja																	
	Fundación	-	-	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	-	G, Q	1312.6	-1.9	-10.1	-9.0	1.7	59.2	Cumple	
C23	4to piso - Departamentos 1	60x80	8.75/11.05	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q	2179.1	-572.9	-62.9	66.8	-459.6	72.1	Cumple	
	3er piso - Cochera	60x80	6.15/8.45	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q, V	1729.2	392.2	219.6	149.9	-373.2	52.7	Cumple	
	2do piso - Cochera	60x80	3.10/5.85	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q	2948.5	67.1	47.6	34.5	-59.7	40.1	Cumple	
	1er piso - Oficina y cochera	60x80	-0.50/2.80						14	G, Q	3288.4	11.8	21.2	19.1	-8.8	44.7	Cumple	



Trabajo Final de Grado

Autores: Maiorana, Martin – Romero, Lorena

Armado de pilares																	
Hormigón: H-30																	
Columna	Geometría			Armaduras						Esfuerzos pésimos						Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras				Estribos		Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)		
				Esquina	Cara X	Cara Y	Cuántía (%)	Descripción ⁽¹⁾	Separación (cm)								
C24	Planta baja			4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8									
	Fundación	-	-	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	-	G, Q	3288.4	11.8	21.2	19.1	-8.8	44.7	Cumple
	4to piso - Departamentos 1	60x80	8.75/11.05	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q	2343.9	-574.8	7.9	-10.4	-458.9	69.9	Cumple
	3er piso - Cochera	60x80	6.15/8.45	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q, V	1866.1	428.4	-177.3	-117.7	-401.1	53.0	Cumple
	2do piso - Cochera	60x80	3.10/5.85	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q	3051.0	62.2	-42.1	-28.1	-55.8	41.5	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	60x80	-0.50/2.80	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q	3366.0	10.9	-9.9	-8.2	-7.0	45.8	Cumple
	Planta baja																
Fundación	-	-	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	-	G, Q	3366.0	10.9	-9.9	-8.2	-7.0	45.8	Cumple	
C25	4to piso - Departamentos 1	60x80	8.75/11.05	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q, V	1592.4	-429.6	-47.2	63.7	-348.1	59.7	Cumple
	3er piso - Cochera	60x80	6.15/8.45	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q, V	1624.9	371.1	99.3	63.7	-348.1	41.8	Cumple
	2do piso - Cochera	60x80	3.10/5.85	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q	2517.7	56.3	22.6	17.8	-46.4	34.3	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	60x80	-0.50/2.80	4Ø20	10Ø12	12Ø16	1.00	4eØ8	14	G, Q	2865.3	14.0	11.9	10.9	-7.7	39.0	Cumple
	Planta baja																
	Fundación																
	C26	4to piso - Departamentos 1	20x60	8.75/11.55	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	101.0	-26.0	18.9	11.1	14.1	40.7
3er piso - Cochera		20x60	6.15/8.05	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	8	G, Q, V	209.4	-32.9	24.6	25.3	34.3	49.5	Cumple
2do piso - Cochera		20x60	3.10/5.45	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, V	110.2	48.1	-4.2	-3.1	-39.6	67.3	Cumple
1er piso - Oficina y cochera		20x60	-0.50/2.40	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	308.8	-33.6	15.9	12.6	27.5	37.6	Cumple
Planta baja																	
Fundación																	
C27		16to piso - Terraza	20x100	45.25/47.55	4Ø16	-	6Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q, V	134.5	82.6	5.4	3.6	-66.3	58.8
	15to piso - Departamentos 3	20x100	42.25/44.55	4Ø16	-	6Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q, V	315.6	-9.2	49.9	-42.9	-13.8	54.9	Cumple
	14to piso - Departamentos 3	20x100	39.25/41.55	4Ø16	-	6Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q, V	329.2	22.5	-48.7	-42.9	-13.8	53.5	Cumple
	13er piso - Departamentos 3	20x100	36.25/38.55	4Ø16	-	6Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q, V	699.6	22.2	-55.1	-48.2	-17.2	59.8	Cumple
	12do piso - Departamentos 2	20x100	33.25/35.55	4Ø16	-	6Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q, V	872.9	-14.8	59.5	-51.5	-15.1	66.9	Cumple
	11er piso - Departamentos 2	20x100	30.25/32.55	4Ø16	-	6Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q, V	1075.5	17.5	-62.9	-54.9	-13.0	74.6	Cumple
	10mo piso - Departamentos 2	20x100	27.25/29.55	4Ø16	-	6Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q, V	1266.6	14.8	-66.5	-58.1	-11.0	82.4	Cumple
	9no piso - Departamentos 2	20x100	24.25/26.55	4Ø16	-	6Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q, V	1459.5	13.8	-69.9	-60.9	-9.9	90.4	Cumple
	8vo piso - Departamentos 1	20x100	21.25/23.55	4Ø12	-	14Ø12	1.02	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	1656.4	14.1	-72.5	-63.2	-10.6	97.0	Cumple
	7mo piso - Departamentos 1	20x100	18.25/20.55	4Ø16	-	18Ø12	1.42	2eØ6+X3rØ6	14	G, Q, V	1854.2	5.3	-74.2	-64.5	-6.3	96.6	Cumple
	6to piso - Departamentos 1	20x100	15.25/17.55	4Ø16	-	16Ø16	2.01	2eØ6+X4rØ6	19	G, Q, V	2052.6	32.8	-74.5	-64.7	-18.7	96.7	Cumple
	5to piso - Departamentos 1	20x100	12.25/14.55	4Ø16	-	20Ø20	3.54	2eØ8+X4rØ8	19	G, Q, V	2249.2	-101.4	-75.3	-64.5	38.0	92.5	Cumple
	4to piso - Departamentos 1	20x100	8.75/11.55	4Ø16	-	20Ø20	3.54	2eØ8+X4rØ8	19	G, Q, V	2249.2	-101.4	-75.3	-64.5	38.0	92.5	Cumple
	3er piso - Cochera	20x100	6.15/8.05	4Ø16	-	20Ø20	3.54	2eØ8+X4rØ8	14	G, Q	2255.7	-60.8	-13.2	-11.9	67.6	83.2	Cumple
	2do piso - Cochera	20x100	3.10/5.45	4Ø16	-	6Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q	1954.8	5.3	-13.2	-10.6	-0.7	77.0	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	20x100	-0.50/2.40	4Ø16	-	20Ø16	2.41	2eØ6+X4rØ6	19	G, Q	1928.2	4.8	-5.2	-4.6	-5.0	72.6	Cumple
	Planta baja																
	Fundación	-	-	4Ø16	-	20Ø16	2.41	2eØ6+X4rØ6	-	G, Q	1928.2	4.8	-5.2	-4.6	-5.0	72.6	Cumple
C28	16to piso - Terraza	30x140	45.25/47.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, Q, V	331.9	144.9	98.0	66.7	-130.3	44.6	Cumple
	15to piso - Departamentos 3	30x140	42.25/44.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, Q, V	614.3	-6.2	-126.5	108.2	-27.2	53.8	Cumple
	14to piso - Departamentos 3	30x140	39.25/41.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, Q, V	911.6	-71.1	-134.8	115.8	-62.7	53.6	Cumple
	13er piso - Departamentos 3	30x140	36.25/38.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, V	790.0	-46.3	-128.1	110.1	-44.2	52.7	Cumple
	12do piso - Departamentos 2	30x140	33.25/35.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, V	963.3	-48.4	-142.3	122.4	-45.8	55.9	Cumple
	11er piso - Departamentos 2	30x140	30.25/32.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, V	1123.5	-48.4	-154.4	133.1	-46.0	56.1	Cumple
	10mo piso - Departamentos 2	30x140	27.25/29.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, Q, V	2005.7	72.3	183.0	160.0	-58.2	60.4	Cumple
	9no piso - Departamentos 2	30x140	24.25/26.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, Q, V	2212.8	-61.2	-193.0	167.0	-57.0	64.1	Cumple
	8vo piso - Departamentos 1	30x140	21.25/23.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, Q, V	2460.6	67.9	196.5	170.8	-54.7	66.8	Cumple
	7mo piso - Departamentos 1	30x140	18.25/20.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, Q, V	2671.5	59.6	200.0	173.3	-51.4	69.0	Cumple
	6to piso - Departamentos 1	30x140	15.25/17.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, Q, V	2875.8	81.6	198.5	170.8	-59.3	71.0	Cumple
	5to piso - Departamentos 1	30x140	12.25/14.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, Q	4523.5	-122.8	47.8	41.5	29.9	72.7	Cumple
	4to piso - Departamentos 1	30x140	8.75/11.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, Q	4451.0	200.9	-24.4	14.0	106.4	74.2	Cumple
	3er piso - Cochera	30x140	6.15/8.45	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, Q	4485.6	-97.0	14.8	14.0	106.4	73.7	Cumple
	2do piso - Cochera	30x140	3.10/5.85	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, Q	4643.1	-40.0	5.9	3.8	37.2	75.9	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	30x140	-0.50/2.80	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, Q	4777.8	-6.7	3.9	3.5	12.7	81.2	Cumple
	Planta baja																
	Fundación	-	-	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	-	G, Q	4777.8	-6.7	3.9	3.5	12.7	81.2	Cumple
C29	16to piso - Terraza	30x140	45.25/47.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, Q	412.2	-215.8	15.0	-13.9	-176.8	38.3	Cumple
	15to piso - Departamentos 3	30x140	42.25/44.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, V	423.5	-22.4	79.6	-67.5	-25.7	33.5	Cumple
	14to piso - Departamentos 3	30x140	39.25/41.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, V	630.1	-67.7	90.2	-77.0	-49.9	35.4	Cumple
	13er piso - Departamentos 3	30x140	36.25/38.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, Q, V	1250.2	-82.1	107.6	-91.3	-66.3	35.9	Cumple
	12do piso - Departamentos 2	30x140	33.25/35.55	4Ø25	2Ø20	8Ø16	1.00	2eØ8	19	G, O, V	1526.3	-91.1	118.8	-101.8	-71.7	40.5	Cumple



Trabajo Final de Grado

Autores: Maiorana, Martin – Romero, Lorena

Armado de pilares																	
Hormigón: H-30																	
Columna	Geometría			Armaduras						Esfuerzos pésimos						Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras			Estribos			Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)		
				Esquina	Cara X	Cara Y	Cuantía (%)	Descripción ⁽¹⁾	Separación (cm)								
	11er piso - Departamentos 2	30x140	30.25/32.55	4025	2020	8016	1.00	2e08	19	G, Q, V	1790.1	-90.9	134.0	-115.0	-72.1	46.2	Cumple
	10mo piso - Departamentos 2	30x140	27.25/29.55	4025	2020	8016	1.00	2e08	19	G, Q, V	2040.6	-92.0	147.4	-126.9	-73.5	51.3	Cumple
	9no piso - Departamentos 2	30x140	24.25/26.55	4025	2020	8016	1.00	2e08	19	G, Q, V	2278.0	-92.1	159.5	-137.9	-73.8	56.2	Cumple
	8vo piso - Departamentos 1	30x140	21.25/23.55	4025	2020	8016	1.00	2e08	19	G, Q, V	2510.1	-89.3	170.0	-147.3	-73.4	60.8	Cumple
	7mo piso - Departamentos 1	30x140	18.25/20.55	4025	2020	8016	1.00	2e08	19	G, Q, V	2759.6	76.0	-176.4	-153.4	-71.7	64.5	Cumple
	6to piso - Departamentos 1	30x140	15.25/17.55	4025	2020	8016	1.00	2e08	19	G, Q, V	3901.1	56.0	135.9	116.6	-37.6	68.7	Cumple
	5to piso - Departamentos 1	30x140	12.25/14.55	4025	2020	8016	1.00	2e08	19	G, Q, V	4285.2	-148.8	136.7	111.8	38.5	74.6	Cumple
	4to piso - Departamentos 1	30x140	8.75/11.55	4025	2020	8016	1.00	2e08	19	G, Q, V	4285.2	-148.8	136.7	111.8	38.5	74.6	Cumple
	3er piso - Cochera	30x140	6.15/8.45	4025	2020	8016	1.00	2e08	19	G, Q	4526.1	-89.7	-23.7	-21.2	60.6	72.5	Cumple
	2do piso - Cochera	30x140	3.10/5.85	4025	2020	8016	1.00	2e08	19	G, Q	4680.6	-77.5	-26.8	-18.7	65.8	76.7	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	30x140	-0.50/2.80	4025	2020	8016	1.00	2e08	19	G, Q	4879.6	-15.4	-8.0	-6.6	25.3	83.5	Cumple
	Planta baja																
Fundación	-	-	4025	2020	8016	1.00	2e08	-	G, Q	4879.6	-15.4	-8.0	-6.6	25.3	83.5	Cumple	
C30	16to piso - Terraza	25x80	45.25/47.55	4016	-	6016	1.01	1e06+X1r06	19	G, Q	191.5	104.2	36.8	25.7	-82.7	84.1	Cumple
	15to piso - Departamentos 3	25x80	42.25/44.55	4016	-	6016	1.01	1e06+X1r06	19	G, Q, V	340.8	-27.1	-66.0	56.6	-29.0	56.3	Cumple
	14to piso - Departamentos 3	25x80	39.25/41.55	4016	-	6016	1.01	1e06+X1r06	19	G, Q, V	542.8	-38.7	-68.1	58.9	-35.5	55.7	Cumple
	13er piso - Departamentos 3	25x80	36.25/38.55	4016	-	6016	1.01	1e06+X1r06	19	G, Q, V	745.4	-31.3	-71.7	61.1	-30.2	58.0	Cumple
	12do piso - Departamentos 2	25x80	33.25/35.55	4016	-	6016	1.01	1e06+X1r06	19	G, Q, V	952.8	35.2	70.5	61.6	-27.9	61.1	Cumple
	11er piso - Departamentos 2	25x80	30.25/32.55	4016	-	6016	1.01	1e06+X1r06	19	G, Q, V	1147.0	31.4	74.9	65.5	-24.7	66.6	Cumple
	10mo piso - Departamentos 2	25x80	27.25/29.55	4016	-	6016	1.01	1e06+X1r06	19	G, Q, V	1341.7	27.8	78.2	68.4	-21.7	71.7	Cumple
	9no piso - Departamentos 2	25x80	24.25/26.55	4016	-	6016	1.01	1e06+X1r06	19	G, Q, V	1536.5	24.1	81.9	71.2	-18.9	78.1	Cumple
	8vo piso - Departamentos 1	25x80	21.25/23.55	4016	-	6016	1.01	1e06+X1r06	19	G, Q, V	1732.1	21.7	84.4	73.4	-17.1	84.2	Cumple
	7mo piso - Departamentos 1	25x80	18.25/20.55	4016	-	6016	1.01	1e06+X1r06	19	G, Q, V	1926.4	14.3	85.0	73.7	-13.2	88.7	Cumple
	6to piso - Departamentos 1	25x80	15.25/17.55	4016	-	6016	1.01	1e06+X1r06	19	G, Q, V	2119.4	28.3	83.7	72.3	-20.0	93.4	Cumple
	5to piso - Departamentos 1	25x80	12.25/14.55	4016	-	16012	1.31	2e06+X2r06	14	G, Q, V	2305.9	-57.2	83.4	70.2	16.9	95.3	Cumple
	4to piso - Departamentos 1	25x80	8.75/11.55	4016	-	16012	1.31	2e06+X2r06	14	G, Q, V	2305.9	-57.2	83.4	70.2	16.9	95.3	Cumple
	3er piso - Cochera	25x80	6.15/8.45	4016	-	6016	1.01	1e06+X1r06	19	G, Q	2343.8	-48.4	16.2	10.2	47.2	89.0	Cumple
	2do piso - Cochera	25x80	3.10/5.85	4016	-	6016	1.01	1e06+X1r06	19	G, Q	2523.4	-16.5	6.6	7.2	15.2	95.2	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	30x80	-0.50/2.80	4016	4016	4016	1.01	2e06+Y2r06	19	G, Q	2523.4	-16.5	6.6	7.2	15.2	94.7	Cumple
Planta baja																	
Fundación	-	-	4016	4016	4016	1.01	2e06+Y2r06	-	G, Q	2669.5	-2.8	-0.3	-0.1	4.9	79.7	Cumple	
C31	4to piso - Departamentos 1	20x60	8.75/11.55	4016	-	2016	1.01	1e06	19	G, Q, V	82.1	-22.0	19.4	11.7	11.4	42.3	Cumple
	3er piso - Cochera	20x60	6.15/8.05	4016	-	2016	1.01	1e06	19	G, V	100.0	-44.7	9.7	-11.1	-47.4	79.6	Cumple
	2do piso - Cochera	20x60	3.10/5.45	4016	-	2016	1.01	1e06	19	G, V	136.9	43.4	-5.8	-4.5	-35.2	52.9	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	20x60	-0.50/2.40	4016	-	2016	1.01	1e06	19	G, Q, V	226.0	-25.8	13.6	10.7	21.2	30.5	Cumple
	Planta baja																
	Fundación	-	-	4016	-	2016	1.01	1e06	-	G, Q, V	268.5	-21.7	10.1	6.8	12.6	25.1	Cumple
C32	16to piso - Terraza	20x50	45.25/47.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q	111.2	50.7	-4.3	-2.6	-31.2	64.2	Cumple
	15to piso - Departamentos 3	20x50	42.25/44.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	100.0	-56.6	4.6	-3.4	-41.4	85.2	Cumple
	14to piso - Departamentos 3	20x50	39.25/41.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	145.2	-54.1	4.3	-3.2	-40.2	80.1	Cumple
	13er piso - Departamentos 3	20x50	36.25/38.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	190.4	-54.4	4.4	-3.3	-40.0	75.8	Cumple
	12do piso - Departamentos 2	20x50	33.25/35.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, V	199.4	-49.1	4.4	-3.2	-36.3	62.8	Cumple
	11er piso - Departamentos 2	20x50	30.25/32.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	282.1	45.1	-18.5	-13.7	-33.5	60.3	Cumple
	10mo piso - Departamentos 2	20x50	27.25/29.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	314.6	-44.0	19.5	-14.5	-32.4	62.1	Cumple
	9no piso - Departamentos 2	20x50	24.25/26.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	360.6	43.8	-20.6	-15.2	-32.2	65.2	Cumple
	8vo piso - Departamentos 1	20x50	21.25/23.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	411.2	-43.7	21.3	-15.8	-32.1	67.9	Cumple
	7mo piso - Departamentos 1	20x50	18.25/20.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	470.7	-41.5	21.5	-15.9	-30.5	69.2	Cumple
	6to piso - Departamentos 1	20x50	15.25/17.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	535.9	-39.2	21.1	-15.6	-28.6	69.2	Cumple
	5to piso - Departamentos 1	20x50	12.25/14.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q	822.9	46.0	-4.2	-3.2	-33.6	78.1	Cumple
	4to piso - Departamentos 1	20x50	8.75/11.95	4016	-	10012	1.94	1e06+X2r06	14	G, Q	943.2	36.3	-2.7	-1.9	-23.3	96.8	Cumple
	3er piso - Cochera	20x50	6.15/8.45	4016	-	10012	1.94	1e06+X2r06	14	G, Q	943.2	36.3	-2.7	-1.9	-23.3	96.8	Cumple
	2do piso - Cochera	20x50	3.10/5.65	4016	-	8012	1.71	1e06+X2r06	14	G, Q	1063.7	-3.2	7.9	4.5	-9.3	76.6	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	-	-	4016	-	8012	1.71	1e06+X2r06	-	G, Q, V	815.7	-14.4	26.9	19.7	14.6	76.2	Cumple
C33	16to piso - Terraza	20x50	45.25/47.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q	88.7	63.8	-1.1	-0.4	-38.9	81.4	Cumple
	15to piso - Departamentos 3	20x50	42.25/44.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	72.3	-70.9	2.1	-1.6	-51.9	67.6	Cumple
	14to piso - Departamentos 3	20x50	39.25/41.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	80.2	69.3	-2.1	-1.6	-51.9	63.9	Cumple
	13er piso - Departamentos 3	20x50	36.25/38.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q	171.8	-68.3	1.7	-1.0	-49.4	99.4	Cumple
	12do piso - Departamentos 2	20x50	33.25/35.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	175.8	-60.0	0.5	-0.4	-44.5	87.7	Cumple
	11er piso - Departamentos 2	20x50	30.25/32.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	231.1	-60.4	0.6	-0.5	-44.6	80.8	Cumple
	10mo piso - Departamentos 2	20x50	27.25/29.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, V	184.0	-43.2	0.5	-0.4	-31.8	51.7	Cumple
	9no piso - Departamentos 2	20x50	24.25/26.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	440.1	62.2	-1.3	-0.8	-45.0	57.0	Cumple
	8vo piso - Departamentos 1	20x50	21.25/23.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	383.2	-60.6	11.8	-8.7	-44.6	58.6	Cumple
	7mo piso - Departamentos 1	20x50	18.25/20.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	391.2	59.9	-11.7	-8.7	-44.6	58.1	Cumple
	6to piso - Departamentos 1	20x50	15.25/17.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	381.6	58.5	-11.9	-8.8	-43.4	57.4	Cumple
5to piso - Departamentos 1	20x50	12.25/14.95	4016	-	2012	1.03	1e06	14	G, Q, V	322.9	62.9	-11.7	-8.5	-45.0	58.8	Cumple	



Trabajo Final de Grado

Autores: Maiorana, Martin – Romero, Lorena

Armado de pilares																		
Hormigón: H-30																		
Columna	Geometría			Armaduras						Esfuerzos pésimos						Estado		
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras				Estribos		Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)		Aprov. (%)	
				Esquina	Cara X	Cara Y	Cuántía (%)	Descripción ⁽¹⁾	Separación (cm)									
C34	4to piso - Departamentos 1	20x50	8.75/11.95	4Ø16	-	2Ø12	1.03	1eØ6	14	G, Q, V	322.9	62.9	-11.7	-8.5	-45.0	58.8	Cumple	
	3er piso - Cochera	20x50	6.15/8.45	4Ø16	-	2Ø12	1.03	1eØ6	14	G, V	121.7	30.5	-1.4	-1.1	-25.2	43.3	Cumple	
	2do piso - Cochera	-	-	4Ø16	-	2Ø12	1.03	1eØ6	-	G, Q, V	215.6	37.4	-12.5	-9.7	-32.4	43.0	Cumple	
	16to piso - Terraza	20x90	45.25/47.75	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	339.7	-22.7	22.1	14.7	23.9	27.5	Cumple	
	15to piso - Departamentos 3	20x90	42.25/44.95	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	490.6	-6.9	-22.1	16.4	-2.4	28.4	Cumple	
	14to piso - Departamentos 3	20x90	39.25/41.95	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	839.8	-20.3	10.7	8.0	16.3	34.9	Cumple	
	13er piso - Departamentos 3	20x90	36.25/38.95	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	1032.3	-19.5	13.6	9.4	14.4	43.8	Cumple	
	12do piso - Departamentos 2	20x90	33.25/35.95	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	1220.5	-20.8	15.4	11.4	15.6	53.0	Cumple	
	11er piso - Departamentos 2	20x90	30.25/32.95	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	1411.6	-22.0	15.3	11.2	16.4	63.2	Cumple	
	10mo piso - Departamentos 2	20x90	27.25/29.95	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	1606.2	-24.0	15.4	11.3	17.8	74.7	Cumple	
	9no piso - Departamentos 2	20x90	24.25/26.95	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	1804.9	-24.2	13.7	10.4	18.4	87.3	Cumple	
	8vo piso - Departamentos 1	20x90	21.25/23.95	4Ø16	-	12Ø12	1.20	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	1989.8	-27.3	12.7	9.3	19.8	98.6	Cumple	
	7mo piso - Departamentos 1	20x90	18.25/20.95	4Ø16	-	18Ø16	2.46	2eØ6+X3rØ6	19	G, Q	2180.0	-19.8	11.4	8.6	17.0	96.3	Cumple	
	6to piso - Departamentos 1	25x90	15.25/17.95	4Ø16	2Ø16	16Ø16	1.97	2eØ6+X4rØ6	19	G, Q	2180.0	-19.8	11.4	8.6	17.0	98.1	Cumple	
	5to piso - Departamentos 1	25x90	12.25/14.95	4Ø12	2Ø12	14Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	2084.5	91.6	84.0	54.0	-33.5	90.1	Cumple	
	4to piso - Departamentos 1	-	-	4Ø12	2Ø12	14Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	-	G, Q, V	2084.5	91.6	84.0	54.0	-33.5	90.1	Cumple	
C35	16to piso - Terraza	25x90	45.25/47.75	4Ø12	2Ø12	14Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	425.4	-29.8	-36.5	-26.0	28.2	27.4	Cumple	
	15to piso - Departamentos 3	25x90	42.25/44.95	4Ø12	2Ø12	14Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	425.4	-29.8	-36.5	-26.0	28.2	27.4	Cumple	
	14to piso - Departamentos 3	25x90	39.25/41.95	4Ø12	2Ø12	14Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	1041.1	-13.9	-12.6	-9.5	11.4	31.8	Cumple	
	13er piso - Departamentos 3	25x90	36.25/38.95	4Ø12	2Ø12	14Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	1276.2	-10.9	-14.4	-10.4	8.7	39.2	Cumple	
	12do piso - Departamentos 2	25x90	33.25/35.95	4Ø12	2Ø12	14Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	1495.2	-11.4	-16.0	-11.9	8.5	46.4	Cumple	
	11er piso - Departamentos 2	25x90	30.25/32.95	4Ø12	2Ø12	14Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	1715.4	-13.4	-16.8	-12.5	10.0	53.8	Cumple	
	10mo piso - Departamentos 2	25x90	27.25/29.95	4Ø12	2Ø12	14Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	1935.5	-15.1	-17.8	-13.2	11.3	61.3	Cumple	
	9no piso - Departamentos 2	25x90	24.25/26.95	4Ø12	2Ø12	14Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	2154.5	-19.7	-19.9	-14.6	14.0	69.1	Cumple	
	8vo piso - Departamentos 1	25x90	21.25/23.95	4Ø12	2Ø12	14Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	2378.3	-24.6	-22.1	-16.4	18.0	77.3	Cumple	
	7mo piso - Departamentos 1	25x90	18.25/20.95	4Ø12	2Ø12	14Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	2602.1	-18.1	-22.5	-16.9	15.3	85.6	Cumple	
	6to piso - Departamentos 1	25x90	15.25/17.95	4Ø12	2Ø12	14Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	2827.2	-58.0	-31.9	-22.1	33.0	95.5	Cumple	
	5to piso - Departamentos 1	25x90	12.25/14.95	4Ø16	-	14Ø16	1.61	2eØ6+X2rØ6	19	G, Q	3063.1	106.5	37.7	13.3	-36.8	98.4	Cumple	
	4to piso - Departamentos 1	-	-	4Ø16	-	14Ø16	1.61	2eØ6+X2rØ6	-	G, Q	3063.1	106.5	37.7	13.3	-36.8	98.4	Cumple	
	C36	16to piso - Terraza	20x90	45.25/47.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	311.1	-53.0	48.8	36.5	40.6	64.1	Cumple
		15to piso - Departamentos 3	20x90	42.25/44.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q	311.1	-53.0	48.8	36.5	40.6	64.1	Cumple
		14to piso - Departamentos 3	20x90	39.25/41.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	553.1	51.5	-43.0	37.0	41.5	55.0	Cumple
13er piso - Departamentos 3		20x90	36.25/38.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	719.6	53.5	-43.3	37.2	42.8	58.3	Cumple	
12do piso - Departamentos 2		20x90	33.25/35.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	900.1	54.5	-43.7	37.7	44.3	62.1	Cumple	
11er piso - Departamentos 2		20x90	30.25/32.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	1084.1	58.3	-44.8	38.7	47.6	67.1	Cumple	
10mo piso - Departamentos 2		20x90	27.25/29.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	1271.8	61.1	-45.5	39.3	50.4	72.9	Cumple	
9no piso - Departamentos 2		20x90	24.25/26.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	1463.1	63.4	-46.4	40.5	52.3	79.5	Cumple	
8vo piso - Departamentos 1		20x90	21.25/23.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	1667.0	62.7	-48.4	42.0	52.6	87.3	Cumple	
7mo piso - Departamentos 1		20x90	18.25/20.55	4Ø12	-	12Ø12	1.01	2eØ6+X2rØ6	14	G, Q, V	1887.1	-62.0	48.0	41.7	54.3	93.8	Cumple	
6to piso - Departamentos 1		20x90	15.25/17.55	4Ø16	-	16Ø12	1.45	2eØ6+X4rØ6	14	G, Q	2261.6	-29.0	38.7	32.7	23.1	98.7	Cumple	
5to piso - Departamentos 1		20x90	12.25/14.55	4Ø16	-	18Ø16	2.46	2eØ6+X3rØ6	19	G, Q	2481.1	1.0	24.1	24.7	7.4	97.8	Cumple	
4to piso - Departamentos 1		-	-	4Ø16	-	18Ø16	2.46	2eØ6+X3rØ6	-	G, Q	2481.1	1.0	24.1	24.7	7.4	97.8	Cumple	
C37		17mo piso - Sala de maquinas	20x60	48.25/50.95	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	108.0	-0.1	14.0	7.1	0.3	22.6	Cumple
		16to piso - Terraza	-	-	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	-	G, Q, V	108.0	-0.1	14.0	7.1	0.3	22.6	Cumple
C38		17mo piso - Sala de maquinas	20x60	48.25/50.95	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, V	181.5	10.5	8.2	3.7	1.6	17.2	Cumple
	16to piso - Terraza	-	-	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	-	G, V	181.5	10.5	8.2	3.7	1.6	17.2	Cumple	
C39	17mo piso - Sala de maquinas	20x60	48.25/50.95	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q	125.7	-36.6	6.4	2.8	12.6	24.1	Cumple	
	16to piso - Terraza	-	-	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	-	G, Q	125.7	-36.6	6.4	2.8	12.6	24.1	Cumple	
C40	17mo piso - Sala de maquinas	20x60	48.25/50.95	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	19	G, Q	205.9	-38.9	-0.2	0.3	-9.7	23.5	Cumple	
	16to piso - Terraza	-	-	4Ø16	-	2Ø16	1.01	1eØ6	-	G, Q, V	210.6	-16.9	9.4	4.9	-6.0	21.4	Cumple	
C41	3er piso - Cochera	20x30	6.15/8.15	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q, V	182.0	0.7	-9.7	-7.3	-0.8	37.6	Cumple	
	2do piso - Cochera	20x30	3.10/5.55	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q	387.2	-1.1	-2.7	-2.4	0.3	54.2	Cumple	
	1er piso - Oficina y cochera	25x30	-0.50/2.50	4Ø16	-	-	1.07	1eØ6	19	G, Q	564.0	-1.6	-0.7	-0.6	1.4	61.3	Cumple	
	Planta baja																	
	Fundación	-	-	4Ø16	-	-	1.07	1eØ6	-	G, Q	564.0	-1.6	-0.7	-0.6	1.4	61.3	Cumple	
C42	3er piso - Cochera	20x30	6.15/8.15	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q, V	157.3	-1.5	-10.7	-8.1	1.1	38.9	Cumple	
	2do piso - Cochera	20x30	3.10/5.55	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q	367.0	-2.9	-0.8	-0.5	2.2	51.0	Cumple	
	1er piso - Oficina y cochera	25x30	-0.50/2.50	4Ø16	-	-	1.07	1eØ6	19	G, Q	542.8	-1.7	-0.6	-0.5	1.5	58.7	Cumple	
	Planta baja																	
	Fundación																	-
C43	1er piso - Oficina y cochera	20x30	-0.50/2.50	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q	369.7	4.2	-2.3	-2.0	-3.8	55.2	Cumple	
	Planta baja																	
	Fundación																	-
C43a	2do piso - Cochera	20x30	3.10/5.55	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q, V	202.4	4.8	-11.8	-9.3	-3.2	46.9	Cumple	



Trabajo Final de Grado

Autores: Maiorana, Martin – Romero, Lorena

Armado de pilares																	
Hormigón: H-30																	
Columna	Geometría			Armaduras						Esfuerzos pésimos						Estado	
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras			Estribos		Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Aprov. (%)		
				Esquina	Cara X	Cara Y	Cuántía (%)	Descripción ⁽¹⁾									Separación (cm)
	1er piso - Oficina y cochera	-	-	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	-	G, Q, V	202.4	4.8	-11.8	-9.3	-3.2	46.9	Cumple
C43aa	3er piso - Cochera	20x30	6.15/8.15	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q, V	94.6	2.9	-12.8	-9.6	-2.5	41.9	Cumple
	2do piso - Cochera	-	-	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	-	G, Q, V	94.6	2.9	-12.8	-9.6	-2.5	41.9	Cumple
C44	1er piso - Oficina y cochera	20x30	-0.50/2.50	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q	337.0	3.7	1.9	1.7	-3.3	49.2	Cumple
	Planta baja			4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	-	G, Q	337.0	3.7	1.9	1.7	-3.3	49.2	Cumple
	Fundación	-	-	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	-	G, Q	337.0	3.7	1.9	1.7	-3.3	49.2	Cumple
C44a	2do piso - Cochera	20x30	3.10/5.55	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q, V	194.3	8.7	10.4	8.2	-6.9	47.5	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	-	-	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	-	G, Q, V	194.3	8.7	10.4	8.2	-6.9	47.5	Cumple
C44aa	3er piso - Cochera	20x30	6.15/8.15	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q, V	90.0	8.6	12.1	9.1	-6.9	49.7	Cumple
	2do piso - Cochera	-	-	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	-	G, Q, V	90.0	8.6	12.1	9.1	-6.9	49.7	Cumple
C45	Planta baja	20x30	-0.50/0.00	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q	278.4	17.8	3.2	-10.6	16.5	45.1	Cumple
	Fundación	-	-	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	-	G, Q, V	239.6	10.4	-6.7	-11.4	11.2	38.2	Cumple
C45a	1er piso - Oficina y cochera	20x30	0.00/2.50	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q, V	191.7	-6.8	7.9	-5.6	-2.2	37.2	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	-	G, Q	225.0	-4.2	-3.3	-3.2	-0.6	30.1	Cumple
C45aa	2do piso - Cochera	20x30	3.10/5.55	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q, V	90.9	13.8	-9.5	-5.8	-8.6	52.3	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	-	-	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	-	G, Q, V	90.9	13.8	-9.5	-5.8	-8.6	52.3	Cumple
C46	Planta baja	20x30	-0.50/0.00	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q, V	236.2	20.0	-7.7	9.2	16.2	55.6	Cumple
	Fundación	-	-	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	-	G, Q	298.5	10.2	2.4	15.5	23.3	35.9	Cumple
C46a	1er piso - Oficina y cochera	20x30	0.00/2.50	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q, V	201.9	-0.9	-7.9	5.7	2.5	35.0	Cumple
	Planta baja	-	-	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	-	G, Q, V	206.3	-7.2	6.3	5.7	2.5	34.3	Cumple
C46aa	2do piso - Cochera	20x30	3.10/5.55	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q, V	89.9	14.4	-2.9	-1.8	-8.7	34.3	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	-	-	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	-	G, Q, V	89.9	14.4	-2.9	-1.8	-8.7	34.3	Cumple
C47	3er piso - Cochera	20x30	6.15/8.45	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q, V	86.5	-2.3	9.6	6.4	0.0	31.7	Cumple
	2do piso - Cochera	20x30	3.10/5.55	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q, V	222.8	10.2	-8.9	7.1	8.5	46.6	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	20x30	-0.50/2.50	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q	432.4	-3.3	0.3	0.3	3.0	67.9	Cumple
	Planta baja			4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	-	G, Q	432.4	-3.3	0.3	0.3	3.0	67.9	Cumple
	Fundación	-	-	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	-	G, Q	432.4	-3.3	0.3	0.3	3.0	67.9	Cumple
C48	3er piso - Cochera	20x30	6.15/8.05	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q, V	-12.7	-8.9	10.0	7.7	6.3	59.8	Cumple
	2do piso - Cochera	20x30	3.10/5.55	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q, V	-12.7	-8.9	10.0	7.7	6.3	59.8	Cumple
	1er piso - Oficina y cochera	20x30	-0.50/2.50	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	14	G, Q, V	59.2	-12.8	8.2	6.4	10.2	47.1	Cumple
	Planta baja			4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	-	G, Q, V	59.2	-12.8	8.2	6.4	10.2	47.1	Cumple
	Fundación	-	-	4Ø12	-	2Ø12	1.13	1eØ6	-	G, Q, V	262.9	2.0	-2.9	-1.4	-0.8	36.9	Cumple
C49	17mo piso - Sala de maquinas	60x20	48.25/50.95	4Ø16	2Ø16	-	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	164.7	-5.6	55.4	30.4	2.6	51.1	Cumple
	16to piso - Terraza	-	-	4Ø16	2Ø16	-	1.01	1eØ6	-	G, Q, V	164.7	-5.6	55.4	30.4	2.6	37.6	Cumple
C50	17mo piso - Sala de maquinas	60x20	48.25/50.95	4Ø16	2Ø16	-	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	130.3	-9.3	-78.3	-41.4	4.3	76.1	Cumple
	16to piso - Terraza	-	-	4Ø16	2Ø16	-	1.01	1eØ6	-	G, Q, V	130.3	-9.3	-78.3	-41.4	4.3	49.8	Cumple
C51	17mo piso - Sala de maquinas	60x20	48.25/50.95	4Ø16	2Ø16	-	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	126.4	8.0	72.9	37.1	-4.7	68.3	Cumple
	16to piso - Terraza	-	-	4Ø16	2Ø16	-	1.01	1eØ6	-	G, Q, V	126.4	8.0	72.9	37.1	-4.7	45.4	Cumple
C52	17mo piso - Sala de maquinas	60x20	48.25/50.95	4Ø16	2Ø16	-	1.01	1eØ6	19	G, Q, V	108.8	6.7	-58.9	-27.8	-4.1	51.3	Cumple
	16to piso - Terraza	-	-	4Ø16	2Ø16	-	1.01	1eØ6	-	G, Q, V	108.8	6.7	-58.9	-27.8	-4.1	36.3	Cumple
C53	16to piso - Terraza	85x20	45.25/47.95	4Ø16	8Ø12	-	1.01	2eØ6+Y2rØ6	14	G, Q, V	159.4	-21.4	48.7	34.9	12.4	32.4	Cumple
	15to piso - Departamentos 3	85x20	42.25/44.95	4Ø16	8Ø12	-	1.01	2eØ6+Y2rØ6	14	G, Q, V	269.0	28.7	-44.5	32.5	21.1	39.6	Cumple
	14to piso - Departamentos 3	85x20	39.25/41.95	4Ø16	8Ø12	-	1.01	2eØ6+Y2rØ6	14	G, Q	532.5	-29.8	17.4	12.7	22.2	41.0	Cumple
	13er piso - Departamentos 3	85x20	36.25/38.95	4Ø16	8Ø12	-	1.01	2eØ6+Y2rØ6	14	G, Q	682.5	-30.8	20.1	13.5	22.6	45.3	Cumple
	12do piso - Departamentos 2	85x20	33.25/35.95	4Ø16	8Ø12	-	1.01	2eØ6+Y2rØ6	14	G, Q	832.7	-30.9	22.3	15.8	23.0	49.6	Cumple
	11er piso - Departamentos 2	85x20	30.25/32.95	4Ø16	8Ø12	-	1.01	2eØ6+Y2rØ6	14	G, Q	982.0	-30.1	23.2	16.0	22.4	53.2	Cumple
	10mo piso - Departamentos 2	85x20	27.25/29.95	4Ø16	8Ø12	-	1.01	2eØ6+Y2rØ6	14	G, Q	1131.2	-29.3	25.3	17.4	21.8	57.5	Cumple
	9no piso - Departamentos 2	85x20	24.25/26.95	4Ø16	8Ø12	-	1.01	2eØ6+Y2rØ6	14	G, Q	1267.4	28.1	-22.7	17.9	20.4	61.1	Cumple
	8vo piso - Departamentos 1	85x20	21.25/23.95	4Ø16	8Ø12	-	1.01	2eØ6+Y2rØ6	14	G, Q	1430.8	-25.0	24.9	17.1	18.7	69.4	Cumple
	7mo piso - Departamentos 1	85x20	18.25/20.95	4Ø16	8Ø12	-	1.01	2eØ6+Y2rØ6	14	G, Q	1582.7	-23.7	32.1	20.6	17.8	79.6	Cumple
	6to piso - Departamentos 1	85x20	15.25/17.95	4Ø16	8Ø12	-	1.01	2eØ6+Y2rØ6	14	G, Q	1737.9	-20.9	3.6	8.0	15.9	89.2	Cumple
	5to piso - Departamentos 1	85x20	12.25/14.95	4Ø20	18Ø25	-	5.94	3eØ8	19	G, Q, V	1586.5	-29.3	403.9	198.9	18.9	96.2	Cumple
	4to piso - Departamentos 1	-	-	4Ø20	18Ø25	-	5.94	-	-	G, Q, V	1586.5	-29.3	403.9	198.9	18.9	90.2	Cumple
C54	16to piso - Terraza	20x80	45.25/47.95	4Ø16	-	4Ø16	1.01	2eØ6	19	G, V	115.3	-74.0	-0.9	-0.7	48.2	67.0	Cumple
	15to piso - Departamentos 3	20x80	42.25/44.95	4Ø16	-	4Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q, V	320.5	76.3	0.6	-0.5	56.0	34.6	Cumple
	14to piso - Departamentos 3	20x80	39.25/41.95	4Ø16	-	4Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q, V	527.3	-68.6	-17.4	-12.9	50.3	37.3	Cumple
	13er piso - Departamentos 3	20x80	36.25/38.95	4Ø16	-	4Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q	892.6	-62.1	-1.3	-0.7	46.9	47.5	Cumple
	12do piso - Departamentos 2	20x80	33.25/35.95	4Ø16	-	4Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q	1108.5	-59.3	-2.2	-1.7	44.3	58.3	Cumple
	11er piso - Departamentos 2	20x80	30.25/32.95	4Ø16	-	4Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q	1331.6	-57.0	-2.3	-1.7	42.8	71.5	Cumple
	10mo piso - Departamentos 2	20x80	27.25/29.95	4Ø16	-	4Ø16	1.01	2eØ6	19	G, Q	1564.5	-54.9	-2.5	-1.9	41.1	87.7	Cumple
	9no piso - Departamentos 2	20x80	24.25/26.95	4Ø20	-	6Ø20	1.96	1eØ8+X1rØ8	19	G, Q	1809.7	-48.1	-2.2	-1.8	37.2	96.3	Cumple
	8vo piso - Departamentos 1	25x80	21.25/23.95	4Ø20	-	6Ø20	1.57	1eØ8+X1rØ8	19	G, Q	1809.7	-48.1	-2.2	-1.8	37.2	96.3	Cumple
	7mo piso - Departamentos 1	25x80	18.25/20.95	4Ø20	-	6Ø20	1.57	1eØ8+X1rØ8	19	G, Q	2394.1	-53.1	-4.2	-3.3	37.3	83.9	Cumple
	6to piso - Departamentos 1	25x80	15.25/17.95	4Ø20	-	6Ø20	1.57	1eØ8+X1rØ8	19	G, Q	2703.5	2.0	-6.5	-4.6	11.9	95.1	Cumple



Trabajo Final de Grado

Autores: Maiorana, Martin – Romero, Lorena

Armado de pilares																	
Hormigón: H-30																	
Columna	Geometría			Armaduras					Esfuerzos pésimos						Aprov. (%)	Estado	
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras			Estribos		Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
				Esquina	Cara X	Cara Y	Cuantía (%)	Descripción ⁽¹⁾									Separación (cm)
	5to piso - Departamentos 1	25x80	12.25/14.95	4Ø25	2Ø20	16Ø20	3.81	2eØ8+X2rØ8	19	G, Q	3029.2	-237.6	8.5	2.9	115.8	98.9	Cumple
	4to piso - Departamentos 1	-	-	4Ø25	2Ø20	16Ø20	3.81	-	-	G, Q	3029.2	-237.6	8.5	2.9	115.8	95.9	Cumple
C55	1er piso - Oficina y cochera	35x35	-0.50/2.70							G, Q, V	1758.6	2.3	4.8	2.1	-1.1	93.4	Cumple
	Planta baja			4Ø25	2Ø20	2Ø20	2.63	1eØ8	24								
	Fundación	-	-	4Ø25	2Ø20	2Ø20	2.63	1eØ8	-	G, Q, V	1758.6	2.3	4.8	2.1	-1.1	93.4	Cumple
C56	1er piso - Oficina y cochera	35x35	-0.50/2.70							G, Q, V	1845.0	-2.9	4.8	2.3	1.5	98.9	Cumple
	Planta baja			4Ø25	2Ø20	2Ø20	2.63	1eØ8	24								
	Fundación	-	-	4Ø25	2Ø20	2Ø20	2.63	1eØ8	-	G, Q, V	1845.0	-2.9	4.8	2.3	1.5	98.9	Cumple
Notas: ⁽¹⁾ e = estribo, r = rama																	

Notas:
⁽¹⁾ e = estribo, r = rama

Armado de columnas de la rampa vehicular:

Armado de pilares																
Hormigón: H-30																
Columna	Geometría			Armaduras					Esfuerzos pésimos						Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras			Estribos		Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)		
				Esquina	Cara Y	Cuantía (%)	Descripción ⁽¹⁾	Separación (cm)								
C57	3er piso - Cocheras	20x20	6.25/8.45	4�12	-	1.13	1e�6	14	G, Q	135.9	13.5	1.0	0.9	-9.5	69.8	Cumple
	2do piso - Cocheras	20x20	3.20/5.85	4�12	-	1.13	1e�6	14	G, Q	272.4	12.6	0.8	0.6	-9.3	99.8	Cumple
	1er piso - Oficinas y cocheras	25x25	-1.00/2.80	4�16	-	1.29	1e�6	19	G, Q	272.4	12.6	0.8	0.6	-9.3	85.1	Cumple
	Planta baja															
	Fundación	-	-	4�16	-	1.29	1e�6	-	G, Q	411.0	8.5	0.6	0.5	-4.8	59.9	Cumple
C58	3er piso - Cocheras	20x20	6.25/8.45	4�12	-	1.13	1e�6	14	G, Q	103.8	6.4	4.2	3.0	-4.4	43.2	Cumple
	2do piso - Cocheras	20x20	3.20/5.85	4�12	-	1.13	1e�6	14	G, Q	198.6	5.9	4.0	3.0	-4.2	50.9	Cumple
	1er piso - Oficinas y cocheras	25x25	-1.00/2.80	4�16	-	1.29	1e�6	19	G, Q	198.6	5.9	4.0	3.0	-4.2	44.9	Cumple
	Planta baja															
	Fundación	-	-	4�16	-	1.29	1e�6	-	G, Q	297.0	4.4	2.3	1.7	-1.9	39.4	Cumple
C59	3er piso - Cocheras	20x20	6.25/8.45	4�12	-	1.13	1e�6	14	G, Q	97.4	3.6	-0.6	-0.4	-2.4	24.4	Cumple
	2do piso - Cocheras	20x20	3.20/5.85	4�12	-	1.13	1e�6	14	G, Q	192.8	2.6	-0.5	-0.4	-1.8	43.1	Cumple
	1er piso - Oficinas y cocheras	25x25	-1.00/2.80	4�16	-	1.29	1e�6	19	G, Q	295.6	1.9	-0.4	-0.3	-0.1	39.2	Cumple
	Planta baja															
	Fundación	-	-	4�16	-	1.29	1e�6	-	G, Q	295.6	1.9	-0.4	-0.3	-0.1	39.2	Cumple
C60	3er piso - Cocheras	20x20	6.25/8.45	4�12	-	1.13	1e�6	14	G, Q	118.5	13.1	0.0	0.0	-9.0	65.5	Cumple
	2do piso - Cocheras	20x20	3.20/5.85	4�12	-	1.13	1e�6	14	G, Q	250.6	13.1	0.1	0.1	-9.8	97.5	Cumple
	1er piso - Oficinas y cocheras	25x25	-1.00/2.80	4�16	-	1.29	1e�6	19	G, Q	250.6	13.1	0.1	0.1	-9.8	82.6	Cumple
	Planta baja															
	Fundación	-	-	4�16	-	1.29	1e�6	-	G, Q	383.1	8.7	0.0	0.0	-5.0	54.4	Cumple
C61	3er piso - Cocheras	20x20	6.25/8.45	4�12	-	1.13	1e�6	14	G, Q	104.3	5.6	-3.7	-2.7	-3.9	37.9	Cumple
	2do piso - Cocheras	20x20	3.20/5.85	4�12	-	1.13	1e�6	14	G, Q	199.1	4.9	-3.6	-2.7	-3.5	47.1	Cumple
	1er piso - Oficinas y cocheras	25x25	-1.00/2.80	4�16	-	1.29	1e�6	19	G, Q	199.1	4.9	-3.6	-2.7	-3.5	41.5	Cumple
	Planta baja															
	Fundación	-	-	4�16	-	1.29	1e�6	-	G, Q	299.4	3.5	-2.4	-1.7	-1.3	39.8	Cumple
C62	3er piso - Cocheras	20x20	6.25/8.45	4�12	-	1.13	1e�6	14	G, Q	136.8	12.8	0.8	0.4	-9.0	67.1	Cumple
	2do piso - Cocheras	20x20	3.20/5.85	4�12	-	1.13	1e�6	14	G, Q	274.8	12.2	1.1	0.9	-9.0	97.9	Cumple
	1er piso - Oficinas y cocheras	25x25	-1.00/2.80	4�16	-	1.29	1e�6	19	G, Q	274.8	12.2	1.1	0.9	-9.0	83.7	Cumple
	Planta baja															
	Fundación	-	-	4�16	-	1.29	1e�6	-	G, Q	414.4	8.1	0.5	0.3	-4.6	60.6	Cumple
Notas: ⁽¹⁾ e = estribo, r = rama																

Notas:
⁽¹⁾ e = estribo, r = rama

5.4.9. Tabiques de hormigón armado:

Estos elementos estructurales, como se ha mencionado anteriormente cumplen la función de resistir tanto cargas verticales como horizontales (en este último caso es debido al viento).

El programa realiza el cálculo discretizando la pantalla en elementos finitos triangulares de seis nodos de lámina gruesa, por lo tanto, los valores de esfuerzos, tensiones y desplazamientos son calculados en cada uno de los nodos del mallado. Dichos valores se determinan mediante las hipótesis de cargas las cuales fueron nombradas con anterioridad.

A diferencia de las columnas que el software las analiza como barras con secciones planas y trabaja con valores resultantes de la sección, los tabiques se dimensionan considerando los esfuerzos en cada nudo y verificando que la armadura adoptada cubra lo necesario para resistir los esfuerzos en cada punto.

En el cálculo del armado el programa lo dispone de manera general en todos los puntos, sin embargo, en la realidad los esfuerzos varían en distintas zonas, por ejemplo, en el caso del encuentro de vigas, losas o columnas, donde es muy probable que se produzcan en esos lugares concentración de esfuerzos en los cuales el armado global de la pantalla no es suficiente. Debido a esto se introduce un concepto denominado “Factor de Cumplimiento” por piso, el cual indica el porcentaje del área total del recinto donde es suficiente el armado y espesor dispuesto, como se indica a continuación:

$$F.C (\%) = \frac{\text{Área del muro donde la armadura cubre la cuantía nec.}}{\text{Área total del recinto de hormigón}}$$

Este factor varía entre 0% y 100%, y su valor por defecto es del 90% porque el software considera que en la discretización del elemento es común que existan picos de esfuerzos y se obtienen resultados lógicos si la armadura cubre al menos ese porcentaje de superficie. Como criterio se ha adoptado para este proyecto un valor de cumplimiento de 94%, debido principalmente a la importancia en volumen que representa el edificio y por las cargas que actúan en el mismo, es decir que un 6% del área del recinto de hormigón no cubre la demanda y en consecuencia se necesitaría refuerzos adicionales.

En la siguiente imagen se observan puntos rojos que corresponden a los nodos de los elementos finitos, donde el armado propuesto en la parte derecha de la imagen no es suficiente según el parámetro de cumplimiento adoptado:

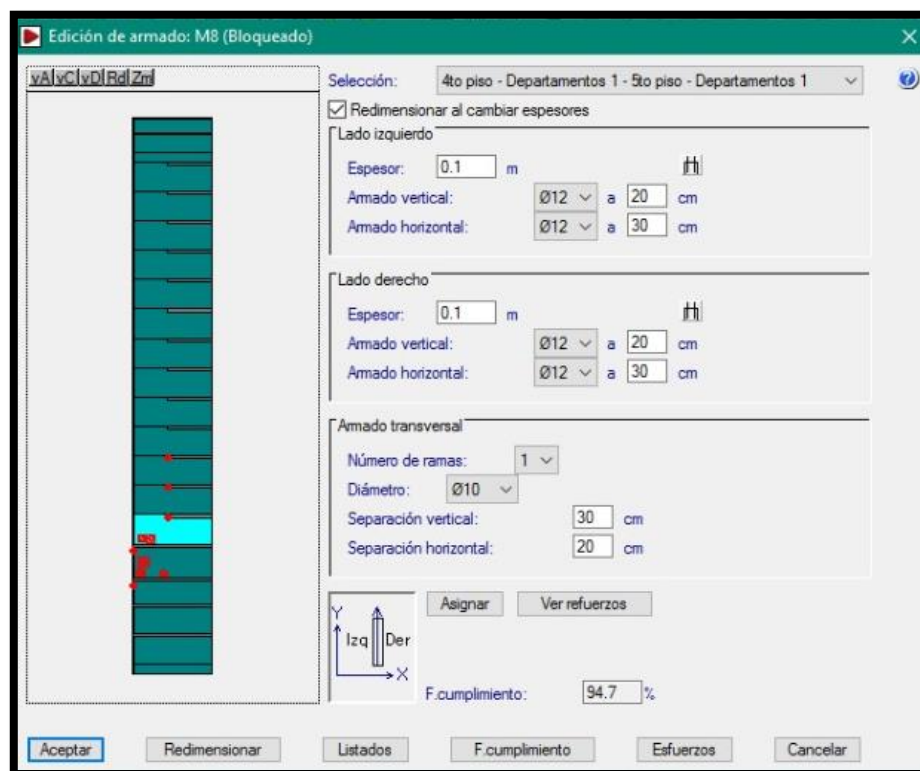


Fig. 29: Ventana de edición de armado de muro

Respecto al recubrimiento, el mismo es en base a la Tabla 7.7.1 del reglamento CIRSOC 201, en el cual se especifica para el caso de los tabiques:

- Para barras y alambres con: $d_b \leq 32mm \rightarrow rec = 20mm * 1,30 = 26mm$

La mayoración del 30% corresponde a la clase de exposición A3.

En relación con los tanques elevados de reserva de agua potable, para su cálculo se han considerado de tabiques de hormigón armado y en la parte inferior de los mismos se coloca una losa maciza de hormigón.

Las cargas que soportan los tabiques divisorios de dichos tanques se deben al peso propio, sobrecarga, viento y a su vez se agrega el peso del volumen de agua que actúa generando una presión/empuje en el mismo. Dicha presión tendrá una distribución como la siguiente imagen:

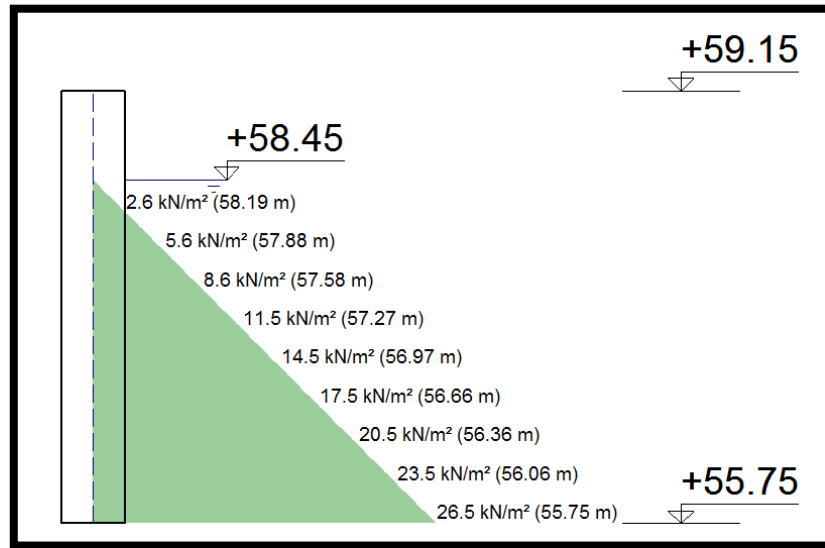


Fig. 30: Empuje del agua sobre tabique del tanque de reserva

A continuación, se adjunta imagen de la discretización que realiza el programa una vez calculado el tabique:

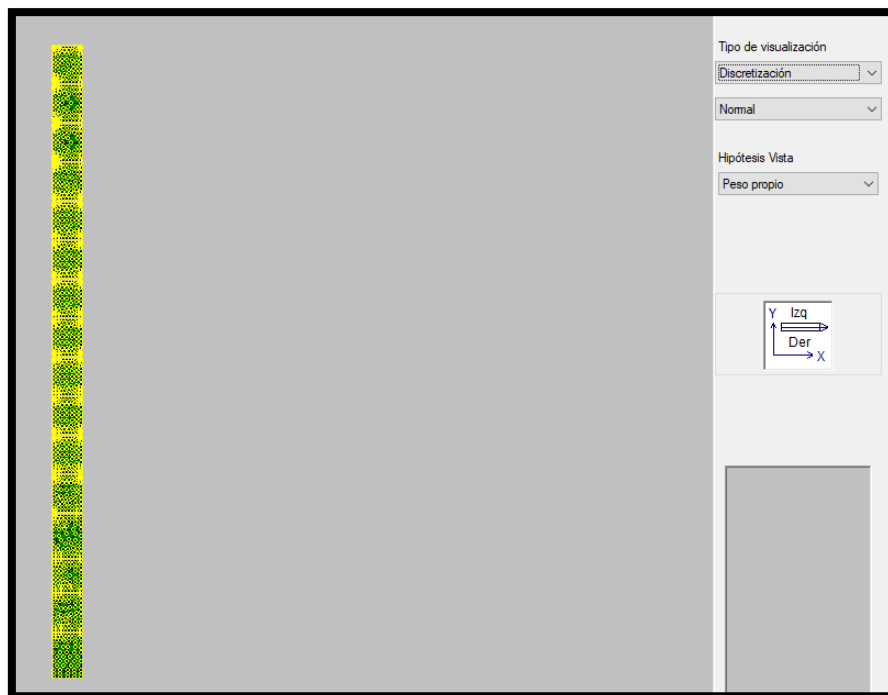


Fig. 31: Discretización de un tabique genérico

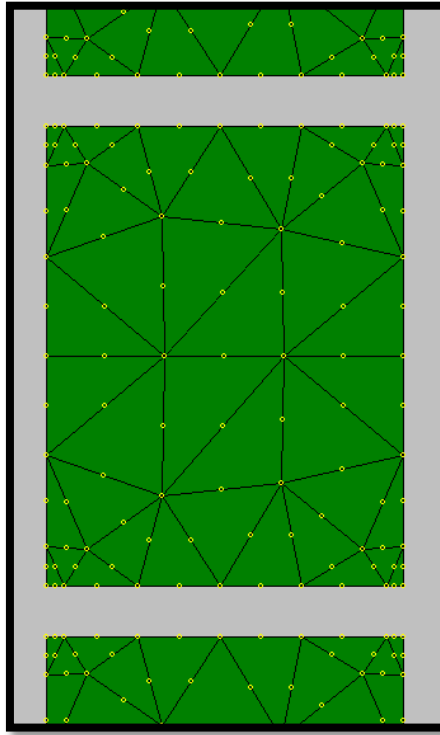


Fig. 32: Ampliación de la discretización de un tabique genérico

A su vez, se anexa imagen en donde se observa la visualización de los esfuerzos debido a la carga de peso propio de un tabique arbitrario en sus distintos recintos:

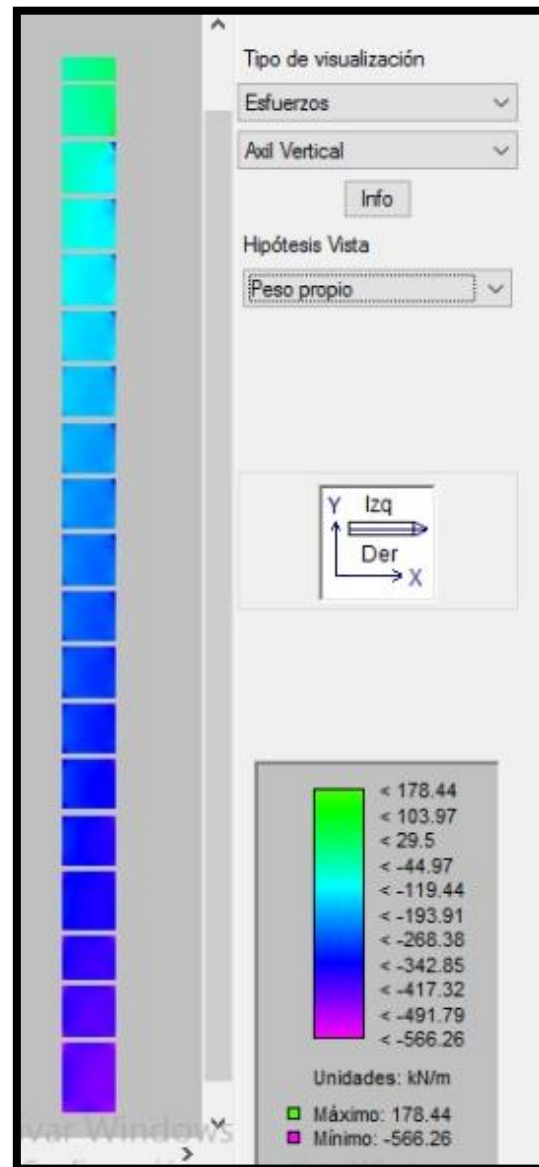


Fig. 33: Visualización de los esfuerzos en tabiques

Finalmente, se adjuntan las tablas de las armaduras de cada muro con su factor de cumplimiento en cada piso:

Muro M1: Longitud: 220 cm [Nudo inicial: 0.10;0.00 -> Nudo final: 0.10;2.20]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
16to piso - Terraza	20.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	1	Ø8	15	20	94.9	---
15to piso - Departamentos 3	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	96.8	---
14to piso - Departamentos 3	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	96.8	---
13er piso - Departamentos 3	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	94.5	---
12do piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	94.9	---
11er piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---
10mo piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	100.0	---
9no piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	97.1	---
8vo piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	96.8	---



Trabajo Final de Grado

Autores: Maiorana, Martin – Romero, Lorena

Muro M1: Longitud: 220 cm [Nudo inicial: 0.10;0.00 -> Nudo final: 0.10;2.20]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
7mo piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	96.8	---
6to piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	96.8	---
5to piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	96.8	---
4to piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	97.8	---
3er piso - Cochera	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	95.5	---
2do piso - Cochera	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	95.7	---
1er piso - Oficina y cochera	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	94.1	---
Planta baja	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M2: Longitud: 220 cm [Nudo inicial: 6.20;0.00 -> Nudo final: 6.20;2.20]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
16to piso - Terraza	25.0	Ø10c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	1	Ø8	20	15	96.8	---
15to piso - Departamentos 3	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.8	---
14to piso - Departamentos 3	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.8	---
13er piso - Departamentos 3	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	94.7	---
12do piso - Departamentos 2	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	97.3	---
11er piso - Departamentos 2	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	97.3	---
10mo piso - Departamentos 2	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	97.3	---
9no piso - Departamentos 2	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	97.3	---
8vo piso - Departamentos 1	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.8	---
7mo piso - Departamentos 1	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.8	---
6to piso - Departamentos 1	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.8	---
5to piso - Departamentos 1	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	95.4	---
4to piso - Departamentos 1	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.7	---
3er piso - Cochera	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	97.1	---
2do piso - Cochera	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---
1er piso - Oficina y cochera	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---
Planta baja	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M3: Longitud: 220 cm [Nudo inicial: 9.45;0.00 -> Nudo final: 9.45;2.20]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
16to piso - Terraza	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.8	---
15to piso - Departamentos 3	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.8	---
14to piso - Departamentos 3	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.8	---
13er piso - Departamentos 3	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---
12do piso - Departamentos 2	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	97.3	---
11er piso - Departamentos 2	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	97.3	---
10mo piso - Departamentos 2	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	97.3	---
9no piso - Departamentos 2	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	97.3	---
8vo piso - Departamentos 1	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.8	---
7mo piso - Departamentos 1	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.8	---
6to piso - Departamentos 1	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.8	---
5to piso - Departamentos 1	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	1	Ø8	20	15	95.4	---
4to piso - Departamentos 1	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	1	Ø8	20	15	96.7	---
3er piso - Cochera	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	97.1	---



Trabajo Final de Grado

Autores: Maiorana, Martin – Romero, Lorena

Muro M3: Longitud: 220 cm [Nudo inicial: 9.45;0.00 -> Nudo final: 9.45;2.20]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
2do piso - Cochera	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---
1er piso - Oficina y cochera	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---
Planta baja	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M4: Longitud: 130 cm [Nudo inicial: 0.10;9.00 -> Nudo final: 0.10;10.30]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
16to piso - Terraza	20.0	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	1	Ø8	25	15	95.0	---
15to piso - Departamentos 3	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
14to piso - Departamentos 3	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
13er piso - Departamentos 3	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
12do piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
11er piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
10mo piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
9no piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
8vo piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	95.0	---
7mo piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	95.0	---
6to piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	95.0	---
5to piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	95.0	---
4to piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.8	---
3er piso - Cochera	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	94.0	---
2do piso - Cochera	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	94.5	---
1er piso - Oficina y cochera	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	97.2	---
Planta baja	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M5: Longitud: 210 cm [Nudo inicial: 13.40;11.15 -> Nudo final: 15.50;11.15]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
16to piso - Terraza	35.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	1	Ø8	20	15	97.5	---
15to piso - Departamentos 3	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø8	30	20	99.6	---
14to piso - Departamentos 3	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø8	30	20	99.6	---
13er piso - Departamentos 3	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø8	30	20	100.0	---
12do piso - Departamentos 2	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø8	30	20	99.4	---
11er piso - Departamentos 2	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø8	30	20	99.4	---
10mo piso - Departamentos 2	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø8	30	20	99.4	---
9no piso - Departamentos 2	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø8	30	20	99.4	---
8vo piso - Departamentos 1	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø8	30	20	100.0	---
7mo piso - Departamentos 1	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø8	30	20	100.0	---
6to piso - Departamentos 1	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø8	30	20	100.0	---
5to piso - Departamentos 1	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø8	30	20	100.0	---
4to piso - Departamentos 1	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø8	30	20	100.0	---
3er piso - Cochera	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø8	30	20	95.8	---
2do piso - Cochera	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø8	30	20	100.0	---
1er piso - Oficina y cochera	35.0	Ø20c/20 cm	Ø20c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	1	Ø8	20	20	100.0	---
Planta baja	35.0	Ø25c/10 cm	Ø25c/10 cm	Ø20c/30 cm	Ø20c/30 cm	1	Ø8	30	20	100.0	---



Muro M6: Longitud: 209.9 cm [Nudo inicial: 13.40;22.35 -> Nudo final: 15.50;22.35]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
16to piso - Terraza	35.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	1	Ø10	20	20	99.5	---
15to piso - Departamentos 3	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø10	30	20	95.2	---
14to piso - Departamentos 3	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø10	30	20	95.2	---
13er piso - Departamentos 3	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø10	30	20	95.2	---
12do piso - Departamentos 2	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø10	30	20	95.8	---
11er piso - Departamentos 2	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø10	30	20	95.8	---
10mo piso - Departamentos 2	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø10	30	20	95.8	---
9no piso - Departamentos 2	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø10	30	20	94.8	---
8vo piso - Departamentos 1	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø10	30	20	97.2	---
7mo piso - Departamentos 1	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø10	30	20	97.2	---
6to piso - Departamentos 1	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø10	30	20	97.2	---
5to piso - Departamentos 1	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø10	30	20	95.3	---
4to piso - Departamentos 1	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø10	30	20	100.0	---
3er piso - Cochera	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø10	30	20	95.7	---
2do piso - Cochera	35.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø10	30	20	100.0	---
1er piso - Oficina y cochera	35.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	1	Ø10	20	15	100.0	---
Planta baja	35.0	Ø25c/10 cm	Ø25c/10 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	1	Ø8	20	20	100.0	---

Muro M7: Longitud: 130 cm [Nudo inicial: 0.10;23.20 -> Nudo final: 0.10;24.50]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
16to piso - Terraza	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	96.2	---
15to piso - Departamentos 3	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
14to piso - Departamentos 3	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
13er piso - Departamentos 3	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
12do piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
11er piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
10mo piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
9no piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
8vo piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
7mo piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
6to piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
5to piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	96.0	---
4to piso - Departamentos 1	20.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø12c/10 cm	Ø12c/10 cm	1	Ø8	10	15	96.7	---
3er piso - Cochera	20.0	Ø20c/10 cm	Ø20c/10 cm	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	1	Ø8	15	10	96.2	---
2do piso - Cochera	20.0	Ø16c/10 cm	Ø16c/10 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	1	Ø8	25	10	94.7	---
1er piso - Oficina y cochera	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	94.1	---
Planta baja	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M8: Longitud: 794 cm [Nudo inicial: 4.10;12.78 -> Nudo final: 4.10;20.72]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
19no piso - Tanques	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
18vo piso - Colectores	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
17mo piso y medio - Losa ascensor	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
17mo piso - Sala de maquinas	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
16to piso - Terraza	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
15to piso - Departamentos 3	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
14to piso - Departamentos 3	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
13er piso - Departamentos 3	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---



Muro M8: Longitud: 794 cm [Nudo inicial: 4.10;12.78 -> Nudo final: 4.10;20.72]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
12do piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
11er piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
10mo piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
9no piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
8vo piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
7mo piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	99.9	---
6to piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	---	---	---	---	99.9	---
5to piso - Departamentos 1	20.0	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø10	30	20	97.7	---
4to piso - Departamentos 1	20.0	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	1	Ø10	25	20	99.5	---
3er piso - Cochera	20.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	1	Ø10	25	15	100.0	---
2do piso - Cochera	20.0	Ø20c/20 cm	Ø20c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	1	Ø8	20	20	100.0	---
1er piso - Oficina y cochera	20.0	Ø16c/10 cm	Ø16c/10 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	1	Ø10	20	20	100.0	---
Planta baja	20.0	Ø16c/10 cm	Ø16c/10 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	1	Ø10	20	20	100.0	---

Muro M9: Longitud: 563 cm [Nudo inicial: 6.80;12.78 -> Nudo final: 6.80;18.41]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
19no piso - Tanques	20.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	95.2	---
18vo piso - Colectores	20.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	97.8	---
17mo piso y medio - Losa ascensor	20.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---
17mo piso - Sala de maquinas	20.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	97.8	---
16to piso - Terraza	20.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	97.8	---
15to piso - Departamentos 3	20.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	96.4	---
14to piso - Departamentos 3	20.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	1	Ø10	25	25	99.4	---
13er piso - Departamentos 3	20.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	96.4	---
12do piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	96.5	---
11er piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	97.0	---
10mo piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	98.2	---
9no piso - Departamentos 2	20.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	98.2	---
8vo piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	98.1	---
7mo piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	99.4	---
6to piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---
5to piso - Departamentos 1	20.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---
4to piso - Departamentos 1	20.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	1	Ø8	20	20	100.0	---
3er piso - Cochera	20.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	1	Ø8	20	15	98.2	---
2do piso - Cochera	20.0	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	1	Ø8	15	15	100.0	---
1er piso - Oficina y cochera	20.0	Ø10c/10 cm	Ø10c/10 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	1	Ø8	20	10	100.0	---
Planta baja	20.0	Ø20c/15 cm	Ø20c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	1	Ø8	15	15	100.0	---

Muro M10: Longitud: 270 cm [Nudo inicial: 4.10;12.78 -> Nudo final: 6.80;12.78]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
19no piso - Tanques	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	100.0	---
18vo piso - Colectores	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	100.0	---
17mo piso y medio - Losa ascensor	16.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	95.0	---
17mo piso - Sala de maquinas	16.0	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	1	Ø8	20	15	99.6	---
16to piso - Terraza	16.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	98.2	---
15to piso - Departamentos 3	16.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	100.0	---



Muro M10: Longitud: 270 cm [Nudo inicial: 4.10;12.78 -> Nudo final: 6.80;12.78]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
14to piso - Departamentos 3	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	95.9	---
13er piso - Departamentos 3	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	96.2	---
12do piso - Departamentos 2	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/20 cm	Ø8c/20 cm	---	---	---	---	98.9	---
11er piso - Departamentos 2	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/20 cm	Ø8c/20 cm	---	---	---	---	96.1	---
10mo piso - Departamentos 2	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/10 cm	Ø8c/10 cm	---	---	---	---	98.9	---
9no piso - Departamentos 2	16.0	Ø10c/20 cm	Ø8c/20 cm	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	1	Ø8	15	20	98.9	---
8vo piso - Departamentos 1	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	1	Ø8	15	25	98.9	---
7mo piso - Departamentos 1	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø16c/25 cm	Ø16c/25 cm	1	Ø10	25	15	96.9	---
6to piso - Departamentos 1	16.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø16c/25 cm	Ø16c/25 cm	1	Ø10	25	25	96.9	---
5to piso - Departamentos 1	16.0	Ø10c/10 cm	Ø10c/10 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	1	Ø8	20	10	96.2	---
4to piso - Departamentos 1	16.0	Ø20c/20 cm	Ø20c/20 cm	Ø20c/15 cm	Ø20c/15 cm	1	Ø10	30	20	100.0	---
3er piso - Cochera	16.0	Ø20c/20 cm	Ø20c/20 cm	Ø20c/10 cm	Ø20c/10 cm	1	Ø8	20	20	100.0	---
2do piso - Cochera	16.0	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/30 cm	Ø16c/30 cm	1	Ø8	30	20	100.0	---
1er piso - Oficina y cochera	16.0	Ø20c/20 cm	Ø20c/20 cm	Ø20c/15 cm	Ø20c/15 cm	1	Ø8	30	20	100.0	---
Planta baja	20.0	Ø25c/25 cm	Ø25c/25 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	1	Ø8	20	25	100.0	---

Muro M12: Longitud: 409.5 cm [Nudo inicial: 10.12;14.14 -> Nudo final: 10.12;18.23]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
19no piso - Tanques	16.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	100.0	---
18vo piso - Colectores	16.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	100.0	---
17mo piso y medio - Losa ascensor	16.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	95.1	---
17mo piso - Sala de maquinas	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	94.8	---
16to piso - Terraza	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	96.8	---
15to piso - Departamentos 3	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	96.8	---
14to piso - Departamentos 3	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	96.8	---
13er piso - Departamentos 3	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	96.8	---
12do piso - Departamentos 2	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	98.3	---
11er piso - Departamentos 2	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	98.3	---
10mo piso - Departamentos 2	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	98.3	---
9no piso - Departamentos 2	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	98.3	---
8vo piso - Departamentos 1	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	98.0	---
7mo piso - Departamentos 1	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	98.0	---
6to piso - Departamentos 1	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	98.4	---
5to piso - Departamentos 1	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	96.8	---
4to piso - Departamentos 1	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	98.4	---
3er piso - Cochera	16.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	94.5	---
2do piso - Cochera	16.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	1	Ø8	30	20	100.0	---
1er piso - Oficina y cochera	16.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	1	Ø8	15	15	98.1	---
Planta baja	16.0	Ø16c/25 cm	Ø16c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	1	Ø10	25	25	100.0	---

Muro M13: Longitud: 172.5 cm [Nudo inicial: 8.39;18.23 -> Nudo final: 10.12;18.23]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
19no piso - Tanques	16.0	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	1	Ø8	30	15	100.0	---
18vo piso - Colectores	16.0	Ø12c/25 cm	Ø12c/25 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	1	Ø10	30	25	100.0	---



Muro M13: Longitud: 172.5 cm [Nudo inicial: 8.39;18.23 -> Nudo final: 10.12;18.23]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
17mo piso y medio - Losa ascensor	16.0	Ø10c/10 cm	Ø10c/10 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/30 cm	1	Ø10	30	20	100.0	---
17mo piso - Sala de maquinas	16.0	Ø10c/10 cm	Ø10c/10 cm	Ø8c/20 cm	Ø8c/20 cm	---	---	---	---	95.1	---
16to piso - Terraza	16.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	96.9	---
15to piso - Departamentos 3	16.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	100.0	---
14to piso - Departamentos 3	16.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	96.9	---
13er piso - Departamentos 3	16.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø8c/20 cm	Ø8c/20 cm	---	---	---	---	96.9	---
12do piso - Departamentos 2	16.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø8c/20 cm	Ø8c/20 cm	---	---	---	---	96.9	---
11er piso - Departamentos 2	16.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø8c/20 cm	Ø8c/20 cm	---	---	---	---	96.9	---
10mo piso - Departamentos 2	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/20 cm	Ø8c/20 cm	---	---	---	---	96.9	---
9no piso - Departamentos 2	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/20 cm	Ø8c/20 cm	---	---	---	---	96.9	---
8vo piso - Departamentos 1	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/20 cm	Ø8c/20 cm	---	---	---	---	96.9	---
7mo piso - Departamentos 1	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/20 cm	Ø8c/20 cm	---	---	---	---	96.9	---
6to piso - Departamentos 1	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/20 cm	Ø8c/20 cm	---	---	---	---	96.9	---
5to piso - Departamentos 1	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø10c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	96.9	---
4to piso - Departamentos 1	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	97.8	---
3er piso - Cochera	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	94.7	---
2do piso - Cochera	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	98.2	---
1er piso - Oficina y cochera	16.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	1	Ø8	20	20	100.0	---
Planta baja	20.0	Ø20c/25 cm	Ø20c/25 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	1	Ø8	20	25	100.0	---

Muro M14: Longitud: 172.5 cm [Nudo inicial: 8.39;14.14 -> Nudo final: 10.12;14.14]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
19no piso - Tanques	16.0	Ø10c/10 cm	Ø10c/10 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	1	Ø8	30	20	100.0	---
18vo piso - Colectores	16.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	100.0	---
17mo piso y medio - Losa ascensor	16.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	1	Ø10	30	15	100.0	---
17mo piso - Sala de maquinas	16.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	95.5	---
16to piso - Terraza	16.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	100.0	---
15to piso - Departamentos 3	16.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	100.0	---
14to piso - Departamentos 3	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	100.0	---
13er piso - Departamentos 3	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	96.9	---
12do piso - Departamentos 2	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	96.9	---
11er piso - Departamentos 2	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	96.9	---
10mo piso - Departamentos 2	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	96.9	---
9no piso - Departamentos 2	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	96.9	---
8vo piso - Departamentos 1	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	96.9	---
7mo piso - Departamentos 1	16.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.9	---
6to piso - Departamentos 1	16.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.9	---
5to piso - Departamentos 1	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	96.9	---
4to piso - Departamentos 1	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	97.3	---
3er piso - Cochera	16.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	94.7	---
2do piso - Cochera	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	98.2	---
1er piso - Oficina y cochera	16.0	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	1	Ø10	30	15	99.4	---
Planta baja	16.0	Ø20c/15 cm	Ø20c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	1	Ø10	30	30	100.0	---



Muro M8a: Longitud: 794 cm [Nudo inicial: 4.10;12.78 -> Nudo final: 4.10;20.72]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
20mo piso - Techo	20.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	95.3	---

Muro M10a: Longitud: 270 cm [Nudo inicial: 4.10;12.78 -> Nudo final: 6.80;12.78]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
20mo piso - Techo	16.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M13a: Longitud: 172.5 cm [Nudo inicial: 8.39;18.23 -> Nudo final: 10.12;18.23]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
20mo piso - Techo	16.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.0	---

Muro M12a: Longitud: 409.5 cm [Nudo inicial: 10.12;14.14 -> Nudo final: 10.12;18.23]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
20mo piso - Techo	16.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.0	---

Muro M14a: Longitud: 172.5 cm [Nudo inicial: 8.39;14.14 -> Nudo final: 10.12;14.14]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
20mo piso - Techo	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	94.9	---

Muro M17: Longitud: 159.5 cm [Nudo inicial: 6.80;18.23 -> Nudo final: 8.39;18.23]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
20mo piso - Techo	16.0	Ø10c/10 cm	Ø10c/10 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M18: Longitud: 159.5 cm [Nudo inicial: 6.80;14.14 -> Nudo final: 8.39;14.14]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
20mo piso - Techo	16.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	96.0	---

Muro M11: Longitud: 279.9 cm [Nudo inicial: 4.10;20.72 -> Nudo final: 6.90;20.72]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
19no piso - Tanques	16.0	Ø10c/10 cm	Ø10c/10 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	95.5	---
18vo piso - Colectores	16.0	Ø16c/25 cm	Ø16c/25 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	1	Ø10	30	25	100.0	---
17mo piso y medio - Losa ascensor	16.0	Ø16c/25 cm	Ø16c/25 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	1	Ø10	30	25	100.0	---
17mo piso - Sala de maquinas	16.0	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	1	Ø8	20	15	97.3	---
16to piso - Terraza	16.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	97.6	---
15to piso - Departamentos 3	16.0	Ø8c/10 cm	Ø8c/10 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	97.6	---
14to piso - Departamentos 3	16.0	Ø8c/10 cm	Ø8c/10 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	97.6	---
13er piso - Departamentos 3	16.0	Ø8c/10 cm	Ø8c/10 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	100.0	---
12do piso - Departamentos 2	16.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	97.6	---
11er piso - Departamentos 2	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	97.6	---
10mo piso - Departamentos 2	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	97.6	---



Muro M11: Longitud: 279.9 cm [Nudo inicial: 4.10;20.72 -> Nudo final: 6.90;20.72]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
9no piso - Departamentos 2	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	97.6	---
8vo piso - Departamentos 1	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	97.6	---
7mo piso - Departamentos 1	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	97.6	---
6to piso - Departamentos 1	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	97.6	---
5to piso - Departamentos 1	16.0	Ø8c/15 cm	Ø8c/15 cm	Ø8c/30 cm	Ø8c/30 cm	---	---	---	---	97.6	---
4to piso - Departamentos 1	16.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	100.0	---
3er piso - Cochera	16.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	96.4	---
2do piso - Cochera	16.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø12c/30 cm	1	Ø8	30	20	100.0	---
1er piso - Oficina y cochera	16.0	Ø20c/10 cm	Ø20c/10 cm	Ø20c/10 cm	Ø20c/10 cm	1	Ø8	20	20	100.0	---
Planta baja	20.0	Ø25c/10 cm	Ø25c/10 cm	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	1	Ø8	15	20	100.0	---

Muro M20: Longitud: 231 cm [Nudo inicial: 6.80;18.41 -> Nudo final: 6.80;20.72]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
20mo piso - Techo	20.0	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	Ø10c/20 cm	---	---	---	---	94.9	---

Muro M11a: Longitud: 279.9 cm [Nudo inicial: 4.10;20.72 -> Nudo final: 6.90;20.72]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
20mo piso - Techo	16.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/20 cm	Ø10c/30 cm	Ø10c/30 cm	1	Ø10	30	20	98.9	---

Muro M9a: Longitud: 135.5 cm [Nudo inicial: 6.80;12.78 -> Nudo final: 6.80;14.14]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
20mo piso - Techo	20.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	100.0	---

Muro M9b: Longitud: 384.5 cm [Nudo inicial: 6.80;14.14 -> Nudo final: 6.80;17.98]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
20mo piso - Techo	20.0	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	Ø10c/25 cm	---	---	---	---	98.3	---

Muro M15: Longitud: 520.5 cm [Nudo inicial: 10.12;16.50 -> Nudo final: 15.32;16.50]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
2do piso - Cochera	16.0	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	Ø16c/20 cm	1	Ø10	20	40	99.1	---

Muro M16: Longitud: 520.5 cm [Nudo inicial: 10.12;14.14 -> Nudo final: 15.32;14.14]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
2do piso - Cochera	16.0	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø16c/30 cm	Ø16c/30 cm	1	Ø10	30	30	95.0	---

Muro M19: Longitud: 217 cm [Nudo inicial: 15.42;14.23 -> Nudo final: 15.42;16.40]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
2do piso - Cochera	16.0	Ø16c/15 cm	Ø16c/15 cm	Ø10c/10 cm	Ø10c/10 cm	1	Ø10	10	15	98.5	---



5.4.10. Cálculo de escaleras:

El programa calcula las escaleras de hormigón armado de forma aislada, y transmite las reacciones a la estructura asimilándolas a cargas lineales. Se basa en la discretización de elementos finitos triangulares, tanto para los tramos inclinados como los horizontales, los cuales en nuestro caso son los descansos. Para los arranques y llegadas de los tramos el apoyo considera es un apoyo fijo, mientras que el apoyo del descanso o tramos horizontales es un apoyo móvil. Las hipótesis consideradas para obtener los esfuerzos y armados de las escaleras son las cargas de peso propio, cargas permanentes y sobrecargas de uso.

5.4.10.1. Geometría y esfuerzos.

A continuación, se colocan las características geométricas de las distintas escaleras como así también los esfuerzos en diferentes secciones de las mismas.

- Escalera 1:

Geometría:

- Planta final: 1er piso - Oficina y cochera
- Planta inicial: Fundación
- Espesor: 0.20 m
- Ancho: 1.10 m
- Huella: 0.280 m
- Contrahuella: 0.148 m
- N° de escalones: 21
- Desnivel que salva: 3.60 m
- Apoyo de los descansos: Muro de hormigón (Ancho: 0.16 m)

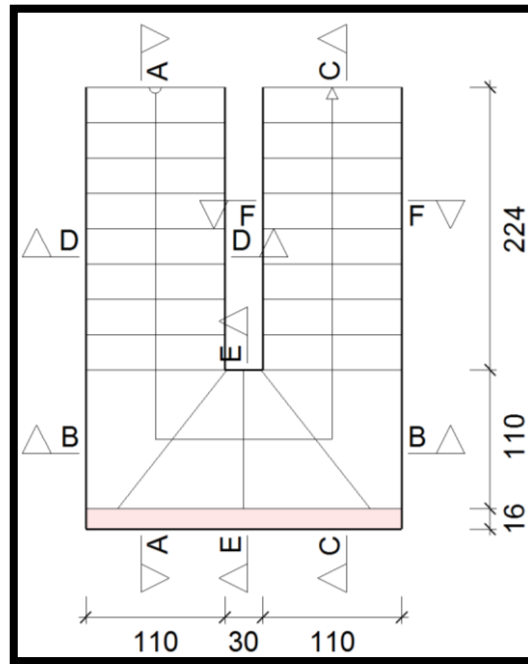


Fig. 34: Vista en planta de escalera 1

Esfuerzos por hipótesis de cargas:

Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.772 m	1.544 m	2.316 m	3.088 m	3.860 m	4.632 m
A-A	Peso propio	N	12.921	8.268	-0.845	-2.498	-3.956	-1.236	0.031
		M	-0.071	-2.452	-6.930	-10.054	-10.617	-7.747	-0.324
		V	3.395	3.440	5.617	2.412	-0.173	-7.236	-14.137
	Cargas permanentes	N	8.361	7.620	-0.102	-1.900	-3.531	-0.706	0.022
		M	-0.055	-1.925	-6.191	-9.079	-9.201	-5.810	-0.204
		V	2.660	2.679	5.448	1.976	-1.007	-6.752	-8.941
	Sobrecarga de uso	N	3.142	2.871	0.281	-0.323	-0.867	-0.176	0.006
		M	-0.015	-0.512	-2.004	-3.119	-3.308	-2.226	-0.085
		V	0.705	0.703	2.026	0.857	-0.127	-2.328	-3.696

Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.417 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	2.083 m	2.500 m
B-B	Peso propio	N	-0.058	-0.882	-0.305	-0.523	-0.077	-0.070	-0.283
		M	-0.060	-0.551	-0.776	-0.608	-1.080	-0.837	-0.128
		V	0.627	0.144	-0.169	0.219	1.413	-0.374	-1.565
	Cargas permanentes	N	0.031	-0.770	-0.296	-0.461	-0.310	-0.205	-0.244
		M	-0.049	-0.476	-0.665	-0.403	-0.566	-0.434	-0.072
		V	0.364	0.079	-0.440	-0.199	0.669	-0.126	-0.889
	Sobrecarga de uso	N	0.020	-0.304	-0.176	-0.121	-0.041	-0.027	-0.058



Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.417 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	2.083 m	2.500 m
		M	-0.021	-0.183	-0.246	-0.153	-0.218	-0.169	-0.028
		V	0.198	0.026	-0.150	-0.028	0.242	-0.048	-0.335

Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.679 m	1.358 m	2.037 m	2.717 m	3.396 m	4.075 m
C-C	Peso propio	N	-0.035	1.463	4.789	2.894	1.764	0.267	-1.476
		M	-0.335	-7.541	-11.516	-10.777	-9.100	-5.552	-0.241
		V	-14.473	-8.734	-3.835	1.789	3.755	7.023	9.896
	Cargas permanentes	N	-0.027	1.154	5.335	3.257	1.850	0.237	-1.598
		M	-0.195	-4.566	-7.108	-7.511	-7.072	-4.616	-0.230
		V	-8.633	-5.648	-2.863	-0.422	2.070	5.461	8.576
	Sobrecarga de uso	N	-0.008	0.331	1.554	0.806	0.346	-0.193	-0.812
		M	-0.082	-1.776	-2.646	-2.757	-2.528	-1.625	-0.079
		V	-3.582	-1.992	-0.793	0.002	0.811	1.952	2.993

▪ Escalera 2:

Geometría:

- Planta final: 2do piso - Cochera
- Planta inicial: 1er piso - Oficina y cochera
- Espesor: 0.20 m
- Huella: 0.280 m
- Contrahuella: 0.161 m
- Ancho: 1.10 m
- N° de escalones: 19
- Desnivel que salva: 3.05 m
- Apoyo de los descansos: Muro de hormigón (Ancho: 0.16 m)

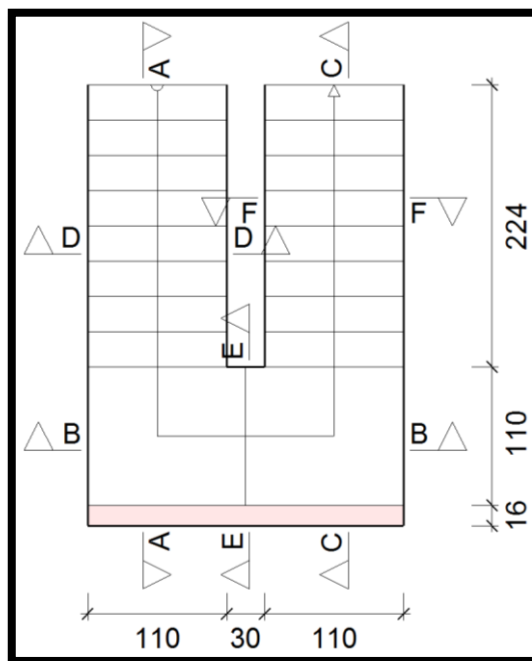


Fig. 35: Vista en planta de escalera 2

Esfuerzos por hipótesis de cargas:

Esfuerzos por hipótesis de cargas:

Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.614 m	1.227 m	1.841 m	2.455 m	3.068 m	3.682 m
A-A	Peso propio	N	-0.239	-1.903	-3.376	-4.805	-6.391	-1.399	0.041
		M	-0.238	-4.911	-8.081	-9.675	-9.676	-5.969	-0.277
		V	9.298	6.642	3.940	1.040	-0.843	-7.994	-12.077
	Cargas permanentes	N	-2.092	-3.909	-5.557	-7.127	-8.919	-1.868	0.054
		M	-0.256	-5.079	-8.223	-9.614	-9.240	-5.453	-0.234
		V	9.703	6.754	3.767	0.564	-1.597	-7.955	-10.356
	Sobrecarga de uso	N	-0.222	-0.808	-1.330	-1.835	-2.394	-0.506	0.015
		M	-0.083	-1.691	-2.766	-3.284	-3.240	-1.994	-0.092
		V	3.213	2.273	1.320	0.295	-0.376	-2.694	-4.025

Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.417 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	2.083 m	2.500 m
B-B	Peso propio	N	-0.136	-0.735	-0.061	-0.321	-0.314	0.010	-0.342
		M	-0.053	-0.567	-0.819	-0.578	-0.863	-0.608	-0.114
		V	0.436	0.251	-0.338	0.327	0.463	-0.272	-1.234
	Cargas permanentes	N	-0.196	-0.523	0.412	-0.515	-0.769	-0.254	-0.506
		M	-0.038	-0.535	-0.846	-0.592	-0.812	-0.548	-0.099



Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.417 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	2.083 m	2.500 m
	Sobrecarga de uso	V	0.124	0.332	-0.417	-0.127	0.226	-0.376	-1.160
		N	-0.044	-0.218	0.042	-0.142	-0.129	-0.008	-0.131
		M	-0.017	-0.194	-0.290	-0.202	-0.284	-0.199	-0.037
		V	0.126	0.097	-0.134	-0.036	0.108	-0.106	-0.411

Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.640 m	1.281 m	1.921 m	2.562 m	3.202 m	3.842 m
C-C	Peso propio	N	-0.042	1.683	6.560	5.028	3.486	2.016	0.299
		M	-0.274	-5.920	-9.413	-9.597	-8.096	-4.939	-0.233
		V	-11.981	-7.493	-1.623	0.817	3.775	6.580	9.193
	Cargas permanentes	N	-0.054	2.213	9.088	7.374	5.674	4.032	2.157
		M	-0.231	-5.424	-8.925	-9.514	-8.229	-5.105	-0.250
		V	-10.251	-7.498	-2.405	0.328	3.573	6.680	9.589
	Sobrecarga de uso	N	-0.015	0.624	2.459	1.914	1.371	0.850	0.246
		M	-0.091	-1.988	-3.132	-3.246	-2.764	-1.697	-0.081
		V	-3.992	-2.530	-0.651	0.215	1.255	2.246	3.171

▪ Escalera 3:

Geometría:

- Planta final: 3er piso - Cochera
- Planta inicial: 2do piso - Cochera
- Espesor: 0.20 m
- Huella: 0.280 m
- Contrahuella: 0.137 m
- Ancho: 1.10 m
- N° de escalones: 19
- Desnivel que salva: 2.60 m
- Apoyo de los descansos: Muro de hormigón (Ancho: 0.16 m)

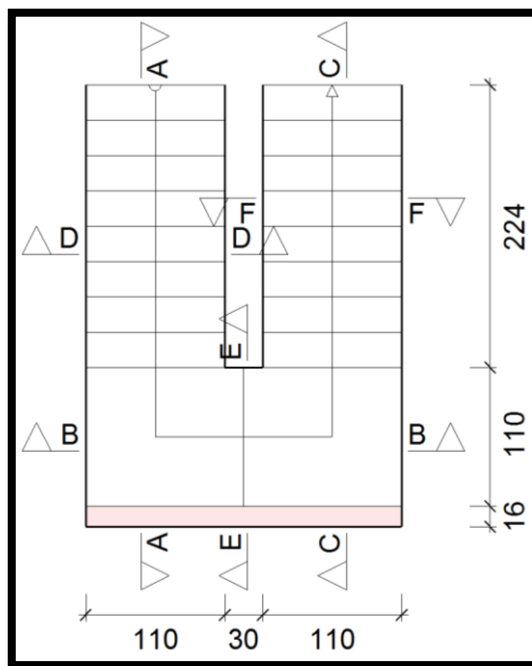


Fig. 36: Vista en planta de escalera 3

Esfuerzos por hipótesis de cargas:

Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.599 m	1.198 m	1.797 m	2.395 m	2.994 m	3.593 m
A-A	Peso propio	N	-1.659	-3.104	-4.371	-5.598	-7.031	-1.609	0.047
		M	-0.235	-4.771	-7.831	-9.333	-9.273	-5.636	-0.267
		V	9.281	6.609	3.867	1.001	-1.071	-7.746	-11.657
	Cargas permanentes	N	-3.345	-4.839	-6.182	-7.456	-8.995	-1.969	0.056
		M	-0.240	-4.701	-7.604	-8.866	-8.486	-4.953	-0.220
		V	9.222	6.412	3.540	0.534	-1.686	-7.336	-9.704
	Sobrecarga de uso	N	-0.748	-1.274	-1.740	-2.188	-2.713	-0.602	0.018
		M	-0.085	-1.704	-2.781	-3.288	-3.222	-1.953	-0.092
		V	3.325	2.346	1.344	0.294	-0.468	-2.711	-4.025

Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.417 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	2.083 m	2.500 m
B-B	Peso propio	N	-0.176	-0.657	0.115	-0.400	-0.476	-0.062	-0.370
		M	-0.043	-0.521	-0.784	-0.596	-0.852	-0.585	-0.112
		V	0.377	0.295	-0.277	0.243	0.287	-0.303	-1.183
	Cargas permanentes	N	-0.224	-0.432	0.556	-0.569	-0.895	-0.306	-0.497
		M	-0.028	-0.472	-0.776	-0.588	-0.776	-0.509	-0.093
		V	0.105	0.365	-0.301	-0.140	0.055	-0.391	-1.063



Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.417 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	2.083 m	2.500 m
	Sobrecarga de uso	N	-0.061	-0.200	0.105	-0.174	-0.198	-0.036	-0.145
		M	-0.014	-0.185	-0.287	-0.215	-0.292	-0.199	-0.037
		V	0.112	0.116	-0.112	-0.045	0.054	-0.122	-0.408

Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.622 m	1.243 m	1.865 m	2.487 m	3.108 m	3.730 m
C-C	Peso propio	N	-0.047	1.822	7.058	5.729	4.423	3.173	1.692
		M	-0.265	-5.620	-9.110	-9.300	-7.846	-4.785	-0.230
		V	-11.598	-7.385	-1.712	0.844	3.777	6.593	9.214
	Cargas permanentes	N	-0.057	2.230	9.003	7.598	6.235	4.912	3.381
		M	-0.218	-4.954	-8.291	-8.815	-7.608	-4.711	-0.234
		V	-9.641	-7.018	-2.315	0.377	3.431	6.386	9.147
	Sobrecarga de uso	N	-0.018	0.697	2.725	2.237	1.760	1.302	0.762
		M	-0.091	-1.956	-3.149	-3.265	-2.780	-1.705	-0.083
		V	-4.004	-2.587	-0.702	0.236	1.304	2.334	3.295

▪ Escalera 4:

Geometría:

- Planta final: 4to piso - Departamentos 1
- Planta inicial: 3er piso - Cochera
- Espesor: 0.20 m
- Huella: 0.280 m
- Contrahuella: 0.184 m
- Ancho: 1.10 m
- N° de escalones: 19
- Desnivel que salva: 3.50 m
- Apoyo de los descansos: Muro de hormigón (Ancho: 0.16 m)

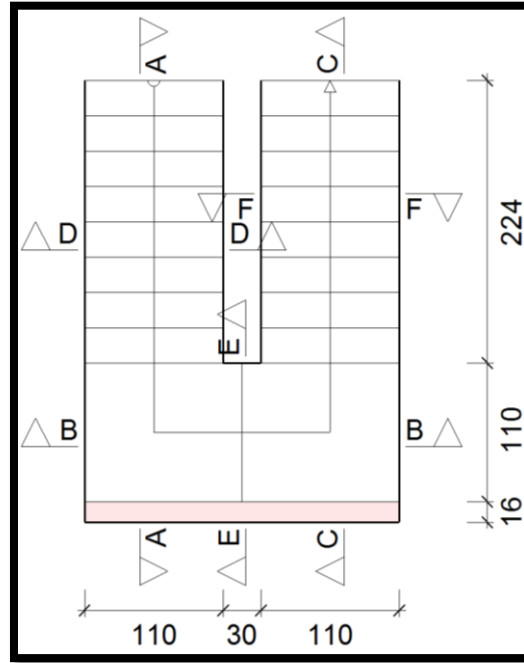


Fig. 37: Vista en planta de escalera 4

Esfuerzos por hipótesis de cargas:

Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.630 m	1.260 m	1.890 m	2.520 m	3.150 m	3.780 m
A-A	Peso propio	N	1.000	-0.871	-2.547	-4.173	-5.923	-1.231	0.037
		M	-0.242	-5.058	-8.340	-10.026	-10.090	-6.325	-0.287
		V	9.305	6.663	4.006	1.071	-0.617	-8.240	-12.498
	Cargas permanentes	N	-0.902	-3.054	-5.025	-6.910	-8.980	-1.794	0.051
		M	-0.273	-5.476	-8.876	-10.407	-10.046	-6.008	-0.250
		V	10.173	7.086	3.996	0.596	-1.484	-8.612	-11.041
	Sobrecarga de uso	N	0.207	-0.428	-1.000	-1.554	-2.146	-0.430	0.013
		M	-0.081	-1.676	-2.748	-3.275	-3.251	-2.035	-0.092
		V	3.095	2.195	1.292	0.294	-0.288	-2.670	-4.018

Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.417 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	2.083 m	2.500 m
B-B	Peso propio	N	-0.110	-0.794	-0.195	-0.253	-0.201	0.049	-0.318
		M	-0.061	-0.608	-0.852	-0.566	-0.874	-0.629	-0.117
		V	0.499	0.217	-0.398	0.407	0.621	-0.243	-1.276
	Cargas permanentes	N	-0.175	-0.599	0.297	-0.461	-0.676	-0.229	-0.515
		M	-0.047	-0.597	-0.917	-0.600	-0.849	-0.586	-0.105
		V	0.150	0.297	-0.546	-0.112	0.396	-0.358	-1.253



Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.417 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	2.083 m	2.500 m
	Sobrecarga de uso	N	-0.033	-0.228	-0.004	-0.114	-0.081	0.008	-0.118
		M	-0.019	-0.200	-0.291	-0.191	-0.276	-0.198	-0.036
		V	0.141	0.082	-0.153	-0.028	0.152	-0.093	-0.409

Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.661 m	1.321 m	1.982 m	2.643 m	3.304 m	3.964 m
C-C	Peso propio	N	-0.038	1.586	6.210	4.494	2.722	1.035	-0.908
		M	-0.283	-6.241	-9.729	-9.906	-8.355	-5.098	-0.236
		V	-12.366	-7.590	-1.500	0.792	3.769	6.560	9.165
	Cargas permanentes	N	-0.053	2.228	9.305	7.277	5.220	3.236	1.002
		M	-0.245	-5.942	-9.603	-10.256	-8.885	-5.520	-0.266
		V	-10.890	-7.999	-2.449	0.283	3.715	6.967	10.022
	Sobrecarga de uso	N	-0.013	0.567	2.252	1.663	1.061	0.486	-0.173
		M	-0.091	-2.020	-3.113	-3.224	-2.746	-1.686	-0.079
		V	-3.975	-2.466	-0.590	0.198	1.205	2.154	3.043

▪ Escalera 5:

Geometría:

- Planta final: 17mo piso - Sala de maquinas
- Planta inicial: 4to piso - Departamentos 1
- Tramos consecutivos iguales: 13
- Espesor: 0.20 m
- Huella: 0.280 m
- Contrahuella: 0.158 m
- Ancho: 1.10 m
- N° de escalones: 19
- Desnivel que salva: 3.00 m
- Apoyo de los descansos: Muro de hormigón (Ancho: 0.16 m)

Esfuerzos por hipótesis de cargas:



Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.612 m	1.224 m	1.836 m	2.448 m	3.060 m	3.672 m
A-A	Peso propio	N	-0.379	-2.021	-3.473	-4.881	-6.450	-1.420	0.042
		M	-0.238	-4.896	-8.054	-9.638	-9.633	-5.932	-0.276
		V	9.297	6.640	3.933	1.036	-0.867	-7.969	-12.032
	Cargas permanentes	N	-2.221	-4.004	-5.618	-7.156	-8.920	-1.877	0.054
		M	-0.254	-5.038	-8.156	-9.533	-9.158	-5.398	-0.233
		V	9.653	6.718	3.743	0.560	-1.608	-7.888	-10.286
	Sobrecarga de uso	N	-0.273	-0.853	-1.370	-1.869	-2.424	-0.516	0.015
		M	-0.083	-1.693	-2.768	-3.285	-3.238	-1.990	-0.092
		V	3.225	2.281	1.323	0.295	-0.385	-2.697	-4.026

Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.417 m	0.833 m	1.250 m	1.667 m	2.083 m	2.500 m
B-B	Peso propio	N	-0.139	-0.728	-0.045	-0.328	-0.329	0.004	-0.345
		M	-0.052	-0.562	-0.815	-0.580	-0.862	-0.605	-0.114
		V	0.430	0.256	-0.332	0.318	0.445	-0.275	-1.229
	Cargas permanentes	N	-0.199	-0.514	0.426	-0.521	-0.781	-0.258	-0.505
		M	-0.037	-0.528	-0.839	-0.592	-0.808	-0.544	-0.098
		V	0.121	0.335	-0.404	-0.128	0.208	-0.377	-1.150
	Sobrecarga de uso	N	-0.046	-0.216	0.047	-0.145	-0.136	-0.010	-0.132
		M	-0.017	-0.193	-0.290	-0.203	-0.285	-0.199	-0.037
		V	0.125	0.099	-0.132	-0.037	0.103	-0.108	-0.410

Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	0.638 m	1.277 m	1.915 m	2.553 m	3.192 m	3.830 m
C-C	Peso propio	N	-0.042	1.696	6.604	5.093	3.576	2.129	0.436
		M	-0.273	-5.887	-9.380	-9.565	-8.069	-4.922	-0.233
		V	-11.940	-7.482	-1.634	0.820	3.775	6.582	9.196
	Cargas permanentes	N	-0.055	2.213	9.072	7.391	5.728	4.120	2.283
		M	-0.229	-5.372	-8.855	-9.438	-8.161	-5.062	-0.248
		V	-10.185	-7.446	-2.398	0.333	3.558	6.650	9.543
	Sobrecarga de uso	N	-0.016	0.631	2.483	1.944	1.408	0.893	0.296
		M	-0.091	-1.985	-3.134	-3.248	-2.766	-1.698	-0.081
		V	-3.994	-2.536	-0.657	0.217	1.260	2.255	3.184

- Escalera oficina:

Geometría:

- Planta final: 1er piso - Oficina y cochera
- Planta inicial: Fundación
- Espesor: 0.20 m
- Huella: 0.288 m
- Contrahuella: 0.182 m
- Ancho: 1.20 m
- N° de escalones: 17
- Desnivel que salva: 3.30 m
- Apoyo de los descansos: Muro de mampostería (Ancho: 0.20 m)

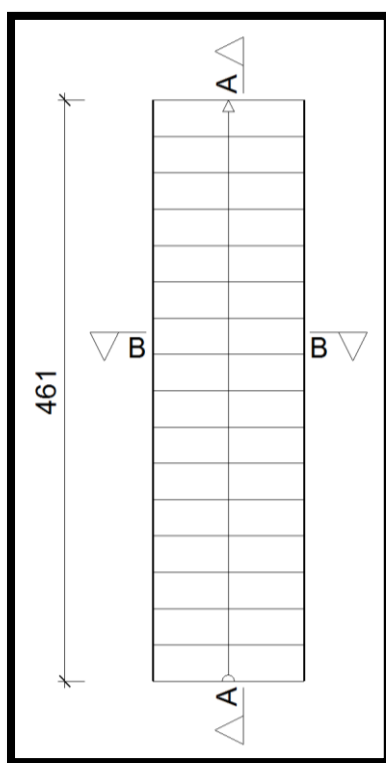


Fig. 38: Vista en planta de escalera de oficina

Esfuerzos por hipótesis de cargas:



Hipótesis									
Sección	Hipótesis	Esfuerzos	Posiciones						
			0.000 m	1.076 m	2.152 m	3.229 m	4.305 m	5.381 m	6.457 m
A-A	Peso propio	N	20.811	9.081	6.361	3.561	0.785	-2.047	-5.039
		M	0.046	0.300	-8.897	-13.357	-13.469	-9.256	-0.697
		V	-1.683	10.423	6.417	2.486	-2.308	-5.902	-10.229
	Cargas permanentes	N	19.747	13.113	10.023	6.867	3.759	0.589	-2.746
		M	0.110	2.415	-8.313	-13.725	-14.263	-9.956	-0.777
		V	-4.005	12.207	7.614	3.104	-2.240	-6.249	-11.105
	Sobrecarga de uso	N	9.107	6.048	4.623	3.167	1.734	0.272	-1.267
		M	0.051	1.114	-3.834	-6.330	-6.578	-4.592	-0.358
		V	-1.847	5.630	3.511	1.431	-1.033	-2.882	-5.121

5.4.10.2. Armadura de escaleras:

Con los diferentes esfuerzos en cada una de las escaleras, el programa realiza las distintas combinaciones de cargas para dimensionar las armaduras.

- Escalera 1:

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10
B-B	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10
C-C	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10
D-D	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20
E-E	Transversal	Ø8c/20	Ø10c/10
F-F	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20

- Escalera 2:

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10
B-B	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10
C-C	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10
D-D	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20
E-E	Transversal	Ø8c/20	Ø10c/10
F-F	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20

- Escalera 3:

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10
B-B	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10
C-C	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
D-D	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20
E-E	Transversal	Ø8c/20	Ø10c/10
F-F	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20

- Escalera 4:

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10
B-B	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10
C-C	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10
D-D	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20
E-E	Transversal	Ø8c/20	Ø10c/10
F-F	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20

- Escalera 5:

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10
B-B	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10
C-C	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10
D-D	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20
E-E	Transversal	Ø8c/20	Ø10c/10
F-F	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20

- Escalera oficina:

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø8c/20	Ø12c/10
B-B	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20

5.4.11. Cálculo de fundaciones:

Se ha realizado el cálculo y verificación del sistema de fundación indirecta adoptado según el reglamento CIRSOC 201 con las cargas obtenidas mediante el cálculo estructural. La cimentación que se elige según las características del suelo de los estratos superiores y por las cargas actuantes es del tipo indirecta/profunda, la cual se compone de cabezales rígidos o flexibles, vigas centradoras y pilotes excavados de hormigón armado que transmiten la carga de la superestructura a los estratos aptos; a su vez, para el sistema de muros se adopta una fundación directa formada por vigas de encadenado y pilotines.



El programa para el caso de los cabezales rígidos se basa en las combinaciones mayoradas de las hipótesis planteadas del sistema de la superestructura; en cambio para el tipo de cabezal flexible se ha realizado un dimensionamiento manual y para los pilotes el software realiza la comprobación de que la peor combinación de hipótesis de cargas sin mayorar según la cantidad de pilotes sea inferior a la capacidad de carga admisible del pilote ingresada manualmente, la cual fue calculada en el capítulo N°3 del presente trabajo.

La capacidad de carga de los pilotines también fue calculada en ese capítulo y se verá cuanto se pueden separar en función de la carga a la que son solicitados.

Con respecto al recubrimiento de hormigón para las armaduras, se adopta en base a la tabla 7.7.1 del reglamento CIRSOC 201 para la clase de exposición A3 como condición que el hormigón colocado en la base de las fundaciones, en contacto con la capa de hormigón de limpieza tenga un recubrimiento según tabla de:

- Recubrimiento: $50mm * 1,30 = 65mm$

5.4.11.1. Cabezales:

Son los elementos de vinculación entre los tabiques o columnas de la superestructura y los pilotes. Como se ha mencionado, los cabezales se han diseñado para resistir las cargas mayoradas.

A - Cabezal rígido:

El programa realiza el cálculo de los cabezales considerándolos como sólidos rígidos. Para su dimensionamiento se toman los valores de las cargas obtenidas por hipótesis, se han colocado como datos de entrada las dimensiones iniciales de dichos elementos y con el software se obtienen las armaduras de acuerdo con la normativa vigente. A su vez, para definir el cabezal se debe indicar el tipo, número y posición de los pilotes, como así también la capacidad portante del mismo, es decir la carga de servicio que es capaz de soportar.

Los cabezales poseen una altura que está en función de la distancia entre pilotes, esto es con el fin de poder materializar un mecanismo de transmisión de fuerzas tipo biela, es decir, bielas de compresión inclinadas entre la columna y los pilotes. Las componentes horizontales de dichas bielas se encuentran traccionadas y las mismas se absorben mediante armaduras que actúan como tensores. Según estudios experimentales, la formación de las bielas para transmitir esfuerzos se genera cuando el ángulo formado por las bielas y la dirección horizontal se encuentra en el orden de 40° a 55° , para ángulos inferiores a 40° no es conveniente realizar este método debido a que las bielas no se formarían de manera correcta.

En primer lugar, el programa calcula la carga que reciben los pilotes con la ecuación de Navier generalizada, la cual considera el peso propio del cabezal y las acciones externas:

$$P_i = \frac{N}{n^{\circ}pilotes} + M_x * \frac{x_i}{\sum x_i^2} + M_y * \frac{y_i}{\sum y_i^2}$$

Siendo:

P_i = reacción del pilote i

y_i = distancia en dirección y del eje del cabezal al centro de gravedad total

x_i = distancia en dirección x del eje del cabezal al centro de gravedad total

$M_x = N * y_c$

= Momento debido a la excentricidad de la carga N en la dirección y

$M_y = N * x_c$

= Momento debido a la excentricidad de la carga N en la dirección x

Luego se comprueba que la capacidad admisible del pilote sea superior a la carga obtenida en el pilote más cargado. El dimensionamiento del cabezal se realiza con la carga máxima del pilote más cargado aplicando las combinaciones de cargas por hipótesis.

Existen distintas tipologías de cabezales contempladas en el software, para este proyecto se han adoptado las siguientes:

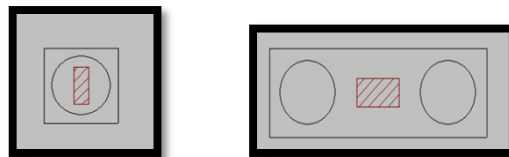


Fig. 39: Cabezal de 1 (A) y 2 (B) pilotes, respectivamente

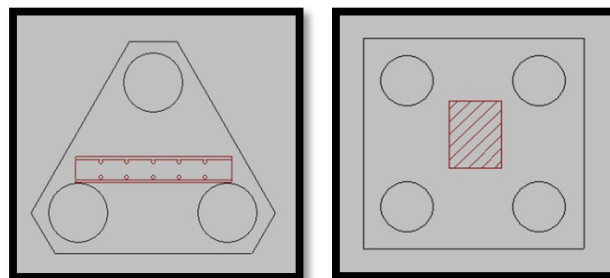


Fig. 40: Cabezal de 3 (C) y de 4 (D) pilotes, respectivamente

Los cabezales del tipo “A” se basan en un modelo formado por cargas concentradas sobre el mismo. Los del tipo “B” se apoyan en modelos de bielas y tensores, mejor conocido como el “Método de las bielas”, en el cual se tiene finalmente una armadura longitudinal inferior, superior y de piel (intermedia) y transversal constituida por estribos verticales cerrados. El caso “C” de tres pilotes también se basa en el método de las bielas y su armadura está compuesta por mallas superior, inferior, armadura en dirección de los



tensores y diagonales, y estribos horizontales formando una armadura perimetral. El caso de cuatro pilotes rectangular “D” es análogo al anterior “C”, a excepción de que en este no se dispone de armadura diagonal.

Seguidamente, a modo de ejemplo se realizan las verificaciones de uno de los cabezales rígidos de la planta de fundaciones del proyecto:

1.- ALTURA MÍNIMA DE LAS ZAPATAS Y CABEZALES

La altura de las zapatas sobre la armadura inferior será \square 150 mm para zapatas y \square 300 mm, para el caso de cabezales de pilotes (CIRSOC 201-2005, 15.7).

1087.5 mm \square 300.0 mm ✓

Altura de las zapatas sobre la armadura inferior : 1087.5 mm

2.- ESFUERZO DE CORTE EN ZAPATAS Y CABEZALES

Cuando la distancia entre el eje de un pilote y el eje de una columna sea mayor que el doble de la distancia entre la parte superior del cabezal de los pilotes y la parte superior del pilote, el cabezal debe cumplir los requerimientos de los artículos 11.12. y 15.5.4 (CIRSOC 201-2005, 15.5.3).

1000.0 mm \square 2200.0 mm ✓

Distancia entre el eje de un pilote y el eje de una columna : 1000.0 mm

Distancia entre la parte superior del cabezal de los pilotes y la parte superior del pilote : 1100.0 mm

3.- RECUBRIMIENTO DE HORMIGÓN

La armadura debe tener el recubrimiento mínimo de hormigón que se indica a continuación, pero su valor no debe ser menor que el indicado en los artículos 7.7.5. y 7.7.7 (CIRSOC 201-2005, 7.7.1):

Recubrimiento mínimo en mm : 50

(a) Hormigón colocado en la base de las fundaciones, en contacto con la capa de hormigón de limpieza (El recubrimiento indicado NO incluye el espesor de la capa de limpieza, indicado en el artículo 5.6.2.1).

Para las clases de exposición A3, Q1 y C1 los valores dados en los mencionados artículos se deben incrementar un 30 % y para las clases CL, M1, M2, M3, C2, Q2 y Q3 en un 50 % (CIRSOC 201-2005, 7.7.5).

Clase de exposición: A 3



Paramento		Cumple
Superior	65.0 mm <input type="checkbox"/> 65.0 mm	✓
Inferior	100.0 mm <input type="checkbox"/> 65.0 mm	✓
Lateral	65.0 mm <input type="checkbox"/> 65.0 mm	✓

4.- SEPARACIÓN DE LA ARMADURA MÁS CERCANA A LA CARA TRACCIONADA

El ancho de las fisuras en un tensor puede ser comprobado usando 10.6.4, suponiendo que el tensor se encuentra revestido por un prisma de concreto correspondiente al área del tensor indicada en RA.4.2 (ACI 318M-08, RA.2.1).

63.0 mm ☐ 217.5 mm ✓

10.6.4 - La separación de la armadura más cercana a la cara traccionada, s , debe ser igual o menor que el menor valor obtenido de las siguientes expresiones:

: 217.5 mm

: 300.0 mm

Siendo:

c_c : La menor distancia entre la superficie de la armadura o del acero de pretensado y la cara traccionada. Cuando exista una sola barra o alambre cerca de la cara más traccionada, el valor de s que se debe utilizar en la expresión (10-4) deberá ser el ancho de la cara más traccionada.

c_c : 65.0 mm

La tensión f_s (en MPa) en la armadura más cercana a la cara traccionada, bajo las cargas de servicio, se debe calcular como el momento no mayorado dividido por el producto del área de armadura por el brazo de palanca interno. Se permite f_s igual a $2/3 f_y$.

f_s : $2/3 f_y$

f_s : 280.00 MPa

f_y : Tensión de fluencia especificada de la armadura longitudinal no tesa.

f_y : 420.00 MPa

5.- LÍMITES PARA LA SEPARACIÓN DE LA ARMADURA - MÍNIMA

La separación libre mínima s_l , entre las barras o alambres paralelos, ubicados en una capa de armadura en elementos solicitados a flexión, debe ser (CIRSOC 201-2005, 7.6.1):

Tamaño máximo nominal del agregado grueso

: 15.0 mm



Ref.	d_b (mm)	Separación libre (mm)	Cumple
Viga - Armado inferior	25.0	38.0	✓
Viga - Armado superior	12.0	179.6	✓
Viga - Estribos horizontales	16.0	153.4	✓

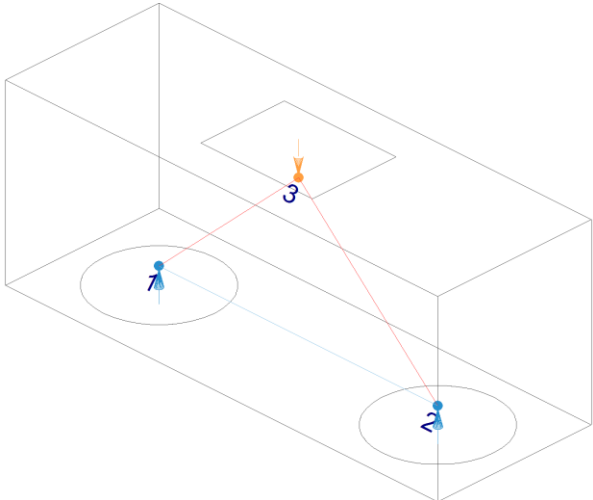
6.- LÍMITES PARA LA SEPARACIÓN DE LA ARMADURA - MÁXIMA

Para losas estructurales y fundaciones de espesor constante, el área mínima de la armadura de tracción, $A_{s,min}$, en la dirección de la luz, debe ser la misma que la especificada en el artículo 7.12. La máxima separación s_1 de esta armadura no debe exceder los siguientes valores especificados en el artículo 7.6.5 (CIRSOC 201-2005, 10.5.4):

Espesor : 1200.0 mm

Ref.	d_b (mm)	Separación (mm)	Cumple
Viga - Armado inferior	25.0	63.0	✓
Viga - Armado superior	12.0	191.6	✓

7.- LONGITUD DE ANCLAJE

Modelo de bielas y tirantes asociado a la combinación: "1.2·PP+1.2·CM+1.6·Qa"	
	Elemento: 1 - 2
	Nudo inicial
	Nudo final
	Reacciones (kN)
	Solicitaciones (kN)
	1
	2
	R1 = 2277.01
	R2 = 2277.04
	P1 = 4554.05

Se debe cumplir (CIRSOC 201-2005, 12):

$$869.0 \text{ mm} \geq 320.6 \text{ mm} \checkmark$$

l_{anc} : Longitud de anclaje disponible, medida desde la sección crítica hasta el extremo exterior (o borde) del gancho.

$$l_{anc} : 869.0 \text{ mm}$$

En las zonas nodales que anclan un tensor, el esfuerzo en el tensor se debe anclar desde el punto donde el baricentro de la armadura del tensor abandona la zona nodal extendida e ingresa al tramo (CIRSOC 201-2005, A.4.3.2).

12.5 - Anclaje de las barras o alambres traccionados con ganchos normales

La longitud de anclaje l_{dh} , en mm, para las barras o alambres conformados solicitados a tracción, que terminan con un gancho normal (ver el artículo 7.1.) se debe determinar de acuerdo con el artículo 12.5.2. y con los factores de modificación aplicables, especificados en el artículo 12.5.3., pero el valor de l_{dh} siempre debe ser (CIRSOC 201-2005, 12.5.1):

$$: 200.0 \text{ mm}$$

La longitud de anclaje l_{dh} , para las barras o alambres conformados se debe determinar con la siguiente expresión (CIRSOC 201-2005, 12.5.2):

$$: 459.9 \text{ mm}$$

en la cual:

$\square_e = 1,0$ para armadura sin revestir.

$$: 1.0$$

$\square = 1,0$ para hormigón de densidad normal.

$\square = 1,3$ para hormigón con agregados livianos.

$$: 1.0$$

f_y : Tensión de fluencia especificada de la armadura longitudinal no tesa.

$$f_y : 420.00 \text{ MPa}$$

Los valores de f_c usados en este Capítulo deben ser iguales o menores que 8.3 MPa (CIRSOC 201-2005, 12.1.2).

$$: 5.48 \text{ MPa}$$

f'_c : Resistencia especificada a la compresión del hormigón.

$$f'_c : 30.00 \text{ MPa}$$

d_b : Diámetro nominal de la barra.

$$d_b : 25.0 \text{ mm}$$

El valor de la longitud de anclaje l_{dh} , determinada de acuerdo con el artículo 12.5.2., se puede multiplicar por los factores de modificación aplicables en los casos que se detallan en la Tabla 12.5.3 (CIRSOC 201-2005, 12.5.3):

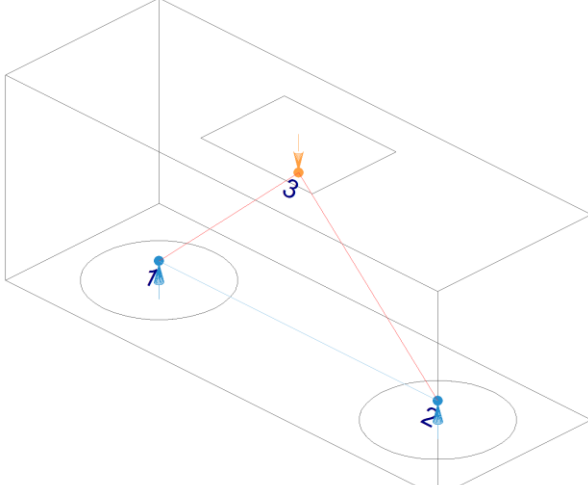
- a) Para los ganchos de las barras con $d_b \leq 32 \text{ mm}$, y en los alambres con $d_b \leq 16 \text{ mm}$, con un recubrimiento lateral, perpendicular al plano del gancho $c \leq 60 \text{ mm}$ y para los ganchos con un ángulo de 90° , con un recubrimiento sobre la prolongación de la barra o alambre más allá del gancho, $c \leq 50 \text{ mm}$: 0.70
- d) Cuando no se indique en forma específica la longitud de anclaje para la tensión f_y , y se disponga de armadura en exceso con respecto a la armadura requerida por cálculo.

$$: 0.996$$

Tensor	d_b (mm)	l_d (mm)	l_{anc} (mm)	ϕ	Cumple
1 - 2	25.0	320.6	869.0	0.369	✓

8.- ÁNGULO ENTRE LOS EJES DE LOS PUNTALES Y TENSORES

Modelo de bielas y tirantes asociado a la combinación: "1.4·PP+1.4·CM"

	Elemento: 3 - 1	
	Nudo inicial	Nudo final
	3	1
	Reacciones (kN)	Solicitaciones (kN)
	R1 = 1986.29 R2 = 1986.31	P1 = 3972.60



El ángulo entre el eje de cualquier puntal y el eje de cualquier tensor que concurra al mismo nodo se debe considerar siempre igual o mayor que 25° (CIRSOC 201-2005, A.2.5.).

$$42.7^\circ \geq 25.0^\circ \checkmark$$

Donde:

\square : Ángulo entre el eje de cualquier puntal y el eje de cualquier tensor que concurra al mismo nodo.

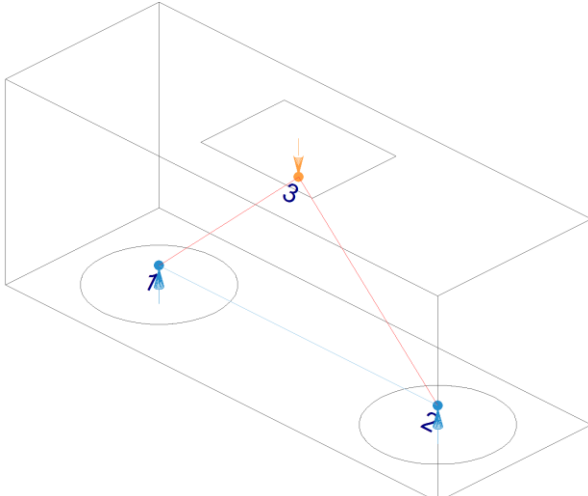
$$\square : 42.7^\circ$$

\square_{\min} : Ángulo mínimo.

$$\square_{\min} : 25.0^\circ$$

Puntal	\square ($^\circ$)	\square	Cumple
3 - 1	42.7	0.585	\checkmark
3 - 2	42.7	0.585	\checkmark

9.- RESISTENCIA DE LOS TENSORES

Modelo de bielas y tirantes asociado a la combinación: "1.2·PP+1.2·CM+1.6·Qa"	
	Elemento: 1 - 2
	Nudo inicial Nudo final
	1 2
	Reacciones (kN) Solicitaciones (kN)
	R1 = 2277.01 P1 = 4554.05 R2 = 2277.04

El diseño de los tensores se debe basar en (CIRSOC 201-2005, A.2.6, A.4):

$$2474.14 \text{ kN} \geq 2463.31 \text{ kN} \checkmark$$

Siendo:

F_u : Esfuerzo en un tensor debido a las cargas mayoradas.

$$F_u : 2463.31 \text{ kN}$$

\square : Factor de reducción de la resistencia especificado en el artículo 9.3.2.6.

$$\square : 0.75$$

F_{nt} : Resistencia nominal de un tensor.

$$F_{nt} : 3298.85 \text{ kN}$$

Siendo:

A_{ts} : Área de la armadura no tesa en un tensor.

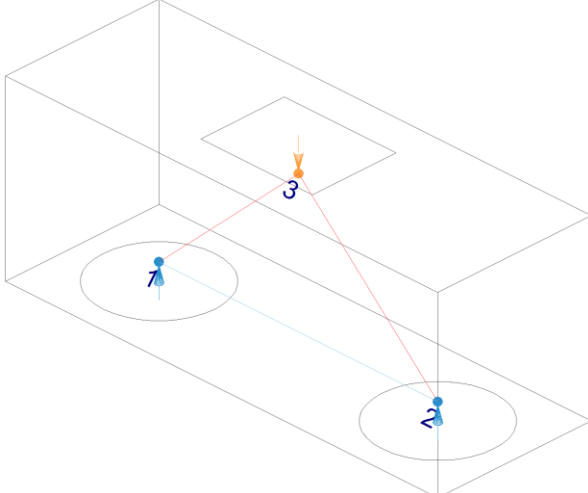
A_{ts} : 7854.4 mm²

f_y : Tensión de fluencia especificada de la armadura longitudinal no tesa.

f_y : 420.00 MPa

Tensor	A_{ts} (mm ²)	F_{nt} (kN)	F_u (kN)	\square	Cumple
1 - 2	7854.4	3298.85	2463.31	0.996	✓

10.- RESISTENCIA DE LOS PUNTALES

Modelo de bielas y tirantes asociado a la combinación: "1.2·PP+1.2·CM+1.6·Qa"	
	Elemento: 3 - 1
	Nudo inicial
	Nudo final
	Reacciones (kN)
	Solicitaciones (kN)
	R1 = 2277.01 R2 = 2277.04 P1 = 4554.05

El diseño de los puntales se debe basar en (CIRSOC 201-2005, A.2.6, A.3):

3895.40 kN \square 3354.50 kN ✓

Siendo:

F_u : Esfuerzo en un puntal debido a las cargas mayoradas.

F_u : 3354.50 kN

\square : Factor de reducción de la resistencia especificado en el artículo 9.3.2.6.

\square : 0.75

F_{ns} : Resistencia nominal a la compresión de un puntal sin armadura longitudinal.

F_{ns} : 5193.87 kN

Siendo:

A_{cs} : Área de la sección transversal en un extremo del puntal.

A_{cs} : 339468.5 mm²

f_{ce} : Resistencia efectiva a la compresión del hormigón en un puntal.

f_{ce} : 15.30 MPa

Siendo:

ϕ_s : Factor que considera el efecto de la armadura de fisuración y de confinamiento, sobre la resistencia efectiva a la compresión del hormigón, en un puntal.

ϕ_s : 0.60

Para puntales ubicados de manera tal que el ancho de la sección transversal del puntal en la mitad de su longitud sea mayor que el ancho en los nodos (puntales en forma de botella), el valor de ϕ_s será (CIRSOC 201-2005, A.3.2.2):

(a) con armadura que satisface el artículo A.3.3, $\phi_s = 0.75$

(b) sin armadura que satisface el artículo A.3.3, $\phi_s = 0.60\phi$

donde el valor de ϕ está especificado en el artículo 11.7.4.3.

$\phi = 1,0$ para hormigón de densidad normal

Para un valor de f'_c igual o menor que 42 MPa, se puede verificar el requisito especificado en el artículo A.3.3, haciendo que el eje del puntal sea cruzado por capas de armadura que verifiquen la siguiente expresión (CIRSOC 201-2005, A.3.3.1):

A_{si} : la sección total de armadura con separación s_i en una capa de armadura i que forma un ángulo ϕ_i con respecto al eje del puntal.

b_s : ancho de un puntal.

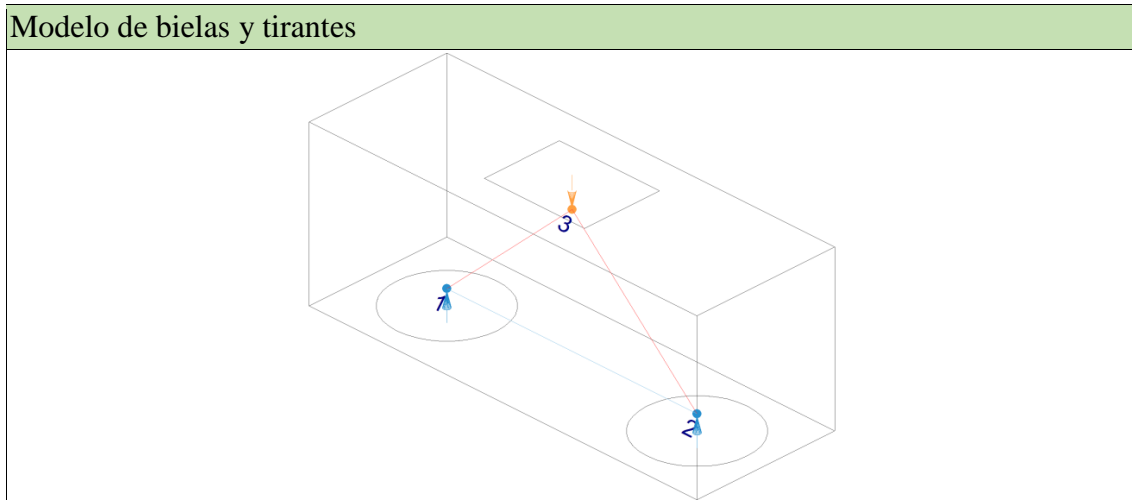
La armadura requerida por el artículo A.3.3 se debe disponer ya sea en dos direcciones ortogonales, formando ángulos ϕ_1 y ϕ_2 con respecto al eje del puntal, o bien en una sola dirección formando un ángulo ϕ con respecto al eje del puntal. Si la armadura se coloca solamente en una dirección, ϕ debe ser igual o mayor que 40° (CIRSOC 201-2005, A.3.3.2).

f'_c : Resistencia especificada a la compresión del hormigón.

f'_c : 30.00 MPa

Puntal	ϕ_s	A_{cs} (mm ²)	F_{ns} (kN)	F_u (kN)	ϕ	Cumple
3 - 1	0.60	339468.5	5193.87	3354.50	0.86	✓
3 - 2	0.60	339471.1	5193.91	3354.53	0.86	✓

11.- RESISTENCIA DE LAS ZONAS NODALES



El diseño de las zonas nodales se debe basar en (CIRSOC 201-2005, A.2.6, A.5):

$$5556.92 \text{ kN} \leq 3354.53 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Siendo:

F_u : Esfuerzo que actúa sobre una cara de una zona nodal, debida a las cargas mayoradas.

$$F_u : 3354.53 \text{ kN}$$

ϕ : Factor de reducción de la resistencia especificado en el artículo 9.3.2.6.

$$\phi : 0.75$$

F_{nn} : Resistencia nominal a la compresión de una zona nodal.

$$F_{nn} : 7409.23 \text{ kN}$$

Siendo:

A_{nz} : Área de una cara de una zona nodal o de una sección que atraviesa una zona nodal.

$$A_{nz} : 363197.4 \text{ mm}^2$$

f_{ce} : Resistencia efectiva a la compresión del hormigón en una zona nodal, de acuerdo con el artículo A.5.2.

$$f_{ce} : 20.40 \text{ MPa}$$

ϕ_n : Factor que considera el efecto del anclaje de los tensores sobre la resistencia efectiva a la compresión de una zona nodal.

$$\phi_n : 0.80$$



f'_c : Resistencia especificada a la compresión del hormigón.

f'_c : 30.00 MPa

A.5.2.1 - En zonas nodales limitadas por puntales o áreas de apoyo, o ambas

Ref.	ϕ_n	f_{ce} (MPa)	A_{nz} (mm ²)	F_{nn} (kN)	F_u (kN)	Combinación de acciones	ϕ	Cumple
3 - 1	1.00	25.50	339468.5	8656.45	3354.50	1.2·PP+1.2·CM+1.6·Qa	0.517	✓
3 - 2	1.00	25.50	339471.1	8656.51	3354.53	1.2·PP+1.2·CM+1.6·Qa	0.517	✓

A.5.2.2 - En zonas nodales que anclan un tensor

Ref.	ϕ_n	f_{ce} (MPa)	A_{nz} (mm ²)	F_{nn} (kN)	F_u (kN)	Combinación de acciones	ϕ	Cumple
1	0.80	20.40	363195.1	7409.18	3354.50	1.2·PP+1.2·CM+1.6·Qa	0.604	✓
2	0.80	20.40	363197.4	7409.23	3354.53	1.2·PP+1.2·CM+1.6·Qa	0.604	✓

12.- CAPACIDAD ADMISIBLE DEL PILOTE

El área de la zapata, o el número y la distribución de pilotes, se debe determinar a partir de las fuerzas y momentos no mayorados transmitidos al suelo o a los pilotes a través de la zapata ó del cabezal, y la tensión admisible del suelo o la capacidad admisible de los pilotes se debe determinar utilizando los principios de la Mecánica de Suelos (CIRSOC 201-2005, 15.2.2).

Capacidad admisible del pilote ϕ Fuerza no mayorada

Situación	Combinación de acciones	Capacidad admisible del pilote (kN)	Fuerza no mayorada (kN)	Cumple
Persistentes o transitorias	PP+CM+Qa+V(-Xexc.+)	2280.00	1928.80	✓

Análogamente se realiza el cálculo y verificación para el resto de los cabezales del sistema de cimentación.

B- Cabezal flexible:

Tanto en el tabique de la escalera principal como del ascensor se tienen cabezales con un número importante de pilotes (15 y 8 pilotes respectivamente), estos cabezales adquieren grandes dimensiones en plantas y en consecuencia no es factible calcularlo como cabezal rígido con el método de las bielas debido a que la altura requerida de estos elementos resultaría muy elevada. Para estos casos se dimensiona dichos elementos a flexión, verificando corte y punzonamiento.

En estos casos el ángulo que se forma entre un puntal y la horizontal son menores a 40° , debido a que generalmente la altura del cabezal suele ser tan pequeña que ya no cumple con el requisito necesario para calcularlo como rígido.

Antes de comenzar el dimensionamiento del cabezal se debe centrar el baricentro del mismo con el baricentro de las cargas de los tabiques, ya que si es excéntrico se produce un momento causado por la resultante que incide directamente sobre los pilotes. En el caso del cabezal de escalera, se desplazó el cabezal 40 cm del baricentro de cargas en dirección y-y adrede, para que de esa manera invada el espacio de otros cabezales. Para el encepado del ascensor no se lo colocó de manera excéntrica.

El dimensionamiento de este tipo de cabezales se ha realizado manualmente. En primer lugar, se determinan las solicitaciones críticas producidas por los tabiques que descargan directamente sobre el cabezal considerando que los pilotes son apoyos fijos. Con el programa FTool usado a lo largo de la carrera se determinan las solicitaciones últimas y luego se verifica la altura adoptada del cabezal y se dimensionan las armaduras. Se debe analizar el sentido y-y del encepado como así también el sentido x-x, y de esta manera colocar armaduras en ambos ejes.

Es importante que el cabezal no lleve estribos, debido a la complejidad que conlleva armarlo en obra, por esa razón la altura del mismo debe ser suficiente para que el hormigón resista por su cuenta los esfuerzos de corte.

En el caso del punzonamiento, se analiza el efecto que produce el pilote más cargado sobre el cabezal, que se puede encontrar en el borde, en la zona central o en la esquina. Con las fórmulas brindadas por el reglamento se vuelve a comprobar si la altura adopta verifica correctamente.

A continuación, se presenta el cálculo de los cabezales de escalera y ascensor.

Cabezal de escaleras:

Tabiques de caja de escalera				
Muro	Hipótesis	Esfuerzos		
		N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
M8	Peso propio	4289.9	-0.5	-29.5
	Carga permanente	1549.3	0.8	288.6
	Sobrecarga	1187.1	2.1	257.76
	Viento -X exc +	4575.8	-26.1	-1120
M9	Peso propio	3308	1.2	296.8
	Carga permanente	1268.3	0.7	231.9
	Sobrecarga	1134.8	0.7	164.9
	Viento -X exc +	-1263	-19.9	673.4
M10	Peso propio	1319.8	2.1	-3.7
	Carga permanente	436.2	12.3	-1.2
	Sobrecarga	363.3	40.7	-1.1
	Viento -X exc +	470.3	-794.1	-1.9



M11	Peso propio	1272	27.7	1.7
	Carga permanente	549.3	20	0.8
	Sobrecarga	471.4	53.6	0.5
	Viento -X exc +	-933	-1432	0.9

Baricentro de cargas de tabique de escalera:

Las cargas actuantes son:

R =	19999.5 kN
N8 =	11602.1 kN
N9 =	4448.1 kN
N10 =	2589.6 kN
N11 =	1359.7 kN
Mx8 =	-23.7 kNm
Mx9 =	-17.3 kNm
Mx10 =	-739 kNm
Mx11 =	-1330.7 kNm
My8 =	-603.14 kNm
My9 =	1367 kNm
My10 =	-7.9 kNm
My11 =	3.9 kNm

Teniéndose así las siguientes coordenadas:

$$xg = \frac{\sum(Ni * xgi + Mxi)}{R} = 0,87m$$

$$yg = \frac{\sum(Ni * ygi + Myi)}{R} = 3,58m$$

La carga en cada pilote del tabique de escalera se obtiene a través de la formula de Navier generalizada, la cual se expresa de la siguiente manera:

$$P_i = \frac{N}{n^{\circ}pilotes} + M_x * \frac{x_i}{\sum x_i^2} + M_y * \frac{y_i}{\sum y_i^2}$$

Siendo el espesor del cabezal = 1m

$$\sum x_i^2 = 40m^2; \sum y_i^2 = 120m^2$$

Peso propio del cabezal:

$$P_{pcabezal} = 9,1m * 5,1m * 1m * 25 Kn/m^3 = 1160,26Kn$$

$$N = R_t = P_{pcabezal} + R = 21159,75kN$$

$$M_x = M_{x8} + M_{x9} + M_{x10} + M_{x11} = -2110,70 kNm$$

$$M_y = M_{y8} + M_{y9} + M_{y10} + M_{y11} = 759,86 kNm$$



Teniéndose así la carga en cada pilote:

Carga actuante en cada pilote en ELS				
Pilote 1:	1274.85	Kn	<	2280 kN
Pilote 2:	1169.32	Kn	<	2280 kN
Pilote 3:	1063.78	Kn	<	2280 kN
Pilote 4:	1395.52	Kn	<	2280 kN
Pilote 5:	1289.98	Kn	<	2280 kN
Pilote 6:	1184.45	Kn	<	2280 kN
Pilote 7:	1516.19	Kn	<	2280 kN
Pilote 8:	1410.65	Kn	<	2280 kN
Pilote 9:	1305.12	Kn	<	2280 kN
Pilote 10:	1636.85	Kn	<	2280 kN
Pilote 11:	1531.32	Kn	<	2280 kN
Pilote 12:	1425.78	Kn	<	2280 kN
Pilote 13:	1757.52	Kn	<	2280 kN
Pilote 14:	1651.98	Kn	<	2280 kN
Pilote 15:	1546.45	Kn	<	2280 kN

Como se observa en la planilla, dichos valores de cargas no deben superar la capacidad admisible del pilote ($Q_t = 2280\text{kN}$ para pilotes de diámetro 0,80m) en estado de servicio.

A continuación, se determinan las reacciones de los pilotes en cabezal de caja de escalera para el estado limite ultimo de punzonamiento:

La combinación más desfavorable resulta:

$$1,2 * Pp + 1,2 * Cm + 0,5 * Sc + 1,6 * V(-x \text{ exc} +)$$

Muro	Esfuerzos combinados		
	Nu (kN)	Mux (kNm)	Muy (kNm)
M8	14921.87	-40.35	-1352.2
M9	4038.16	-29.21	1794.33
M10	3041.33	-1232.93	-9.47
M11	928.46	-2207.16	4.69



Convención: M_x : momento alrededor del eje y-y; M_y : momento alrededor del eje x-x.

Resultante ultima: $R_u = \sum N_u = 22929,82kN$

Momento último: $M_{ux} = \sum M_{ux} = -3509,65kNm$

Momento último: $M_{uy} = \sum M_{uy} = 437,35kNm$

Peso propio cabezal $P_u = 1,2 * P_{pcabezal} = 1,2 * 1160,25kN = 1392,30kN$

Resultante total

$$R_t = R_u + P_{pucabezal} = 1392,30kN + 22929,82kN = 24322,12kN$$

Teniéndose así, las reacciones de cada pilote para dimensionar el cabezal de escalera calculadas a partir de la formula generalizada de Navier:

$$P_i = \frac{N}{n^{\circ}pilotes} + M_x * \frac{x_i}{\sum x_i^2} + M_y * \frac{y_i}{\sum y_i^2}$$

Siendo la reacción ultima en cada pilote:

Reacciones ultimas en pilotes de cabezal		
Pilote 1:	1505.80	Kn
Pilote 2:	1330.32	Kn
Pilote 3:	1154.84	Kn
Pilote 4:	1651.38	Kn
Pilote 5:	1475.90	Kn
Pilote 6:	1300.42	Kn
Pilote 7:	1796.96	Kn
Pilote 8:	1621.47	Kn
Pilote 9:	1445.99	Kn
Pilote 10:	1942.53	Kn
Pilote 11:	1767.05	Kn
Pilote 12:	1591.57	Kn
Pilote 13:	2088.11	Kn
Pilote 14:	1912.63	Kn
Pilote 15:	1737.14	Kn

Cálculo de solicitaciones según dirección y-y (eje de mayor longitud):

Cargas:

$$q_1 = 153 \frac{kN}{m}$$

$$q_2 = 2033,04 \frac{kN}{m} \text{ (peso propio cabestal + peso del tabique 8)}$$

$$q_3 = 2750,68 \frac{kN}{m} \text{ (peso propio cabestal + peso del tabique 8 y 9)}$$

$$P_1 = 928,46 \frac{kN}{m} \text{ (carga del tabique en direccion } x - x \text{ M11)}$$

$$P_2 = 3041,33 \frac{kN}{m} \text{ (carga del tabique en direccion } x - x \text{ M10)}$$

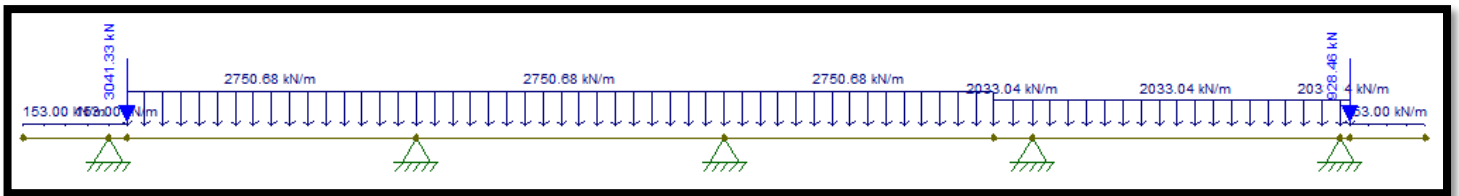


Fig. 41: Cargas actuantes en cabestal de escalera

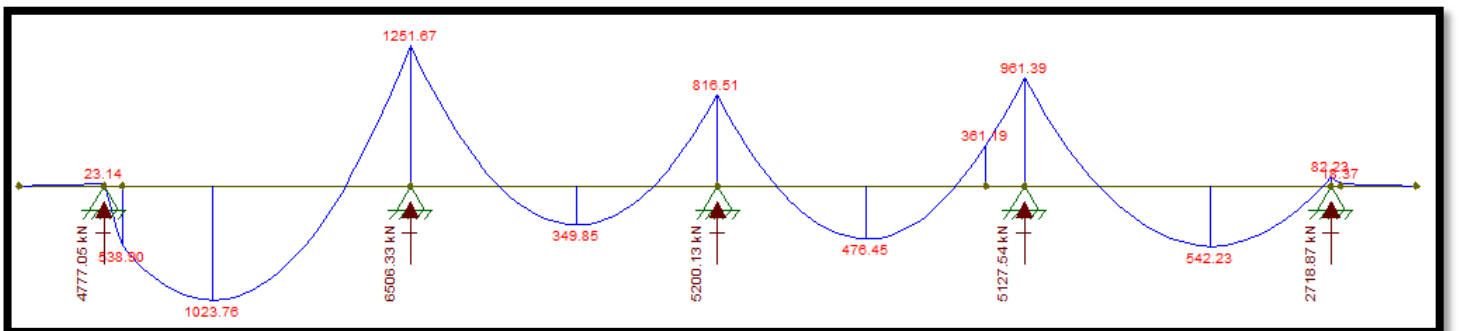


Fig. 42: Momentos flectores

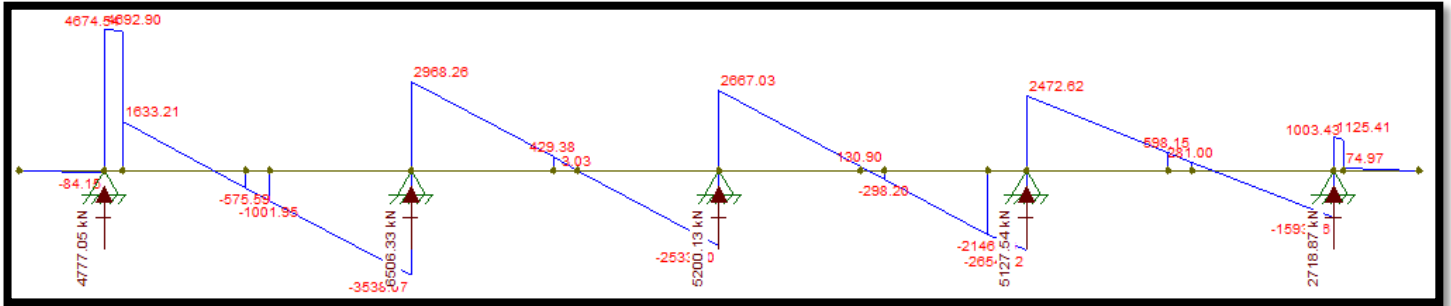


Fig. 43: Esfuerzo cortante calculado a una distancia d del apoyo

Verificación al corte:

El esfuerzo de corte se lo toma a una distancia d del filo del apoyo según Artículo 11.1.3.1 del CIRSOC 201-2005:

$$d = H - \frac{\phi}{2} - rec = 92,25cm$$

Siendo:

$$H = 100cm$$

$$\phi = 2,50cm$$

$$rec = 6,50cm$$

$$V_n \geq \frac{V_u}{\phi} = 1001,95 kN \text{ (Cirsoc 201 11 - 1)}$$

$$V_u = 757,90 kN; \phi = 0,75$$

Resistencia nominal al corte proporcionado por el hormigón:

$$V_c = \frac{1}{6} * \sqrt{f'c} * b * d = 4294,83 kN \text{ (Ec. 11.3.1.1 - CIRSOC 201)}$$

$$f'c = 30Mpa$$

$$b = 5,10m$$

$$d = 0,9225m$$

$$\therefore V_c = 4294,83 kN > V_n = 1001,95 kN$$

→ No se necesitarían estribos para tomar el esfuerzo de corte



Verificación al punzonado del pilote 13 (más cargado):

Según el artículo 11.12.2.1 el valor de V_c será el menor de estas tres ecuaciones:

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \sqrt{f'_c} * b_o * \frac{d}{6} = 8,18 \text{ Mn} = 8180,89 \text{ kN (Ec. 11 - 33)}$$

$$\beta = \frac{L_{mayor}}{L_{menor}} = 1,00$$

$$b_o = 3,24 \text{ m}$$

$$V_c = \left(\alpha_s * \frac{d}{b_o} + 2\right) * \sqrt{f'_c} * b_o * \frac{d}{12} = 10,50 \text{ MN} = 10495,55 \text{ kN (Ec. 11 - 34)}$$

$$\alpha_s = 20 \text{ (pilote de esquina)}$$

$$V_c = \sqrt{f'_c} * b_o * \frac{d}{3} = 5,45 \text{ MN} = 5453,93 \text{ kN (Ec. 11 - 35)}$$

El menor valor corresponde a V_c , por lo tanto:

$$V_c = 5453,93 \text{ kN} > V_n = \frac{N_u}{\phi} = 2784,15 \text{ kN} \therefore \text{Verifica}$$

Dimensionamiento a flexión:

Armadura en la parte superior:

$$M_n \geq \frac{M_u}{\phi} = 1390,74 \text{ kNm} = 1,39 \text{ Mnm}$$

Utilizando las tablas de flexión de Kd se obtiene:

$$kd = \frac{d}{\sqrt{\left(\frac{M_n}{b}\right)}} = 1,767$$

Para un Hormigón H-30:

$$k_e = 24,301$$

$$A_s = k_e * \frac{M_n}{d} = 36,64 \text{ cm}^2$$

Se ha adoptado 12 barras de 20mm de diámetro cada una.

Separación entre barras: $s = 41,00 \text{ cm}$

Armadura mínima: según Artículo 10.5 - CIRSOC 201:



$$A_{smin} = \frac{\sqrt{f'c}}{4 * f_y} * b * d \geq \frac{1,4}{f_y} * b * d$$

$$A_{smin1} = 153,39 cm^2; A_{smin2} = 156,83 cm^2$$

Al ser la armadura mínima mayor, se ha adoptado finalmente: 32 barras de 25mm de diámetro cada una.

Separación entre barras: $s = 15 cm$

Armadura en la parte inferior:

$$M_n \geq \frac{M_u}{\phi} = 5848,91 kNm = 5,85 Mnm$$

Utilizando las tablas de flexión de Kd se obtiene:

$$kd = \frac{d}{\sqrt{\left(\frac{M_n}{b}\right)}} = 1,151$$

Para un Hormigón H-30:

$$k_e = 24,301$$

$$A_s = k_e * \frac{M_n}{d} = 154,10 cm^2$$

Al ser la armadura mínima mayor, se ha adoptado 50 barras de 20 mm de diámetro cada una.

Separación entre barras: $s = 17 cm$

Cálculo de solicitaciones según dirección x-x (eje de menor longitud):

Cargas:

$$q_1 = 273 \frac{kN}{m}$$

$$q_2 = 1833,41 \frac{kN}{m} \text{ (peso propio cabezal + peso del tabique 10 y 11)}$$

$$q_3 = 616,87 \frac{kN}{m} \text{ (peso propio cabezal + peso del tabique 11)}$$

$$P_1 = 14921,87 \frac{kN}{m} \text{ (carga del tabique en direccion y - y M8)}$$

$$P_2 = 4038,16 \frac{kN}{m} \text{ (carga del tabique en direccion y - y M9)}$$

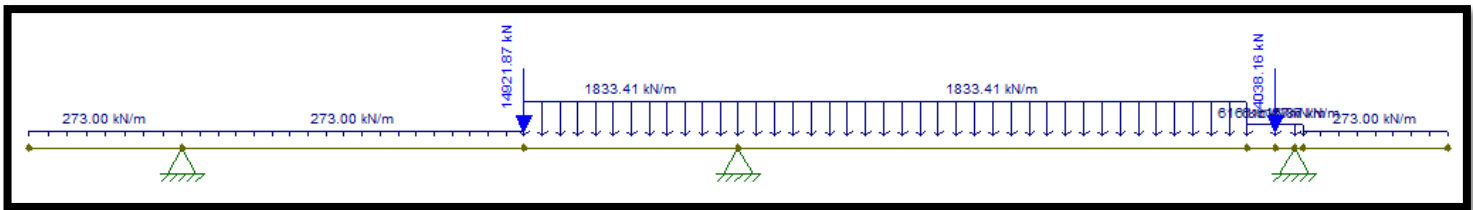


Fig. 44: Cargas actuantes en cabezal de escalera

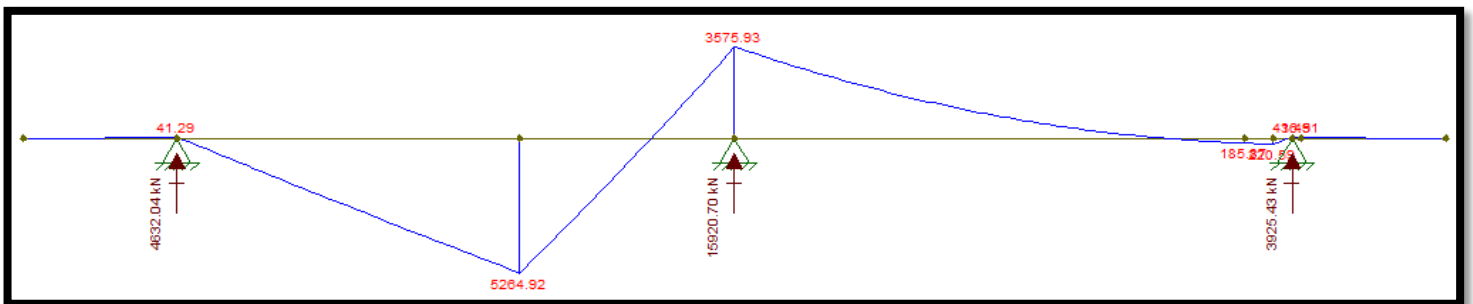


Fig. 45: Momentos flectores

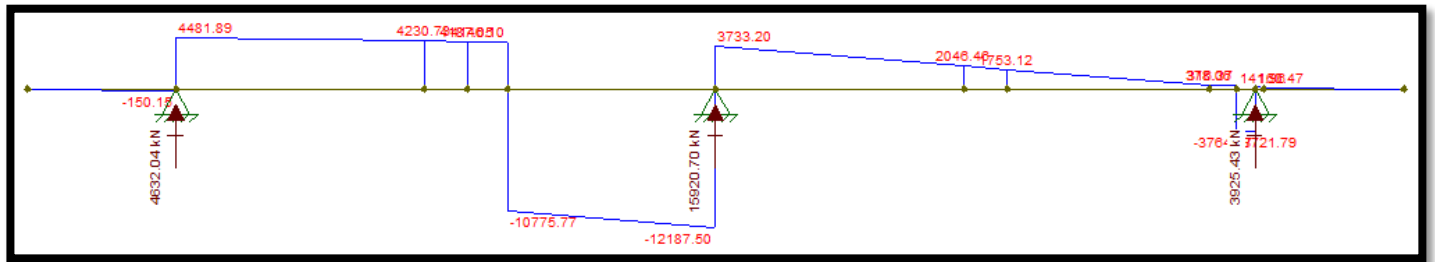


Fig. 46: Esfuerzo cortante calculado a una distancia d del apoyo

Verificación al corte:

El esfuerzo de corte se lo toma a una distancia d del filo del apoyo según Artículo 11.1.3.1 del CIRSOC 201-2005:

$$d = H - \frac{\phi}{2} - rec = 92,25cm$$

Siendo:

$$H = 100cm$$

$$\phi = 2,50cm$$

$$rec = 6,50cm$$

$$V_n \geq \frac{V_u}{\phi} = 5640,97 \text{ kN (Cirsoc 201 11 - 1)}$$

$$V_u = 4230,73 \text{ kN}; \phi = 0,75$$

Resistencia nominal al corte proporcionado por el hormigón:

$$V_c = \frac{1}{6} * \sqrt{f'c} * b * d = 7663,32 \text{ kN (Ec. 11.3.1.1 - CIRSOC 201)}$$

$$f'c = 30Mpa$$

$$b = 9,10m$$

$$d = 0,9225m$$

$$\therefore V_c = 7663,32 \text{ kN} > V_n = 5640,97 \text{ kN}$$

→ No se necesitarían estribos para tomar el esfuerzo de corte

Verificación al punzonado del pilote 13 (más cargado):

Según el artículo 11.12.2.1 el valor de V_c será el menor de estas tres ecuaciones:

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \sqrt{f'_c} * b_o * \frac{d}{6} = 8,18 \text{ Mn} = 8180,89 \text{ kN (Ec. 11 - 33)}$$

$$\beta = \frac{L_{mayor}}{L_{menor}} = 1,00$$

$$b_o = 3,24 \text{ m}$$

$$V_c = \left(\alpha_s * \frac{d}{b_o} + 2\right) * \sqrt{f'_c} * b_o * \frac{d}{12} = 10,50 \text{ MN} = 10495,55 \text{ kN (Ec. 11 - 34)}$$

$$\alpha_s = 20 \text{ (pilote de esquina)}$$

$$V_c = \sqrt{f'_c} * b_o * \frac{d}{3} = 5,45 \text{ MN} = 5453,93 \text{ kN (Ec. 11 - 35)}$$

El menor valor corresponde a V_c , por lo tanto:

$$V_c = 5453,93 \text{ kN} > V_n = \frac{N_u}{\phi} = 2784,15 \text{ kN} \therefore \text{Verifica}$$

Dimensionamiento a flexión:Armadura en la parte superior:

$$M_n \geq \frac{M_u}{\phi} = 3973,26 \text{ kNm} = 3,97 \text{ Mnm}$$

Utilizando las tablas de flexión de Kd se obtiene:

$$kd = \frac{d}{\sqrt{\left(\frac{M_n}{b}\right)}} = 1,396$$

Para un Hormigón H-30:

$$k_e = 24,301$$

$$A_s = k_e * \frac{M_n}{d} = 104,67 \text{ cm}^2$$

Se ha adoptado 34 barras de 20mm de diámetro cada una.

Separación entre barras: $s = 26 \text{ cm}$

Armadura mínima: según Artículo 10.5 - CIRSOC 201:



$$A_{smin} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 * f_y} * b * d \geq \frac{1,4}{f_y} * b * d$$

$$A_{smin1} = 273,69 \text{ cm}^2; A_{smin2} = 279,83 \text{ cm}^2$$

Al ser la armadura mínima mayor, se ha adoptado finalmente: 58 barras de 25mm de diámetro cada una.

Separación entre barras: $s = 15 \text{ cm}$

Armadura en la parte inferior:

$$M_n \geq \frac{M_u}{\phi} = 5849,91 \text{ kNm} = 5,85 \text{ Mnm}$$

Utilizando las tablas de flexión de Kd se obtiene:

$$kd = \frac{d}{\sqrt{\left(\frac{M_n}{b}\right)}} = 1,151$$

Para un Hormigón H-30:

$$k_e = 24,301$$

$$A_s = k_e * \frac{M_n}{d} = 154,10 \text{ cm}^2$$

Al ser la armadura mínima mayor, se ha adoptado 58 barras de 25mm de diámetro cada una.

Separación entre barras: $s = 15 \text{ cm}$

Cabezal de ascensor:

Tabiques de caja de ascensores				
Muro	Hipótesis	Esfuerzos		
		N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
M12	Peso propio	2021	1.3	-23.4
	Carga permanente	849.9	0.7	24.6
	Sobrecarga	874.8	0.6	15.9
	Viento +X exc -	648.3	5.9	283.9
M13	Peso propio	956.5	-19.8	2.2
	Carga permanente	421.7	-7.7	0.8
	Sobrecarga	402.9	2	0.9
	Viento +X exc -	-125.4	290.5	0.5
M14	Peso propio	852.9	-35.1	-1.2
	Carga permanente	329.9	-10.8	-0.4



	Sobrecarga	324.8	-3.4	-0.5
	Viento +X exc -	-584.9	313.1	0.7

Baricentro de cargas de tabique de ascensor:

Las cargas actuantes son:

R =	6972,40 kN
N12 =	4394 kN
N13 =	1655,7 kN
N14 =	922,7 kN
Mx12 =	8,50 kNm
Mx13 =	265 kNm
Mx14 =	263,8 kNm
My12 =	301 kNm
My13 =	4,4 kNm
My14 =	-1,4 kNm

Teniéndose así las siguientes coordenadas:

$$xg = \frac{\sum(Ni * xgi + Mxi)}{R} = 0,49m$$

$$yg = \frac{\sum(Ni * ygi + Myi)}{R} = 2,39m$$

La carga en cada pilote del tabique de escalera se obtiene a través de la fórmula de Navier generalizada como se ha mencionado anteriormente, la cual se expresa de la siguiente manera:

$$P_i = \frac{N}{n^{\circ}pilotes} + M_x * \frac{x_i}{\sum x_i^2} + M_y * \frac{y_i}{\sum y_i^2}$$

Siendo el espesor del cabezal = 1m

$$\sum x_i^2 = 8,90m^2; \sum y_i^2 = 30,63m^2$$

Peso propio del cabezal:

$$P_{p\text{cabezal}} = 2,75m * 6,25m * 1m * 25 \text{ Kn}/m^3 = 429,69Kn$$

$$N = R_t = P_{p\text{cabezal}} + R = 7402,09kN$$

$$M_x = M_{x12} + M_{x13} + M_{x14} = 537,3 \text{ kNm}$$

$$M_y = M_{y12} + M_{y13} + M_{y14} = 304 \text{ kNm}$$

Teniéndose así la carga en cada pilote para el estado en servicio ultimo:

Carga actuante en cada pilote en ELS				
Pilote 1:	898.52	Kn	<	1831 kN
Pilote 2:	1004.12	Kn	<	1831 kN
Pilote 3:	881.15	Kn	<	1831 kN
Pilote 4:	986.75	Kn	<	1831 kN
Pilote 5:	863.78	Kn	<	1831 kN
Pilote 6:	969.37	Kn	<	1831 kN
Pilote 7:	846.40	Kn	<	1831 kN
Pilote 8:	952.00	Kn	<	1831 kN

Como se observa en la planilla, dichos valores de cargas no deben superar la capacidad admisible del pilote ($Q_t = 1831 \text{ kN}$ para pilotes de diámetro 0,70m) en estado de servicio.

A continuación, se determinan las reacciones de los pilotes en cabezal de ascensor para el estado límite último de punzonamiento:

La combinación más desfavorable resulta:

$$1,2 * Pp + 1,2 * Cm + 0,5 * Sc + 1,6 * V(-x \text{ exc}+)$$

Muro	Esfuerzos combinados		
	Nu (kN)	Mux (kNm)	Muy (kNm)
M12	4919.76	12.14	463.63
M13	1654.65	432.8	4.85
M14	645.92	444.18	-1.05



Convención: M_x : momento alrededor del eje y-y; M_y : momento alrededor del eje x-x.

Resultante última: $R_u = \sum N_u = 7220,33kN$

Momento último: $M_{ux} = \sum M_{ux} = 889, kNm$

Momento último: $M_{uy} = \sum M_{uy} = 467,43kNm$

Peso propio cabezal $P_u = 1,2 * P_{pcabezal} = 1,2 * 429,69kN = 515,63kN$

Resultante total

$$R_{tu} = R_u + P_{pucabezal} = 7220,33kN + 515,63kN = 7735,96kN$$

Teniéndose así, las reacciones últimas de cada pilote para dimensionar el cabezal de ascensor calculadas a partir de la formula generalizada de Navier:

$$P_i = \frac{N}{n^{\circ}pilotes} + M_x * \frac{x_i}{\sum x_i^2} + M_y * \frac{y_i}{\sum y_i^2}$$

Siendo la reacción última en cada pilote:

Reacción última en pilotes de cabezal:		
Pilote 1:	919.69	Kn
Pilote 2:	1094.43	Kn
Pilote 3:	892.98	Kn
Pilote 4:	1067.72	Kn
Pilote 5:	866.27	Kn
Pilote 6:	1041.01	Kn
Pilote 7:	839.56	Kn
Pilote 8:	1014.30	Kn

Cálculo de solicitaciones según dirección y-y (eje de mayor longitud):

Cargas:

$$q_1 = 82,50 \frac{kN}{m}$$

$$q_2 = 1283,91 \frac{kN}{m} \text{ (peso propio cabezal + peso del tabique 12)}$$

$$P_6 = 1654,65 \frac{kN}{m} \text{ (carga del tabique en direccion } x - x \text{ M13)}$$

$$P_7 = 645,92 \frac{kN}{m} \text{ (carga del tabique en direccion } x - x \text{ M14)}$$

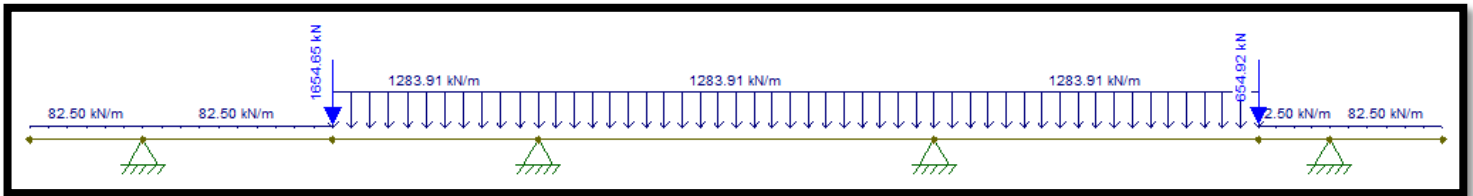


Fig. 47: Cargas actuantes en cabezal de ascensor

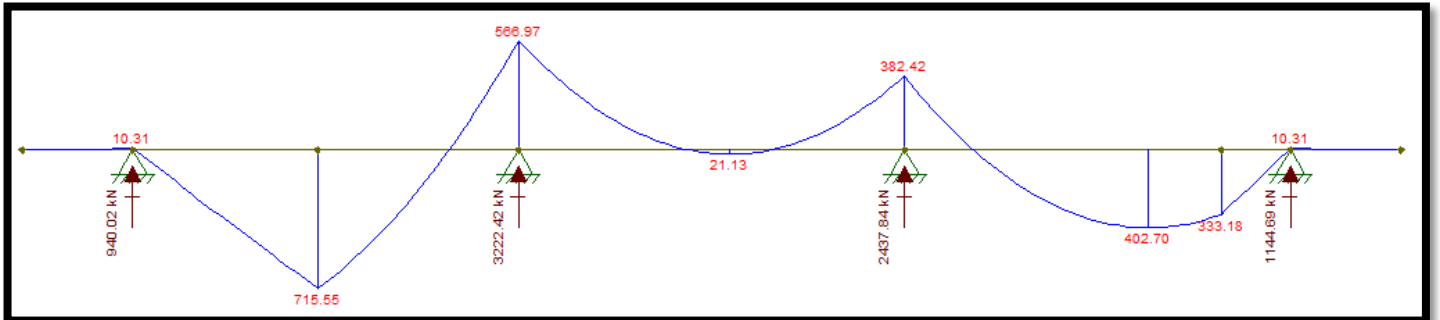


Fig. 48: Momentos flectores

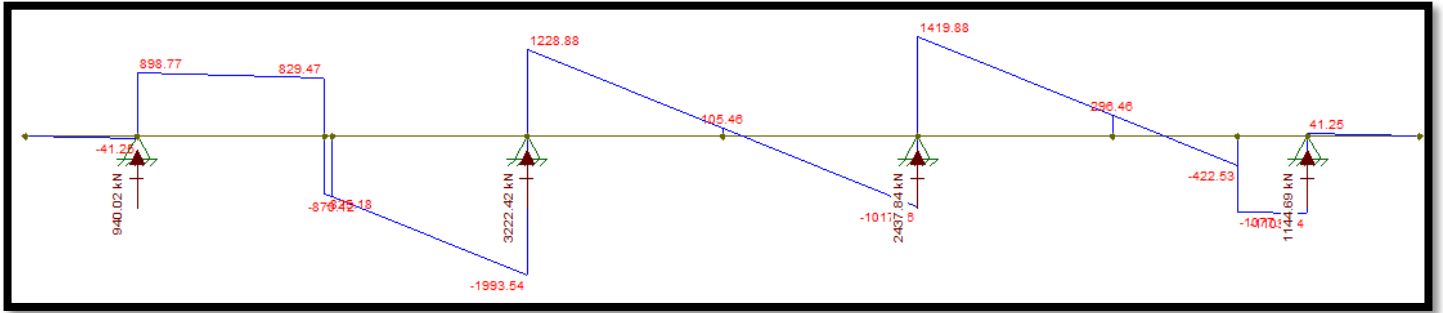


Fig. 49: Esfuerzo cortante calculado a una distancia d del apoyo

Verificación al corte:

El esfuerzo de corte se lo toma a una distancia d del filo del apoyo según Artículo 11.1.3.1 del CIRSOC 201-2005:

$$d = H - \frac{\phi}{2} - rec = 92,25cm$$

Siendo:

$$H = 100cm$$

$$\phi = 2,50cm$$

$$rec = 6,50cm$$

$$V_n \geq \frac{V_u}{\phi} = 1160,16 \text{ kN (Cirsoc 201 11 - 1)}$$

$$V_u = 870,12 \text{ kN}; \phi = 0,75$$

Resistencia nominal al corte proporcionado por el hormigón:

$$V_c = \frac{1}{6} * \sqrt{f'_c} * b * d = 2315,84 \text{ kN (Ec. 11.3.1.1 - CIRSOC 201)}$$

$$f'_c = 30Mpa$$

$$b = 2,75m$$

$$d = 0,9225m$$

$$\therefore V_c = 2315,84 \text{ kN} > V_n = 1160,16 \text{ kN}$$

→ No se necesitarían estribos para tomar el esfuerzo de corte



Verificación al punzonado del pilote 2 (más cargado):

Según el artículo 11.12.2.1 el valor de V_c será el menor de estas tres ecuaciones:

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \sqrt{f'c} * b_o * \frac{d}{6} = 6,34 \text{ Mn} = 6341,19 \text{ kN (Ec. 11 - 33)}$$

$$\beta = \frac{L_{mayor}}{L_{menor}} = 1,00$$

$$b_o = 2,51 \text{ m}$$

$$V_c = \left(\alpha_s * \frac{d}{b_o} + 2\right) * \sqrt{f'c} * b_o * \frac{d}{12} = 9,88 \text{ MN} = 9882,32 \text{ kN (Ec. 11 - 34)}$$

$$\alpha_s = 20 \text{ (pilote de esquina)}$$

$$V_c = \sqrt{f'c} * b_o * \frac{d}{3} = 4,23 \text{ MN} = 4227,46 \text{ kN (Ec. 11 - 35)}$$

El menor valor corresponde a V_c , por lo tanto:

$$V_c = 4227,46 \text{ kN} > V_n = \frac{N_u}{\phi} = 1459,24 \text{ kN} \therefore \text{Verifica}$$

Dimensionamiento a flexión:

Armadura en la parte superior:

$$M_n \geq \frac{M_u}{\phi} = 629,97 \text{ kNm} = 0,63 \text{ Mnm}$$

Utilizando las tablas de flexión de Kd se obtiene:

$$kd = \frac{d}{\sqrt{\left(\frac{M_n}{b}\right)}} = 1,927$$

Para un Hormigón H-30:

$$k_e = 24,301$$

$$A_s = k_e * \frac{M_n}{d} = 16,59 \text{ cm}^2$$

Se ha adoptado 6 barras de 20mm de diámetro cada una.

Separación entre barras: $s = 43 \text{ cm}$

Armadura mínima: según Artículo 10.5 - CIRSOC 201:



$$A_{smin} = \frac{\sqrt{f'c}}{4 * f_y} * b * d \geq \frac{1,4}{f_y} * b * d$$

$$A_{smin1} = 82,71cm^2; A_{smin2} = 84,56cm^2$$

Al ser la armadura mínima mayor, se ha adoptado finalmente: 27 barras de 20mm de diámetro cada una.

Separación entre barras: $s = 9,00cm$

Armadura en la parte inferior:

$$M_n \geq \frac{M_u}{\phi} = 795,06 kNm = 0,80 Mnm$$

Utilizando las tablas de flexión de Kd se obtiene:

$$kd = \frac{d}{\sqrt{\left(\frac{M_n}{b}\right)}} = 1,716$$

Para un Hormigón H-30:

$$k_e = 24,301$$

$$A_s = k_e * \frac{M_n}{d} = 20,94 cm^2$$

$$A_{smin1} = 82,71cm^2; A_{smin2} = 84,56cm^2$$

Al ser la armadura mínima mayor, se ha adoptado 27 barras de 20mm de diámetro cada una.

Separación entre barras: $s = 9,00cm$

Cálculo de solicitaciones para cabezal ascensor según dirección x-x (eje de menor longitud):

Cargas:

$$q_1 = 187,50 \frac{kN}{m}$$

$$q_2 = 1441,22 \frac{kN}{m} \text{ (peso propio cabezal + peso del tabique 11 y parte del 10)}$$

$$P_6 = 4919,76 \frac{kN}{m} \text{ (carga del tabique en direccion y - y M12)}$$

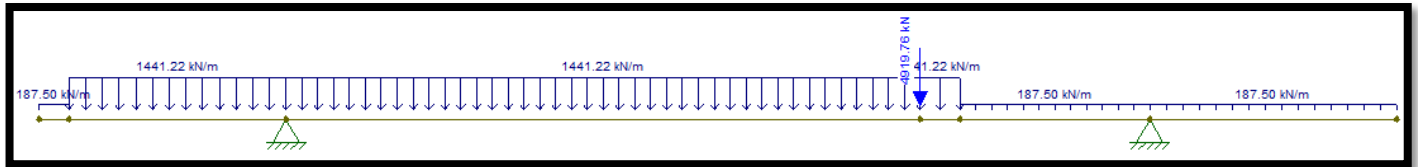


Fig. 50: Cargas actuantes en cabezal de ascensor

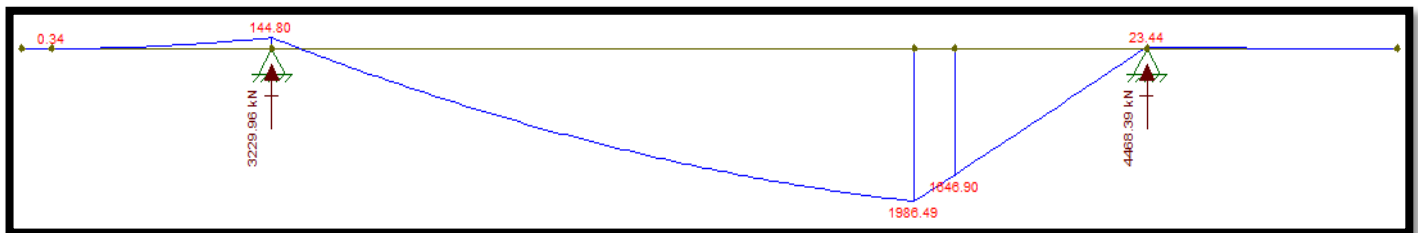


Fig. 51: Momentos flectores

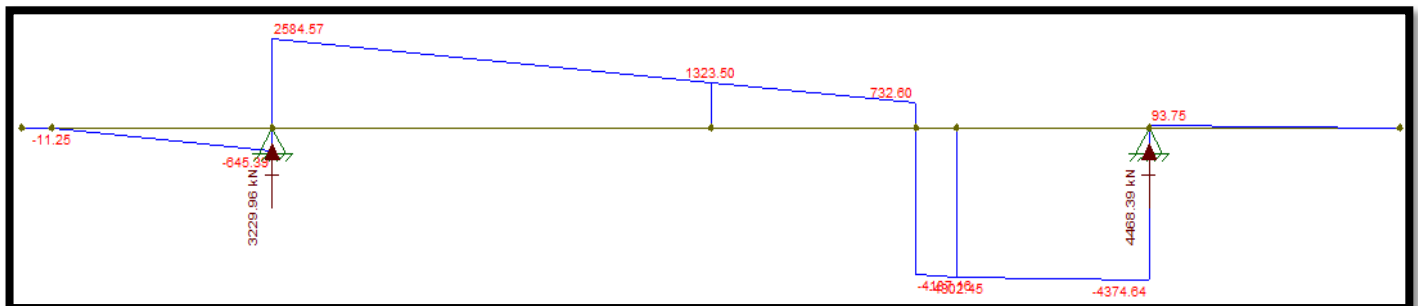


Fig. 52: Esfuerzo cortante calculado a una distancia d del apoyo

Verificación al corte:

El esfuerzo de corte se lo toma a una distancia d del filo del apoyo según Artículo 11.1.3.1 del CIRSOC 201-2005:

$$d = H - \frac{\emptyset}{2} - rec = 92,25cm$$

Siendo:

$$H = 100cm$$

$$\emptyset = 2,50cm$$

$$rec = 6,50cm$$

$$V_n \geq \frac{V_u}{\emptyset} = 1764,67 \text{ kN (Cirsoc 201 11 - 1)}$$

$$V_u = 1323,5 \text{ kN}; \emptyset = 0,75$$

Resistencia nominal al corte proporcionado por el hormigón:

$$V_c = \frac{1}{6} * \sqrt{f'c} * b * d = 5263,27 \text{ kN (Ec. 11.3.1.1 - CIRSOC 201)}$$

$$f'c = 30Mpa$$

$$b = 6,25m$$

$$d = 0,9225m$$

$$\therefore V_c = 5263,27 \text{ kN} > V_n = 1764,67 \text{ kN}$$

→ No se necesitarían estribos para tomar el esfuerzo de corte

Verificación al punzonado del pilote 2 (más cargado):

Según el artículo 11.12.2.1 el valor de V_c será el menor de estas tres ecuaciones:

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \sqrt{f'c} * b_o * \frac{d}{6} = 6,34 \text{ Mn} = 6341,19 \text{ kN (Ec. 11 - 33)}$$

$$\beta = \frac{L_{mayor}}{L_{menor}} = 1,00$$

$$b_o = 2,51m$$

$$V_c = \left(\alpha_s * \frac{d}{b_o} + 2\right) * \sqrt{f'c} * b_o * \frac{d}{12} = 9,88 \text{ MN} = 9882,32 \text{ kN (Ec. 11 - 34)}$$



$\alpha s = 20$ (pilote de esquina)

$$V_c = \sqrt{f'_c} * b_o * \frac{d}{3} = 4,23 MN = 4227,46 kN \text{ (Ec. 11 – 35)}$$

El menor valor corresponde a V_c , por lo tanto:

$$V_c = 4227,46 kN > V_n = \frac{N_u}{\phi} = 1459,24 kN \therefore \text{Verifica}$$

Dimensionamiento a flexión:

Armadura en la parte superior:

$$M_n \geq \frac{M_u}{\phi} = 160,89 kNm = 0,16 Mnm$$

Utilizando las tablas de flexión de Kd se obtiene:

$$kd = \frac{d}{\sqrt{\left(\frac{M_n}{b}\right)}} = 5,75$$

Para un Hormigón H-30:

$$k_e = 24,301$$

$$A_s = k_e * \frac{M_n}{d} = 4,24 cm^2$$

Se ha adoptado 2 barras de 20mm de diámetro cada una.

Separación entre barras: $s = 306 cm$

Armadura mínima: según Artículo 10.5 - CIRSOC 201:

$$A_{smin} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 * f_y} * b * d \geq \frac{1,4}{f_y} * b * d$$

$$A_{smin1} = 187,97 cm^2; A_{smin2} = 192,19 cm^2$$

Al ser la armadura mínima mayor, se ha adoptado finalmente: 40 barras de 25mm de diámetro cada una.

Separación entre barras: $s = 15 cm$

Armadura en la parte inferior:

$$M_n \geq \frac{M_u}{\phi} = 2207,21 kNm = 2,21 Mnm$$

Utilizando las tablas de flexión de Kd se obtiene:

$$kd = \frac{d}{\sqrt{\left(\frac{Mn}{b}\right)}} = 1,552$$

Para un Hormigón H-30:

$$ke = 24,301$$

$$As = ke * \frac{Mn}{d} = 58,14 \text{ cm}^2$$

$$Asmin1 = 187,97 \text{ cm}^2; Asmin2 = 192,19 \text{ cm}^2$$

Al ser la armadura mínima mayor, se ha adoptado 40 barras de 25mm de diámetro cada una.

Separación entre barras: $s = 15,00 \text{ cm}$

5.4.11.2. Vigas centradoras:

Para absorber los momentos flectores transmitidos al cabezal se han introducido vigas centradoras de hormigón armado. Dichas vigas absorben los momentos en la dirección en la que actúan, consiguiendo así que la carga resultante sobre el cabezal sea una centrada. En el caso de cabezales de un pilote se disponen estas vigas en ambas direcciones y la distribución de los esfuerzos en las vigas es proporcional a las rigideces de las mismas.

Para considerar posibles replanteos incorrectos de los pilotes o del cabezal, se ha supuesto que las vigas centradoras o Cantilever están sometidas a un momento adicional con un valor igual al 10% del esfuerzo axial de la columna o tabique que descarga en el cabezal, es decir un momento producido por la carga multiplicado por una excentricidad de 10 cm para un control medio en la obra, según la bibliografía “Cálculo de estructuras de cimentación” de J. Calavera. Como el programa no considera ese momento por excentricidad accidental, se realiza su verificación de manera manual, aumentando la sección o la cantidad de hierros en los casos de que alguna viga de malas condiciones.

Cabe aclarar también que el software la considera como una barra centradora cuyos extremos se empotran en los bordes de los cabezales. Las mismas se encuentran sometidas a esfuerzos flectores y cortantes, no admitiendo cargas sobre ellas ni su propio peso. Debido a esto último, se hace necesario verificar también dichas vigas ante los esfuerzos causados por el peso de los muros, que ocurre principalmente en aquellas vigas que se encuentran cerca del eje medianero.

A continuación, se adjunta una tabla donde se muestran las solicitaciones de cada viga como así también su armado:



PLANILLA DE VIGAS CENTRADORAS

Denominación	Luz	Dimensiones			Momentos		Corte	Armadura (abajo o arriba)			Estribos		
		h	b	d	M negativo	M positivo	V	ø	cantidad	Fe	ø	sep	Fe
		m	cm	cm	kNm	kNm	kN	mm	unidad	cm2	mm	cm	cm2/m
VC 1	3.05	60	40	51.5	160.28	3.37	59.94	20	4	12.57	8	20	5.03
VC 2	6	60	40	51.5	136.96	57.3	59.77	20	4	12.57	8	20	5.03
VC 3	6	60	40	51.5	68.24	24.7	26.94	20	4	12.57	8	20	5.03
VC 4	3	60	40	51.5	285.72	3.6	114.50	25	5	24.54	10	20	7.85
VC 5	6.11	90	40	81.5	1023.40	58.2	173.91	25	8	39.27	10	20	7.85
VC 6	3.19	50	40	41.5	90.94	198.2	88.23	25	5	24.54	8	20	5.03
VC 7	2.31	60	40	51.5	366.56	6.9	37.81	25	5	24.54	8	20	5.03
VC 8	3.05	60	40	51.5	155.90	3.6	58.19	20	4	12.57	8	20	5.03
VC 9	1.66	50	40	41.5	34.28	24.1	64.74	20	4	12.57	8	20	5.03
VC 10	6	60	40	51.5	63.05	24.7	26.94	20	4	12.57	8	20	5.03
VC 11	3.05	60	40	51.5	148.14	3.7	52.42	20	4	12.57	8	20	5.03
VC 12	6	50	40	41.5	59.96	60.8	52.84	20	4	12.57	8	20	5.03
VC 13	1.86	50	40	41.5	96.90	96.0	172.17	20	4	12.57	8	20	5.03
VC 14	2.53	60	40	51.5	314.34	126.7	237.47	25	5	24.54	10	20	7.85
VC 15	2.38	85	40	76.5	250.62	681.1	197.96	25	7	34.36	10	20	7.85
VC 16	2.38	100	40	91.5	459.86	698.7	260.17	25	8	39.27	8	30	3.35
VC 17	2.68	50	40	41.5	183.11	84.7	63.94	20	4	12.57	8	20	5.03
VC 18	2.88	50	40	41.5	63.02	61.8	64.92	20	4	12.57	8	20	5.03
VC 19	6.22	85	40	76.5	737.94	82.5	185.07	25	7	34.36	10	20	7.85
VC 20	3.16	80	40	71.5	313.13	243.3	237.03	25	6	29.45	10	20	7.85
VC 21	4.5	60	40	51.5	415.66	95.6	109.50	25	5	24.54	10	20	7.85
VC 22	3.18	60	40	51.5	269.83	234.3	277.53	25	5	24.54	10	20	7.85
VC 23	6.93	100	40	91.5	1063.01	24.2	159.00	25	8	39.27	10	20	7.85
VC 24	5.38	60	40	51.5	427.16	312.0	95.71	25	5	24.54	8	20	5.03
VC 25	3.08	50	40	41.5	97.77	33.0	66.49	20	4	12.57	8	20	5.03
VC 26	5	60	40	51.5	311.42	14.8	70.43	25	5	24.54	8	20	5.03
VC 27	3.45	50	40	41.5	159.46	66.3	126.32	20	4	12.57	8	20	5.03
VC 28	6.22	110	60	101.5	1592.20	603.9	390.61	25	13	63.81	10	12	13.09
VC 29	3.15	100	40	91.5	733.93	423.7	473.16	25	8	39.27	12	20	11.31
VC 30	5.22	110	60	101.5	1572.64	1284.9	655.24	25	13	63.81	10	12	13.09
VC 31	2.86	90	40	81.5	952.29	379.5	487.76	25	8	39.27	12	20	11.31
VC 32	5.43	110	40	101.5	1039.95	981.6	344.02	25	8	39.27	10	15	10.47
VC 33	4.9	60	40	51.5	154.32	166.9	101.23	20	4	12.57	8	20	5.03
VC 34	7.1	60	40	51.5	294.87	135.5	76.99	25	5	24.54	8	20	5.03
VC 35	7.33	60	40	51.5	155.97	43.4	8.43	25	5	24.54	8	20	5.03
VC 36	5.6	60	40	51.5	149.64	82.0	69.29	20	4	12.57	8	20	5.03
VC 37	4.59	70	40	61.5	396.07	3.0	84.67	25	6	29.45	8	20	5.03



VC 38	7.1	60	40	51.5	314.88	190.4	116.04	25	5	24.54	8	20	5.03
VC 39	5.46	70	40	61.5	71.57	376.7	93.74	25	6	29.45	8	20	5.03
VC 40	5.6	60	40	51.5	154.96	159.6	90.20	20	4	12.57	8	20	5.03
VC 41	4.31	100	60	91.5	1334.90	416.9	512.67	25	10	49.09	10	15	10.47
VC 42	5.34	90	40	81.5	746.23	492.2	261.61	25	8	39.27	10	20	7.85
VC 43	5.12	110	60	101.5	1571.33	1375.3	597.05	25	13	63.81	10	12	13.09
VC 44	5.45	100	60	91.5	1207.78	1098.4	377.00	25	10	49.09	10	15	10.47
VC 45	3.3	90	40	81.5	204.16	350.5	518.66	25	6	29.45	10	8	19.63
VC 46	5.06	70	40	61.5	417.08	338.8	142.55	25	6	29.45	8	20	5.03
VC 47	4.9	60	40	51.5	159.90	64.9	59.58	20	4	12.57	8	20	5.03
VC 48	6.07	110	40	101.5	1393.73	237.4	269.41	25	8	39.27	10	15	10.47
VC 49	3.11	70	40	61.5	121.53	274.9	185.59	25	6	29.45	10	20	7.85
VC 50	6.05	60	40	51.5	330.27	161.7	73.19	25	5	24.54	8	20	5.03
VC 51	4.55	70	40	61.5	530.10	66.4	160.29	25	6	29.45	8	20	5.03
VC 52	5.25	100	60	91.5	1288.34	321.8	643.78	25	10	49.09	10	15	10.47
VC 53	5.25	100	60	91.5	1585.24	28.7	327.84	25	10	49.09	10	15	10.47
VC 54	5.08	110	60	101.5	2881.04	30.4	717.49	25	19	93.27	10	10	15.71
VC 55	4.81	110	40	101.5	1359.11	316.1	462.83	25	8	39.27	10	15	10.47
VC 56	5.95	60	40	51.5	186.18	112.5	82.35	25	5	24.54	8	20	5.03
VC 57	6.1	110	60	101.5	2066.89	554.6	546.83	25	15	73.63	10	15	10.47
VC 58	3.17	110	60	101.5	681.72	477.4	738.70	25	13	63.81	10	12	13.09
VC 59	5.97	85	40	76.5	680.87	426.8	279.78	25	7	34.36	10	20	7.85
VC 60	4.57	60	40	51.5	282.64	311.0	160.11	25	5	24.54	8	20	5.03
VC 61	6.02	60	40	51.5	346.55	169.1	59.51	25	5	24.54	10	20	7.85
VC 62	2.17	60	40	51.5	112.21	82.6	54.05	25	5	24.54	8	20	5.03
VC 63	2.15	70	40	61.5	466.50	144.3	133.94	25	6	29.45	8	20	5.03
VC 64	4.59	60	40	51.5	271.36	80.5	76.29	25	5	24.54	10	20	7.85
VC 65	5.22	60	40	51.5	306.89	14.0	31.98	25	5	24.54	8	20	5.03
VC 66	6.94	50	40	41.5	71.73	30.7	30.08	16	4	8.04	8	20	5.03
VC 67	4.68	50	40	41.5	26.97	12.2	18.94	16	4	8.04	8	20	5.03
VC 68	2.82	50	40	41.5	49.39	2.6	8.67	16	4	8.04	8	20	5.03
VC 69	6.63	50	40	41.5	49.57	29.1	29.25	16	4	8.04	8	20	5.03
VC 70	4.48	50	40	41.5	31.07	12.0	18.75	16	4	8.04	8	20	5.03
VC 71	2.8	50	40	41.5	47.60	4.0	10.79	16	4	8.04	8	20	5.03
VC 72	6.7	50	40	41.5	48.87	29.8	29.59	16	4	8.04	8	20	5.03
VC 73	4.77	50	40	41.5	34.40	13.7	20.10	16	4	8.04	8	20	5.03
VC 74	2.8	50	40	41.5	50.47	2.8	9.10	16	4	8.04	8	20	5.03
VC 75	6.85	50	40	41.5	44.96	30.1	29.74	16	4	8.04	8	20	5.03
VC 76	4.39	50	40	41.5	31.18	10.5	17.59	16	4	8.04	8	20	5.03



5.4.11.3. Pilotes:

El sistema de fundación indirecta se compone de pilotes, los cuales son elementos de gran longitud, en nuestro caso poseen 18m. Se los utiliza debido a que la capacidad portante de los estratos del suelo próximos a la superficie no son aptos para fundar. Estos elementos transmiten los esfuerzos al terreno desarrollando su resistencia mediante la punta y el fuste (este último a través de la fricción de contacto con el material de suelo que lo rodea).

A fin de minimizar el costo de los cabezales, se ha adoptado como separación entre pilotes la mínima, la cual corresponde a 2,50 veces el diámetro del pilote. En este caso se han adoptado 3 valores diferentes de diámetros (0,60m; 0,70m y 0,80m) que se los obtiene intercambiando la mecha helicoidal del equipo de pilotaje.

La capacidad de carga admisible de los pilotes se ha determinado en el capítulo N°3 del presente trabajo.

La carga que resiste cada uno de los pilotes es comprobado directamente por el programa y verifica que no se supere la capacidad de carga admisible calculada.

Según el autor J. Calavera, la armadura mínima que llevan estos pilotes tiene una cuantía de la mitad de la mínima que establece el reglamento CIRSOC 201-2005 para columnas, es decir un 0,5% del área bruta del pilote. El diámetro de las barras longitudinales no puede ser menor al hierro del 12 y debe haber una cantidad de 6 como límite inferior por pilote. La separación entre ellos no debe superar los 20 cm.

En cuanto a los estribos, no pueden tener un diámetro inferior a 1/4 del diámetro de las barras longitudinales y su separación no puede superar a 15 veces el diámetro de las principales.

Se calculan entonces los diámetros y separaciones de los pilotes de 0,8 m de diámetro:

- Barras longitudinales de pilotes 0.8m:

$$A_g = \pi * \frac{D^2}{4} = \pi * \frac{(0.8 \text{ m})^2}{4} = 0.5 \text{ m}^2$$

$$A_{st} = A_g * 0.005 = 0.5 \text{ m}^2 * 0.005 * 10000 = 25 \text{ cm}^2$$

Se adoptan 12 barras $\phi 20$, dando una sección resistente igual a 37.68 cm².

- Estribos de pilotes 0.8m:

$$A_{stestribos} \geq \frac{1}{4} * \phi_{long} = \frac{1}{4} * 2 \text{ cm} = 0.5 \text{ cm}$$

$$sep_{max} \leq 15 * \phi_{long} = 15 * 2 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

Se adoptan estribos circulares $\phi 6$ cada 20 cm



Se calculan a continuación las armaduras de los pilotes de 0.7m:

- Barras longitudinales de pilotes 0.7m:

$$A_g = \pi * \frac{D^2}{4} = \pi * \frac{(0.7 \text{ m})^2}{4} = 0.385 \text{ m}^2$$

$$A_{st} = A_g * 0.005 = 0.385 \text{ m}^2 * 0.005 * 10000 = 19.25 \text{ cm}^2$$

Se adoptan 12 barras $\phi 16$, dando una sección resistente igual a 24.13 cm².

- Estribos de pilotes 0.7m:

$$A_{stestribos} \geq \frac{1}{4} * \phi_{long} = \frac{1}{4} * 1.6 \text{ cm} = 0.4 \text{ cm}$$

$$sep_{max} \leq 15 * \phi_{long} = 15 * 1.6 \text{ cm} = 24 \text{ cm}$$

Se adoptan estribos circulares $\phi 6$ cada 20 cm

Por último, se procede a calcular la armadura de los pilotes de 0.6m:

- Barras longitudinales de pilotes 0.6m:

$$A_g = \pi * \frac{D^2}{4} = \pi * \frac{(0.6 \text{ m})^2}{4} = 0.283 \text{ m}^2$$

$$A_{st} = A_g * 0.005 = 0.283 \text{ m}^2 * 0.005 * 10000 = 14.15 \text{ cm}^2$$

Se adoptan 8 barras $\phi 16$, dando una sección resistente igual a 16.08 cm².

- Estribos de pilotes 0.6m:

$$A_{stestribos} \geq \frac{1}{4} * \phi_{long} = \frac{1}{4} * 1.6 \text{ cm} = 0.4 \text{ cm}$$

$$sep_{max} \leq 15 * \phi_{long} = 15 * 1.6 \text{ cm} = 24 \text{ cm}$$

Se adoptan estribos circulares $\phi 6$ cada 20 cm

5.4.11.4. Efecto de grupo de pilotes:

En el caso de pilotes próximos entre sí se debe tener en cuenta el efecto de grupo sobre la resistencia total y los asentamientos que puedan llegar a producirse.

La cantidad de pilotes requerida en los distintos cabezales varía en función de la capacidad de carga individual de los mismos (lo cual depende de su diámetro) y de la carga total a transmitir de parte de la columna o tabique. Cuando los pilotes se colocan próximos entre sí, los esfuerzos transmitidos por estos elementos al suelo se superponen, reduciendo de esta manera la capacidad admisible de carga de los pilotes.



La eficiencia de la capacidad admisible de carga de un grupo de pilotes se expresa como:

$$\eta = \frac{Qu_{grupo}}{\sum Qu}$$

Siendo:

η : eficiencia del grupo

Qu_{grupo} : Capacidad admisible de carga última del grupo de pilotes

Qu : Capacidad admisible de carga última de cada pilote sin el efecto de grupo

Si $\eta > 1$ significa que los pilotes se comportan como pilotes individuales, este caso se corresponde para separaciones lo suficientemente grandes entre sí.

Existen diversas ecuaciones para determinar la eficiencia de grupo de pilotes, como por ejemplo:

Ecuación de Converse-Labarre:

$$\eta = 1 - \left[\frac{(\eta_1 - 1) * \eta_2 + (\eta_2 - 1) * \eta_1}{90 * \eta_1 * \eta_2} \right] * \theta$$

Siendo:

η_1 : cantidad de pilotes en dirección $x - x$

η_2 : cantidad de pilotes en dirección $y - y$

$$\theta(\text{grados}) = \tan^{-1} * \left(\frac{D}{d} \right)$$

Ecuación de Los Ángeles – Group Action:

$$\eta = 1 - \frac{D}{\pi * d * \eta_1 * \eta_2} * \left[\eta_1 * (\eta_2 - 1) + \eta_2 * (\eta_1 - 1) + \sqrt{2} * (\eta_1 - 1) * (\eta_2 - 1) \right]$$

Ecuación de Seiler-Keeney – 1944:

$$\eta = \left\{ 1 - \left[\frac{11 * d}{7 * (d^2 - 1)} \right] * \left[\frac{\eta_1 + \eta_2 - 2}{\eta_1 + \eta_2 - 1} \right] \right\} + \frac{0,30}{\eta_1 + \eta_2}$$

Siendo:

d : distancia entre ejes de pilotes (pies)

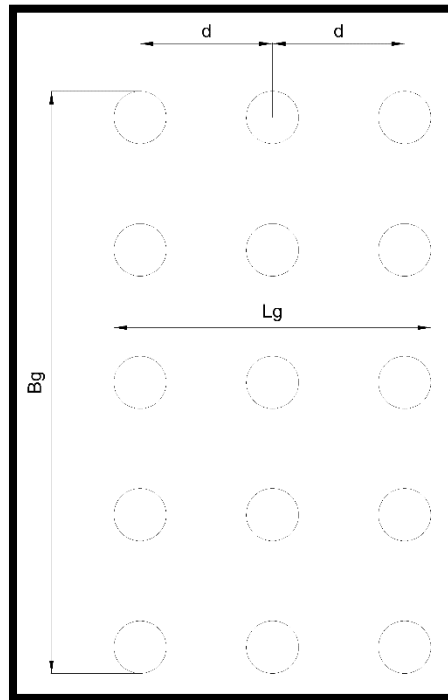


Fig. 53: Medidas de grupo de pilotes en planta

En el proyecto se tienen dos cabezales donde el número de pilotes supera a cuatro (cantidad máxima que se dispuso para los cabezales rígidos en el edificio), estos dos casos corresponden a los cabezales de los tabiques de escalera principal y ascensor, donde se tienen 15 y 8 pilotes respectivamente, por lo tanto, se procede a analizar en ambos la eficiencia del grupo de pilotes en conjunto:

Grupo de pilotes para escalera principal:

Datos:

Cantidad de pilotes: 15

$$\eta_1 = 3$$

$$\eta_2 = 5$$

Diámetro del pilote: $D = 0,80m$

Separación entre ejes de pilotes $d = 2m = 6,56 \text{ pies}$

Los valores obtenidos con las ecuaciones son:

Ecuación de Converse-Labarre:

$$\eta = 1 - \left[\frac{(3 - 1) * 5 + (5 - 1) * 3}{90 * 3 * 5} \right] * \tan \left(\frac{0,80}{2,00} \right) = 0,64$$



Ecuación de Los Ángeles – Group Action:

$$\eta = 1 - \frac{0,80m}{\pi * 2,00m * 3 * 5} * [3 * (5 - 1) + 5 * (3 - 1) + \sqrt{2} * (3 - 1) * (5 - 1)] = 0,72$$

Ecuación de Seiler-Keeney – 1944:

$$\eta = \left\{ 1 - \left[\frac{11 * 6,56pies}{7 * ((6,56pies)^2 - 1)} \right] * \left[\frac{3 + 5 - 2}{3 + 5 - 1} \right] \right\} + \frac{0,30}{3 + 5} = 0,83$$

Finalmente se adopta como valor de eficiencia del grupo $\rightarrow \eta = 0,72$

Capacidad de carga de un pilote individual resulta:

$$Q_u = 2280kN \text{ (Obtenida del capítulo N°3)}$$

Sumatoria de capacidades de cargas individuales:

$$\sum Q_u = Np * Q_u = 15 * 2280kN = 34200kN$$

Capacidad de carga del grupo:

$$Q_{u_{grupo}} = \eta * \sum Q_u = 0,72 * 34200kN = 24529kN$$

A continuación, se determina la carga en servicio en el inicio /base del núcleo de tabiques resultante de la combinación más crítica, la cual resulta: $P_p + C_M + S_c + V(-X \text{ exc} +)$

Carga total de los cuatro tabiques: $Q_{Tabiques} = 19999,5kN$

Peso propio del cabezal:

$$Pp_{cabezal} = Alt * Ancho * Long * Peso \text{ esp } H^o = (9,1 * 5,1 * 1)m^3 * 25 \frac{kN}{m^3} = 1160,25kN$$

Carga total solicitante: $Q_{TOTAL} = Q_{Tabiques} + Pp_{cabezal} = 21159,75kN$

Verificación:

$$Q_{u_{grupo}} = 24529kN > Q_{TOTAL} = 21159,75kN \rightarrow \text{Verifica}$$

Grupo de pilotes del ascensor:

Datos:

Cantidad de pilotes: 8



$$\eta_1 = 2$$

$$\eta_2 = 4$$

Diámetro del pilote: $D = 0,70m$

Separación entre ejes de pilotes $d = 1,75m = 5,74 \text{ pies}$

Los valores obtenidos con las ecuaciones son:

Ecuación de Converse-Labarre:

$$\eta = 1 - \left[\frac{(2 - 1) * 4 + (4 - 1) * 2}{90 * 2 * 4} \right] * \tan \left(\frac{0,70}{1,75} \right) = 0,70$$

Ecuación de Los Ángeles – Group Action:

$$\eta = 1 - \frac{0,70m}{\pi * 1,75m * 2 * 4} * [2 * (4 - 1) + 4 * (2 - 1) + \sqrt{2} * (2 - 1) * (4 - 1)] = 0,77$$

Ecuación de Seiler-Keeney – 1944:

$$\eta = \left\{ 1 - \left[\frac{11 * 5,74 \text{ pies}}{7 * ((5,74 \text{ pies})^2 - 1)} \right] * \left[\frac{2 + 4 - 2}{2 + 4 - 1} \right] \right\} + \frac{0,30}{2 + 4} = 0,82$$

Finalmente se adopta como valor de eficiencia del grupo $\rightarrow \eta = 0,77$

Capacidad de carga de un pilote individual resulta:

$$Q_u = 1831kN \text{ (Obtenida del capítulo N°3)}$$

Sumatoria de capacidades de cargas individuales:

$$\sum Q_u = Np * Q_u = 8 * 1831kN = 14648kN$$

Capacidad de carga del grupo:

$$Q_{u \text{ grupo}} = \eta * \sum Q_u = 0,77 * 14648kN = 11328kN$$

A continuación, se determina la carga en servicio en el inicio /base del núcleo de tabiques resultante de la combinación más crítica, la cual resulta: $P_p + C_M + S_C + V(-X \text{ exc} +)$

Carga total de los cuatro tabiques: $Q_{\text{Tabiques}} = 6972,4kN$

Peso propio del cabezal:

$$Pp_{cab} = Alt * Ancho * Long * Peso \text{ esp } H^\circ = (2,75 * 6,25 * 1)m^3 * 25 \frac{kN}{m^3} = 429,69kN$$



Carga total solicitante: $Q_{TOTAL} = Q_{Tabiques} + Pp_{cabezal} = 7402,09kN$

Verificación:

$$Qu_{grupo} = 11328kN > Q_{TOTAL} = 7402,09kN \rightarrow Verifica$$

Por lo tanto, las cantidades de pilotes adoptados son correctas.

5.4.11.5. Pilotines y Viga de encadenado:

Para transmitir la carga de los muros de mampostería al terreno se utiliza un sistema de fundación típico en nuestro país que consiste en vigas de encadenado que sirven como apoyo de dichos muros y pilotines, estos últimos poseen resistencia de punta y fuste o fricción al igual que los pilotes sin embargo la principal diferencia radica en su menor diámetro y longitud lo cual los hace aptos para soportar menores cargas como por ejemplo en el caso de viviendas.

Ciertos muros de la planta baja del edificio se apoyan directamente sobre las vigas centradoras mencionadas en el apartado anterior y dichas vigas se encargan de resistir el peso propio de esos muros. Para las restantes paredes de mampostería se adopta como vinculación al sistema de fundación de pilotines y vigas de encadenado.

A su vez, para la escalera del sector de oficinas del edificio se utiliza el mismo sistema de fundación.

Las vigas de encadenado son elementos de sección rectangular de hormigón armado, cuya función principal es la de repartir uniformemente la carga en los pilotines. No se realiza una verificación normativa para estos elementos, se ha adoptado según el criterio constructivo y bibliografía referida al respecto. Como altura para estos elementos se adopta 0,30m y su ancho está en coincidencia con el espesor de la pared que soporta. Con respecto a la armadura longitudinal en general se colocan hierros de 12mm de diámetro en las cuatro esquinas y como armadura transversal se utilizan estribos cerrados de 6mm de diámetro ubicados cada 20cm de distancia.

A continuación, se realiza el cálculo para la separación entre pilotines:

La capacidad portante, la longitud y el diámetro del pilotín se determinaron en el capítulo N°3 del presente trabajo, los cuales tienen los siguientes valores:

Capacidad admisible del pilotín individual: $q_{pilotín} = 57,73 kN$

Longitud del pilotín: $L_{pilotín} = 2m$

Diámetro del pilotín: $D_{pilotín} = 0,20m$

En cuanto a las separaciones límites entre pilotines, en general se adoptan:



Separación máxima: $sepmáx_{pilotín} = 1,50m$

Separación mínima: $sepmín_{pilotín} = 3 * D_{pilotín} = 3 * 0,20m = 0,60m$

Para los muros de mampostería:

Peso específico de mampostería: $\gamma_{mampostería} = 10,50 \frac{kN}{m^3}$

Altura Primer Piso = 3,1 m

Espesor de losa = 0,30m

Cota de fundación V.E = 0,50m

Altura V.E = 0,30m

Altura del muro = $(3,10 + 0,50 - 0,30 - 0,30)m = 3,00m$

Por lo tanto, la carga de los muros es:

Para espesor de 0,30m $\rightarrow q_{mamp0,20} = 10,50 \frac{kN}{m^3} * 3,00m * 0,30m = 9,45 \frac{kN}{m}$

Para espesor de 0,20m $\rightarrow q_{mamp0,20} = 10,50 \frac{kN}{m^3} * 3,00m * 0,20m = 6,30 \frac{kN}{m}$

Para espesor de 0,15m $\rightarrow q_{mamp0,15} = 10,50 \frac{kN}{m^3} * 3,00m * 0,15m = 4,725 \frac{kN}{m}$

La separación entre pilotines es:

Para espesor de 0,30m $\rightarrow sep_{mamp0,20} = \frac{57,73kN}{9,45 \frac{kN}{m}} = 6,11m$

Para espesor de 0,20m $\rightarrow sep_{mamp0,20} = \frac{57,73kN}{6,30 \frac{kN}{m}} = 9,163m$

Para espesor de 0,15m $\rightarrow sep_{mamp0,15} = \frac{57,73kN}{4,725 \frac{kN}{m}} = 12,218m$

Por lo tanto, se adopta como separación entre pilotines para los muros de mampostería: la separación máxima = 1,50m

Para Escalera de Oficina:

Las hipótesis de cargas sin mayores actuantes en la escalera son:

Peso propio: $q_{pp} = 19,36 \frac{kN}{m}$

$$\text{Carga permanente: } q_{perm} = 18,37 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Sobrecarga: } q_{sob} = 8,47 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Carga total actuante: } q_{TOTAL} = (19,36 + 18,37 + 8,47) \frac{kN}{m} = 46,20 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Separación entre pilotines: } sep = \frac{57,73kN}{46,20 \frac{kN}{m}} = 1,25m$$

Por lo tanto, se adopta como separación entre pilotines para la escalera de oficina = 1,20m

5.4.12. Flechas y desplazabilidad:

En este subcapítulo se verifican los estados límites de servicio, en nuestro caso flecha, de los elementos estructurales ya dimensionados por estados límites últimos, como así también la verificación de la desplazabilidad lateral del edificio ante la acción de esfuerzos horizontales debido a viento.

Dichos elementos, tales como losas y vigas, deben tener una rigidez suficiente tal que permita controlar las deflexiones producidas por las cargas actuantes. Estas flechas pueden tener un efecto negativo sobre los elementos no estructurales, tales como los muros de mampostería, tabiques, etcétera, a su vez, pueden producir fisuras, descuadre de los marcos de puertas y ventanas o afectar también el confort de las personas que habitan en el edificio, ya que, si bien el elemento fue dimensionado correctamente, da una sensación de inseguridad si se encuentra muy deformado.

Por lo tanto, el cálculo de las flechas se convierte en un tema que es necesario analizar para asegurar que el edificio se encuentra en buenas condiciones. Para ello, las flechas se dividen en diferentes tipos:

Flechas instantáneas: son las que surgen de manera inmediata al actuar las cargas y el problema en general consiste en determinar la rigidez a flexión del elemento EI. Para ello el reglamento en su artículo 9.5.2.3. provee la fórmula de una inercia equivalente I_e el cual depende del momento en el cual aparecen las fisuras en el hormigón.

Flechas diferidas: este tipo de flecha aparece cuando las cargas actuantes sobre el elemento tienen un tiempo de permanencia muy prolongado. El hormigón ante estas cargas comienza a sufrir efectos de fluencia lenta, el cual consiste en un aumento de la deformación en materiales viscoelásticos ante la presencia de una tensión constante. Según el artículo 9.5.2.5 del reglamento, esta flecha se calcula multiplicando a las flechas instantáneas por un coeficiente λ :



$$\lambda = \frac{\xi}{1 + 50 * \rho'}$$

Donde:

ρ' : es el valor de cuantía de armadura comprimida.

ξ : un factor que depende del tiempo cuyo valor se encuentra en dicho artículo.

El programa CypeCad desprecia el denominador de la fórmula, posicionándose en una peor condición frente a las deformaciones.

Flechas activas: estas flechas son calculadas por el software y surgen por las deformaciones del elemento estructural debido a la construcción de elementos no estructurales. Por lo tanto, se calcula como la suma entre la deformación instantánea y la diferida debida a cargas permanentes y cargas variables (luego de la construcción del tabique y muro de mampostería).

Flecha total a plazo infinito: esta flecha es la suma de la flecha activa calculada anteriormente más la flecha producida por la construcción del elemento no estructural.

Para controlar el valor de las flechas activas y a largo plazo, el CIRSOC 201 en su tabla 9.5.b) establece las distintas deformaciones límites para vigas, losas y cubiertas en el caso de que soporte o no elementos estructurales que son susceptibles de sufrir daños debido a las flechas.

En nuestro caso, las losas y vigas soportan elementos estructurales que pueden llegar a sufrir daños por grandes deformaciones, y corresponde un valor límite de $L/480$.

En cuanto a la desplazabilidad del edificio, el programa analiza la fórmula del índice de estabilidad global Q , definido en el artículo 10.11.4.2. y que se anexa a continuación:

$$Q = \frac{\Sigma Pu * \Delta o}{Vus * lc}$$

Donde:

ΣPu : carga vertical total mayorada.

Δo : el desplazamiento relativo de primer orden entre la parte superior e inferior del entrepiso.

Vus : esfuerzo de corte horizontal

Lc : longitud de la columna.

Cuando el valor del índice sea menor a 0.05 se considera al piso indesplazable, y es el criterio que el grupo va a buscar para el edificio, es decir que todos los pisos de la



estructura cumplan con la condición indesplazable. Caso contrario, si el índice es mayor a 0,05 el piso se considera desplazable.

5.4.12.1. Flechas en losas:

En las losas, el programa no calcula directamente las flechas y las coloca en un listado, sino que deja al usuario la comprobación manual de las deformaciones en los puntos que crea conveniente. Para ello, se analiza la flecha secante entre 2 puntos, que permite obtener la deformación que tiene la losa considerando también el descenso de los 2 puntos marcados, es decir corresponde a una flecha relativa.

Se toma entonces los valores entre los apoyos de la losa, que serían las columnas, en dirección horizontal y vertical, como así también en dirección oblicua, ya que no se tiene la certeza de en qué dirección se obtendrá la máxima deformación. Se presta atención cuidado a los máximos descensos marcados en isovalores, ya que es muy probable que en correspondencia con estos isovalores esté la máxima deformación. Como coeficiente amplificador para losas casetonadas se utiliza un valor de 2.5, obtenido del manual de cálculo del programa, mientras que para losas macizas es valor es 3, los cuales representan la transformación de flechas instantáneas a flechas a largo plazo. Se recuerda al lector que las deflexiones no deben superar un valor de $L/480$.

Se adjunta a continuación una imagen que muestra la manera en que se obtienen las deformaciones:

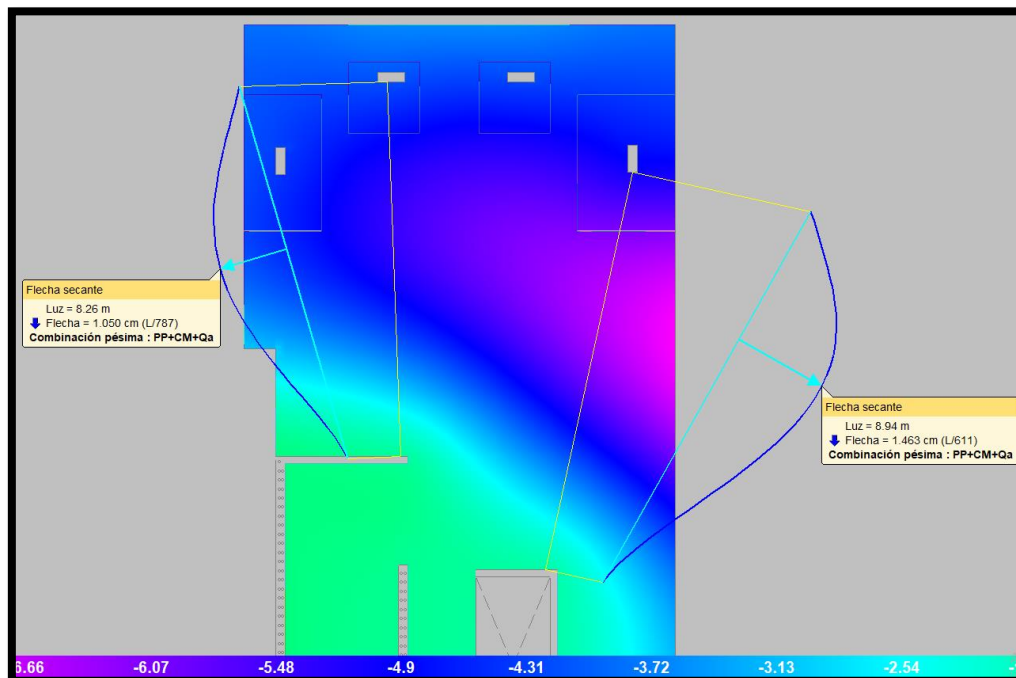
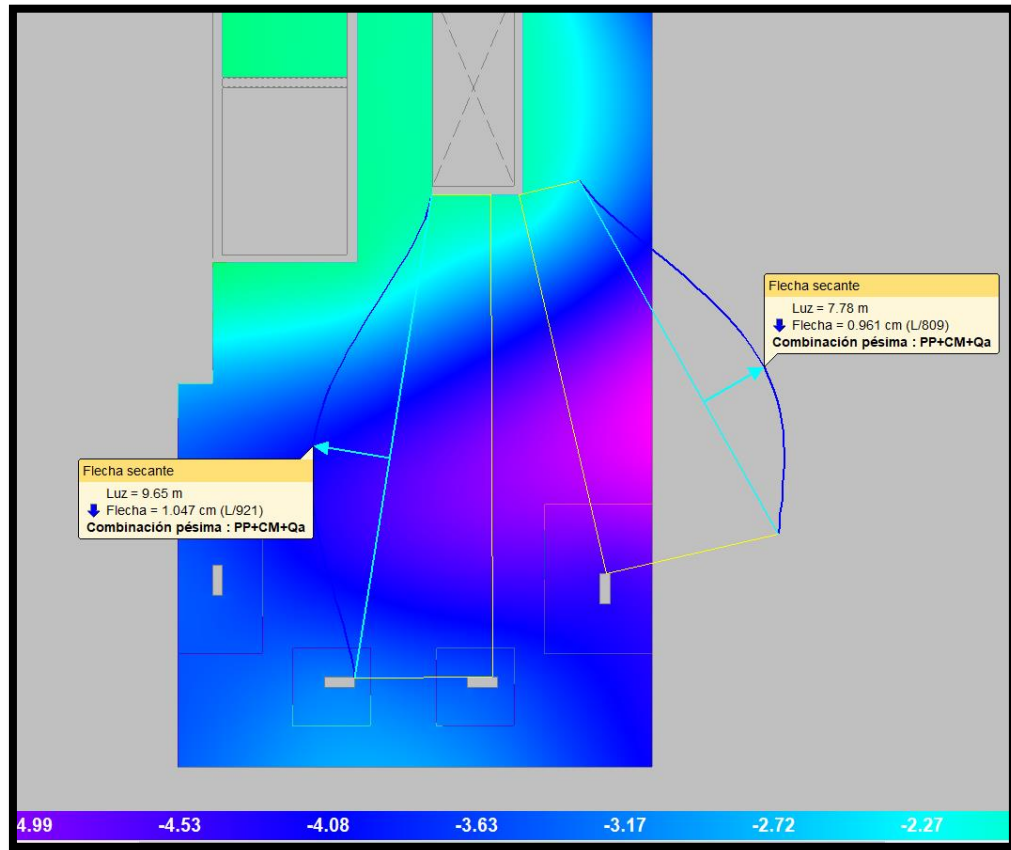


Fig. 54: Isovalores y flechas en losa - Piso Décimo Séptimo



Se anexa una tabla con los valores de las flechas en las zonas críticas de las losas de todos los pisos y su correspondiente verificación:

Piso	Longitud considerada (m)	Flecha entre dos puntos en zona crítica		Flecha límite	
		Ecuación	Valor (cm)	Ecuación	Valor (cm)
Primer piso	3.58	L/4278	0.084	L/480	0.746
	3.89	L/4220	0.092		0.810
	6.32	L/1335	0.473		1.317
	6.38	L/1376	0.464		1.329
	5.37	L/1799	0.298		1.119
	6.2	L/803	0.772		1.292
Segundo piso	4.04	L/4799	0.084	L/480	0.842
	5.4	L/2220	0.243		1.125
	5.33	L/1669	0.319		1.110
	5.53	L/2237	0.247		1.152
	6.32	L/1339	0.472		1.317
	6.34	L/1362	0.465		1.321
	6.2	L/1010	0.614		1.292
Tercer piso	4.08	L/2276	0.179	L/480	0.850
	6.29	L/1574	0.400		1.310
	5.57	L/1477	0.377		1.160
	5.3	L/1854	0.286		1.104
	4.46	L/2404	0.186		0.929
	6.02	L/1469	0.410		1.254
	6.27	L/1526	0.411		1.306
	6.2	L/1013	0.612		1.292
Cuarto piso	4.09	L/1866	0.219	L/480	0.852
	4.47	L/1777	0.252		0.931
	5.57	L/1249	0.446		1.160
	5.74	L/1224	0.469		1.196
	5.52	L/1350	0.409		1.150
	5.82	L/1412	0.412		1.213
	6.2	L/805	0.770		1.292
Quinto piso	5.75	L/1168	0.492	L/480	1.198
	7.68	L/1616	0.658		1.600
	5.89	L/1298	0.504		1.227
	5.85	L/1051	0.501		1.219
	7.38	L/1393	0.632		1.538
Sexto piso	5.58	L/1284	0.435	L/480	1.163
	7.69	L/1596	0.482		1.602
	5.75	L/1172	0.491		1.198
	7.43	L/1666	0.446		1.548
	5.9	L/1256	0.470		1.229



	5.85	L/1133	0.516		1.219
	7.4	L/1464	0.505		1.542
Séptimo piso	5.37	L/1291	0.416	L/480	1.119
	7.71	L/1651	0.597		1.606
	5.75	L/1180	0.445		1.198
	7.52	L/1676	0.449		1.567
	5.88	L/1279	0.460		1.225
	5.85	L/1138	0.514		1.219
	7.38	L/1457	0.507		1.538
Octavo piso	5.37	L/1306	0.411	L/480	1.119
	7.78	L/1687	0.461		1.621
	5.75	L/1182	0.486		1.198
	5.52	L/1191	0.463		1.150
	5.9	L/1280	0.461		1.229
	5.85	L/1142	0.512		1.219
	7.43	L/1453	0.511		1.548
Noveno piso	5.37	L/1159	0.463	L/480	1.119
	5.53	L/1249	0.443		1.152
	5.84	L/1250	0.467		1.217
	7.39	L/1588	0.465		1.540
	5.9	L/1128	0.523		1.229
	5.85	L/1190	0.492		1.219
	7.28	L/1537	0.474		1.517
Décimo piso	5.37	L/1167	0.460	L/480	1.119
	5.53	L/1258	0.440		1.152
	5.54	L/1245	0.445		1.154
	7.36	L/1632	0.451		1.533
	5.9	L/1134	0.520		1.229
	5.85	L/1184	0.494		1.219
	7.34	L/1542	0.476		1.529
Décimo primer piso	5.37	L/1170	0.459	L/480	1.119
	5.53	L/1260	0.439		1.152
	5.76	L/1220	0.472		1.200
	7.27	L/1624	0.448		1.515
	5.9	L/1142	0.517		1.229
	5.84	L/1207	0.484		1.217
	7.4	L/1537	0.481		1.542
Décimo segundo piso	5.37	L/1175	0.457	L/480	1.119
	5.53	L/1256	0.440		1.152
	5.86	L/1217	0.482		1.221
	7.34	L/1629	0.451		1.529
	5.9	L/1149	0.513		1.229



	5.85	L/1204	0.486		1.219
	7.3	L/1550	0.471		1.521
Décimo tercer piso	5.37	L/1342	0.400	L/480	1.119
	5.75	L/1235	0.466		1.198
	5.71	L/1290	0.443		1.190
	7.49	L/1830	0.409		1.560
	5.9	L/1310	0.450		1.229
	5.85	L/1185	0.494		1.219
	7.53	L/1460	0.516		1.569
Décimo cuarto piso	5.75	L/1210	0.475	L/480	1.198
	5.8	L/1258	0.461		1.208
	7.37	L/1865	0.395		1.535
	5.9	L/1301	0.453		1.229
	5.85	L/1191	0.491		1.219
	7.48	L/1473	0.508		1.558
Décimo quinto piso	5.53	L/1271	0.435	L/480	1.152
	5.71	L/1287	0.444		1.190
	7.48	L/1888	0.396		1.558
	5.9	L/1348	0.438		1.229
	5.85	L/1216	0.481		1.219
	7.55	L/1536	0.492		1.573
Décimo sexto piso	6.92	L/902	0.767	L/480	1.442
	6.55	L/716	0.915		1.365
	5.53	L/925	0.598		1.152
	7.41	L/693	1.069		1.544
	7.19	L/658	1.093		1.498
Décimo séptimo piso	9.65	L/921	1.048	L/480	2.010
	7.78	L/809	0.962		1.621
	8.26	L/787	1.050		1.721
	8.94	L/611	1.463		1.863
Décimo octavo piso	3.1	L/10779	0.029	L/480	0.646
	2.5	L/11879	0.021		0.521
	3.94	L/16548	0.024		0.821
Décimo noven piso	7.78	L/7926	0.098	L/480	1.621
	2.5	L/2682	0.093		0.521
	3.14	L/1883	0.167		0.654
	3.94	L/2371	0.166		0.821
Vigésimo piso	7.78	L/38096	0.020	L/480	1.621
	2.5	L/11724	0.021		0.521
	3.14	L/9140	0.034		0.654
	3.94	L/11366	0.035		0.821

5.4.12.2. Flechas en vigas:

En el caso de las vigas, al realizar las comprobaciones de estado límite último, el programa automáticamente comprueba las flechas activas y a largo plazo, y en caso de que no verifique, avisa de que se debe cambiar la sección. Se adjunta las dos verificaciones de estado límite de servicio de una viga cualquiera del edificio que el software realiza:

Comprobaciones de flechas:

A plazo infinito (Característica) $f_{T,max} \square f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = L/480$	Activa (Característica) $f_{A,max} \square f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/480$	Estado
$f_{T,max}$: 1.33 mm $f_{T,lim}$: 11.86 mm	$f_{A,max}$: 0.82 mm $f_{A,lim}$: 11.86 mm	CUMPLE

Flecha total a plazo infinito para la combinación "Característica" de acciones

La flecha máxima se produce en la sección "3.18 m" para la combinación de acciones:
Peso propio+Cargas permanentes - Tabiquería+Cargas permanentes -
Pavimento+Sobrecarga de uso

1.33 mm \square 11.86 mm ✓

$f_{T,lim}$: límite establecido para la flecha total a plazo infinito

$$f_{T,lim} = L/480$$

L: longitud de referencia

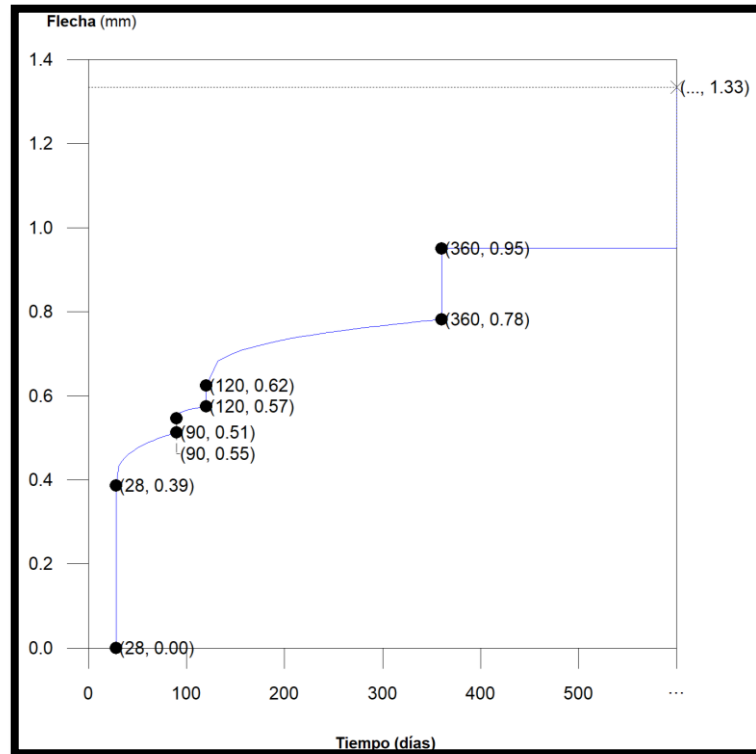
$f_{T,lim}$: 11.86 mm

L : 5.69 m

$f_{T,max}$: valor máximo de la flecha total

$f_{T,max}$: 1.33 mm

Flecha total a plazo infinito



Escalón de carga	t_i (días)	t_f (días)	$f_0(t_i)$ (mm)	$\square f_i(t_i)$ (mm)	$f(t_i)$ (mm)	$f_{dif}(t_0, t_f)$ (mm)	$f_{tot}(t_f)$ (mm)	$f_{tot,max}(t_f)$ (mm)
1-2	28	90	0.00	0.39	0.39	0.13	0.51	0.51
2-3	90	120	0.51	0.03	0.55	0.03	0.57	0.57
3-4	120	360	0.57	0.05	0.62	0.16	0.78	0.78
4-□	360	□	0.78	0.17	0.95	0.38	1.33	1.33

Donde:

t_i : instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

t_f : instante final de cada intervalo de carga considerado

$f_0(t_i)$: flecha en el instante inicial del intervalo, antes de aplicar la carga de t_i

$\square f_i(t_i)$: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i

$f(t_i)$: flecha en el instante inicial del intervalo, después de aplicar la carga de t_i

$f_{dif}(t_0, t_f)$: flecha total diferida producida en el intervalo (t_i, t_f)

$f_{tot}(t_f)$: flecha total producida hasta el instante t_f

$f_{tot,max}(t_f)$: flecha total máxima producida hasta el instante t_f

Flecha instantánea



Escalón de carga	t_i	$q(t_i)$	Combinación de acciones	E_c (MPa)	I_e (cm ⁴)	f_i (mm)	Δf_i (mm)	$f_{i,max}$ (mm)
1	28 días	Peso propio	Peso propio	25835.43	360000.00	0.39	0.39	0.39
2	90 días	Cargas permanentes - Tabiquería	Peso propio+Cargas permanentes - Tabiquería	27219.65	360000.00	0.42	0.03	0.42
3	120 días	Cargas permanentes - Pavimento	Peso propio+Cargas permanentes - Tabiquería+Cargas permanentes - Pavimento	27390.30	360000.00	0.47	0.05	0.47
4	12 meses	Sobrecarga de uso	Peso propio+Cargas permanentes - Tabiquería+Cargas permanentes - Pavimento+Sobrecarga de uso	27741.48	360000.00	0.64	0.17	0.64

Donde:

t_i : instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$q(t_i)$: carga aplicada en el instante inicial 'i'

f_i : flecha instantánea total debida al conjunto de cargas que actúan en el instante t_i

Δf_i : incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i , calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1} .

$f_{i,max}$: valor máximo de la flecha instantánea producida hasta el instante t_i

E_c : módulo de deformación del hormigón

E_c : módulo de deformación secante a los 28 días

I_e : momento de inercia equivalente de la viga para cada escalón de carga

Se obtiene como la mínima inercia de las calculadas para todas las posibles combinaciones características de las cargas aplicadas en dicho escalón. Se toma siempre el valor más desfavorable calculado hasta ese instante.

Escalón	t_i	$Q(t_i)$	$I_{e,v,i}$ (cm ⁴)	$I_{e,i}$ (cm ⁴)
1	28 días	Peso propio	360000.00	360000.00

Escalón	t_i	$Q(t_i)$	$I_{e,v,i}$ (cm ⁴)	$I_{e,i}$ (cm ⁴)
2	90 días	Peso propio, Cargas permanentes - Tabiquería	360000.00	360000.00
3	120 días	Peso propio, Cargas permanentes - Tabiquería, Cargas permanentes - Pavimento	360000.00	360000.00
4	12 meses	Peso propio, Cargas permanentes - Tabiquería, Cargas permanentes - Pavimento, Sobrecarga de uso	360000.00	360000.00

Siendo:

t_i : instante inicial de cada intervalo de carga "i"

$Q(t_i)$: cargas que actúan a partir del instante t_i

$I_{e,i}$: inercia equivalente de la viga considerada para el escalón de carga "i". Es el valor pésimo de todos los calculados hasta dicho instante.

$I_{e,v,i}$: inercia equivalente de la viga calculada para el escalón de carga "i"

Se muestra, a continuación, el desarrollo del valor pésimo de $I_{e,v}$, que se produce para el escalón de carga "1"

$I_{e,v}$: momento de inercia equivalente de la viga para la combinación "Peso propio"

$I_{e,v}$: 360000.00 cm⁴

Se calcula asimilando la viga a uno de los casos tipo definidos por la norma en función de la ley de momentos resultante. Cuando no es posible la equiparación con un único caso tipo, se interpola linealmente entre los mismos, de forma que la inercia equivalente se puede expresar como combinación de las inercias definidas para dichos casos:

$$I_{e,v} = \alpha_A \cdot I_{e, \text{caso A}} + \alpha_B \cdot I_{e, \text{caso B}} + \alpha_{C1} \cdot I_{e, \text{caso C1}} + \alpha_{C2} \cdot I_{e, \text{caso C2}} + \alpha_{D1} \cdot I_{e, \text{caso D1}} + \alpha_{D2} \cdot I_{e, \text{caso D2}}$$

Donde:

caso A	caso B	caso C1, C2	caso D1, D2
Elementos simplemente apoyados	Vanos internos de elementos continuos	Vanos externos con continuidad sólo en uno de los apoyos	Elementos en voladizo
$I_e = I_{ec}$	$I_e = 0.50I_{ec} + 0.25(I_{ee1} + I_{ee2})$	$I_e = 0.85I_{ec} + 0.15I_{ee}$	$I_e = I_{ee}$



ψ_i : coeficiente de combinación para el caso 'i'

ψ_A	ψ_B	ψ_{C1}	ψ_{C2}	ψ_{D1}	ψ_{D2}
0.76	0	0	0	0.19	0.057

I_{ec} : momento de inercia equivalente de la sección de centro de vano

I_{ec} : 360000.00 cm⁴

I_{ee1} : momento de inercia equivalente de la sección de extremo (1)

I_{ee1} : 360000.00 cm⁴

I_{ee2} : momento de inercia equivalente de la sección de extremo (2)

I_{ee2} : 360000.00 cm⁴

Se calcula mediante la fórmula de Branson:

Sección	I_b (cm ⁴)	I_f (cm ⁴)	M_f (kN·m)	M_a (kN·m)	I_{ei} (cm ⁴)
Extremo (1)	360000.00	84686.37	-45.405	-16.911	360000.00
Centro de vano	360000.00	65977.89	44.192	11.618	360000.00
Extremo (2)	360000.00	85386.57	-45.709	-5.128	360000.00

Siendo:

I_b : momento de inercia de la sección bruta

I_f : momento de inercia de la sección fisurada

M_f : momento de fisuración de la sección

M_a : momento flector aplicado en la sección

Flecha diferida

Se obtiene como la suma de las flechas diferidas producidas para cada escalón de carga. ($f_{dif}(t_i, t_f)$)

$f_{dif}(t_i, t_f)$: flecha diferida por escalón de carga. Se calcula como la suma de las flechas diferidas producidas por cada carga aplicada durante el intervalo de tiempo del escalón de carga:

Intervalo de carga	t_i	t_f	Combinación de acciones	ψ_{fi} (mm)	ψ_{ff} (mm)	$\psi(t_i)$	$\psi(t_f)$	$\psi(t_i, t_f)$	$f_{dif}(t_i, t_f)$ (mm)
1-2	28 días	90 días	Peso propio	0.39	0.39	0.67	1.00	0.33	0.13



Intervalo de carga	t_i	t_f	Combinación de acciones	Δf_i (mm)	$\Delta \Delta f_i$ (mm)	$\Delta(t_i)$	$\Delta(t_f)$	$\Delta(t_i, t_f)$	$f_{dif}(t_i, t_f)$ (mm)
2-3	90 días	120 días	Peso propio+Cargas permanentes - Tabiquería	0.03	0.42	1.00	1.07	0.07	0.03
3-4	120 días	12 meses	Peso propio+Cargas permanentes - Tabiquería+Cargas permanentes - Pavimento	0.05	0.47	1.07	1.40	0.33	0.16
4-5	12 meses	5 años	Peso propio+Cargas permanentes - Tabiquería+Cargas permanentes - Pavimento+Sobrecarga de uso	0.17	0.64	1.40	2.00	0.60	0.38

Donde:

t_i : instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

t_f : instante final de cada intervalo de carga considerado

Δf_i : incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i , calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1} .

$\Delta(t_i)$: coeficiente de duración de carga para el instante inicial del intervalo de carga

$\Delta(t_f)$: coeficiente de duración de carga para el instante final del intervalo de carga

$\Delta(t_i, t_f)$: factor de cálculo de la flecha diferida para el intervalo de carga (t_i, t_f)

Flecha activa a partir del instante "3 meses", para la combinación de acciones "Característica"

La flecha máxima se produce en la sección "3.18 m" para la combinación de acciones: Peso propio+Cargas permanentes - Tabiquería+Cargas permanentes - Pavimento+Sobrecarga de uso

0.82 mm Δ 11.86 mm ✓

$f_{A,lim}$: límite establecido para la flecha activa

$f_{A,lim}$: 11.86 mm

$f_{A,lim} = L/480$

L: longitud de referencia

L: 5.69 m

$f_{A,max}$: flecha activa máxima producida a partir del instante "3 meses"

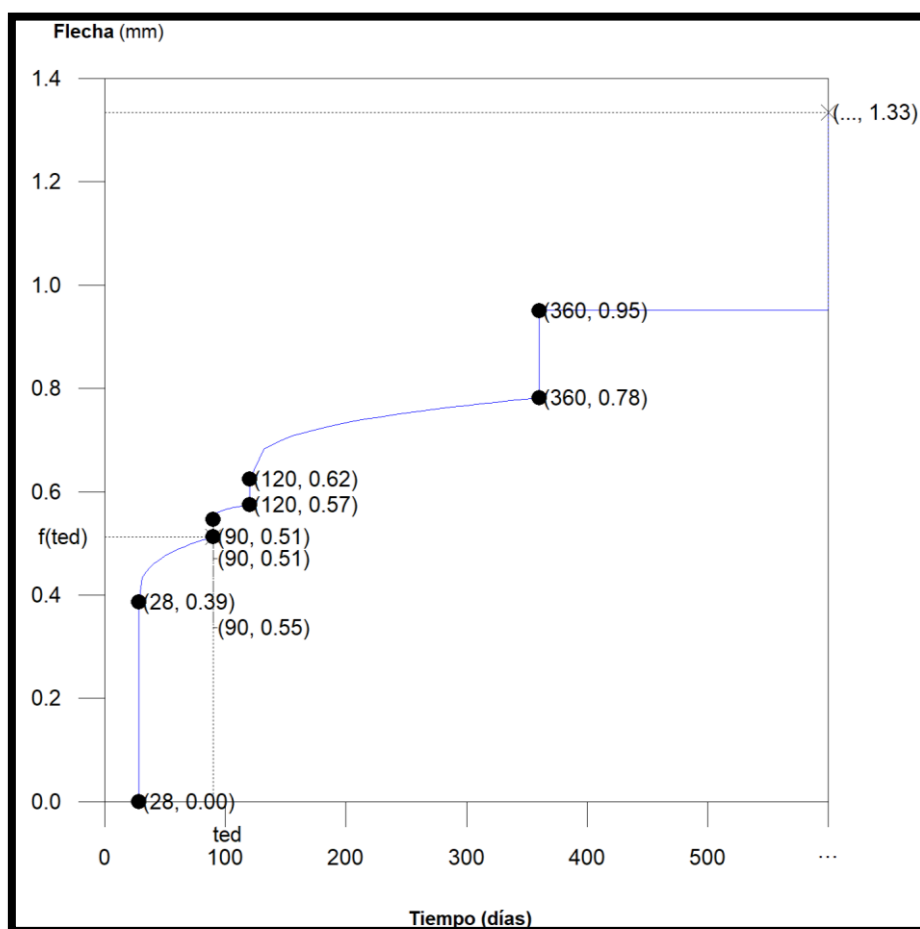
$f_{A,max}$: 0.82 mm

Flecha producida a partir del instante "3 meses", calculada como la diferencia entre la flecha total máxima y la flecha producida hasta dicho instante ($f(t_{ed})$)

$f_{T,max}(t_{ed}, \square)$: flecha total máxima producida a partir del instante "3 meses"

$f_{T,max}(t_{ed}, \square)$: 1.33 mm

Flecha total a plazo infinito



Escalón de carga	t_i (días)	t_f (días)	$f_0(t_i)$ (mm)	$\square f_i(t_i)$ (mm)	$f(t_i)$ (mm)	$f_{dif}(t_0, t_f)$ (mm)	$f_{tot}(t_f)$ (mm)	$f_{tot,max}(t_f)$ (mm)
1-2	28	90	0.00	0.39	0.39	0.13	0.51	0.51
2-3	90	120	0.51	0.03	0.55	0.03	0.57	0.57
3-4	120	360	0.57	0.05	0.62	0.16	0.78	0.78
4- \square	360	\square	0.78	0.17	0.95	0.38	1.33	1.33

Donde:

t_i : instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

t_r : instante final de cada intervalo de carga considerado

$f_0(t_i)$: flecha en el instante inicial del intervalo, antes de aplicar la carga de t_i

$\Delta f_i(t_i)$: incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i

$f(t_i)$: flecha en el instante inicial del intervalo, después de aplicar la carga de t_i

$f_{dif}(t_0, t_r)$: flecha total diferida producida en el intervalo (t_i, t_r)

$f_{tot}(t_r)$: flecha total producida hasta el instante t_r

$f_{tot,max}(t_r)$: flecha total máxima producida hasta el instante t_r

Flecha instantánea

Escalón de carga	t_i	$q(t_i)$	Combinación de acciones	E_c (MPa)	I_e (cm ⁴)	f_i (mm)	Δf_i (mm)	$f_{i,max}$ (mm)
1	28 días	Peso propio	Peso propio	25835.43	360000.00	0.39	0.39	0.39
2	90 días	Cargas permanentes - Tabiquería	Peso propio+Cargas permanentes - Tabiquería	27219.65	360000.00	0.42	0.03	0.42
3	120 días	Cargas permanentes - Pavimento	Peso propio+Cargas permanentes - Tabiquería+Cargas permanentes - Pavimento	27390.30	360000.00	0.47	0.05	0.47
4	12 meses	Sobrecarga de uso	Peso propio+Cargas permanentes - Tabiquería+Cargas permanentes - Pavimento+Sobrecarga de uso	27741.48	360000.00	0.64	0.17	0.64

Donde:

t_i : instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

$q(t_i)$: carga aplicada en el instante inicial 'i'

f_i : flecha instantánea total debida al conjunto de cargas que actúan en el instante t_i

Δf_i : incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i , calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1} .

$f_{i,max}$: valor máximo de la flecha instantánea producida hasta el instante t_i

E_c : módulo de deformación del hormigón

E_c : módulo de deformación secante a los 28 días

I_e: momento de inercia equivalente de la viga para cada escalón de carga

Se obtiene como la mínima inercia de las calculadas para todas las posibles combinaciones características de las cargas aplicadas en dicho escalón. Se toma siempre el valor más desfavorable calculado hasta ese instante.

Escalón	t _i	Q(t _i)	I _{e,v,i} (cm ⁴)	I _{e,i} (cm ⁴)
1	28 días	Peso propio	360000.00	360000.00
2	90 días	Peso propio, Cargas permanentes - Tabiquería	360000.00	360000.00
3	120 días	Peso propio, Cargas permanentes - Tabiquería, Cargas permanentes - Pavimento	360000.00	360000.00
4	12 meses	Peso propio, Cargas permanentes - Tabiquería, Cargas permanentes - Pavimento, Sobrecarga de uso	360000.00	360000.00

Siendo:

t_i: instante inicial de cada intervalo de carga "i"

Q(t_i): cargas que actúan a partir del instante t_i

I_{e,i}: inercia equivalente de la viga considerada para el escalón de carga "i". Es el valor pésimo de todos los calculados hasta dicho instante.

I_{e,v,i}: inercia equivalente de la viga calculada para el escalón de carga "i"

Se muestra, a continuación, el desarrollo del valor pésimo de I_{e,v}, que se produce para el escalón de carga "1"

I_{e,v}: momento de inercia equivalente de la viga para la combinación "Peso propio"

I_{e,v}: 360000.00 cm⁴

Se calcula asimilando la viga a uno de los casos tipo definidos por la norma en función de la ley de momentos resultante.

Cuando no es posible la equiparación con un único caso tipo, se interpola linealmente entre los mismos, de forma que la inercia equivalente se puede expresar como combinación de las inercias definidas para dichos casos:

$$I_{e,v} = \square_A \cdot I_{e,\text{caso A}} + \square_B \cdot I_{e,\text{caso B}} + \square_{C1} \cdot I_{e,\text{caso C1}} + \square_{C2} \cdot I_{e,\text{caso C2}} + \square_{D1} \cdot I_{e,\text{caso D1}} + \square_{D2} \cdot I_{e,\text{caso D2}}$$

Donde:



caso A	caso B	caso C1, C2	caso D1, D2
Elementos simplemente apoyados	Vanos internos de elementos continuos	Vanos externos con continuidad sólo en uno de los apoyos	Elementos en voladizo
$I_e = I_{ec}$	$I_e = 0.50I_{ec} + 0.25(I_{ee1} + I_{ee2})$	$I_e = 0.85I_{ec} + 0.15I_{ee}$	$I_e = I_{ee}$

α_i : coeficiente de combinación para el caso 'i'

α_A	α_B	α_{C1}	α_{C2}	α_{D1}	α_{D2}
0.76	0	0	0	0.19	0.057

I_{ec} : momento de inercia equivalente de la sección de centro de vano

I_{ec} : 360000.00 cm⁴

I_{ee1} : momento de inercia equivalente de la sección de extremo (1)

I_{ee1} : 360000.00 cm⁴

I_{ee2} : momento de inercia equivalente de la sección de extremo (2)

I_{ee2} : 360000.00 cm⁴

Se calcula mediante la fórmula de Branson:

Sección	I_b (cm ⁴)	I_f (cm ⁴)	M_f (kN·m)	M_a (kN·m)	I_{ei} (cm ⁴)
Extremo (1)	360000.00	84686.37	-45.405	-16.911	360000.00
Centro de vano	360000.00	65977.89	44.192	11.618	360000.00
Extremo (2)	360000.00	85386.57	-45.709	-5.128	360000.00

Siendo:

I_b : momento de inercia de la sección bruta

I_f : momento de inercia de la sección fisurada

M_f : momento de fisuración de la sección

M_a : momento flector aplicado en la sección

Flecha diferida

Se obtiene como la suma de las flechas diferidas producidas para cada escalón de carga. ($f_{dif}(t_i, t_f)$)



$f_{dif}(t_i, t_f)$: flecha diferida por escalón de carga. Se calcula como la suma de las flechas diferidas producidas por cada carga aplicada durante el intervalo de tiempo del escalón de carga:

Intervalo de carga	t_i	t_f	Combinación de acciones	Δf_i (mm)	$\Delta \Delta f_i$ (mm)	$\Delta(t_i)$	$\Delta(t_f)$	$\Delta(t_i, t_f)$	$f_{dif}(t_i, t_f)$ (mm)
1-2	28 días	90 días	Peso propio	0.39	0.39	0.67	1.00	0.33	0.13
2-3	90 días	120 días	Peso propio+Cargas permanentes - Tabiquería	0.03	0.42	1.00	1.07	0.07	0.03
3-4	120 días	12 meses	Peso propio+Cargas permanentes - Tabiquería+Cargas permanentes - Pavimento	0.05	0.47	1.07	1.40	0.33	0.16
4-5	12 meses	5 años	Peso propio+Cargas permanentes - Tabiquería+Cargas permanentes - Pavimento+Sobrecarga de uso	0.17	0.64	1.40	2.00	0.60	0.38

Donde:

t_i : instante inicial de cada intervalo de carga 'i'

t_f : instante final de cada intervalo de carga considerado

Δf_i : incremento de flecha instantánea debido a la carga aplicada en el instante t_i , calculado como la diferencia de las flechas instantáneas totales de los instantes t_i y t_{i-1} .

$\Delta(t_i)$: coeficiente de duración de carga para el instante inicial del intervalo de carga

$\Delta(t_f)$: coeficiente de duración de carga para el instante final del intervalo de carga

$\Delta(t_i, t_f)$: factor de cálculo de la flecha diferida para el intervalo de carga (t_i, t_f)

$f(t_{ed})$: flecha total producida hasta el instante "3 meses"

$f(t_{ed})$: 0.51 mm

La flecha total producida hasta el instante " t_{ed} " asociado al momento de ejecución del elemento dañable (3 meses) se obtiene a partir de la historia total de cargas desarrollada anteriormente en el cálculo de la flecha total a plazo infinito.

Se adjunta a continuación una tabla de las flechas a largo plazo de todas las vigas:

Planta	Denominación de viga	Flecha a largo plazo (mm)	Flecha admisible (L/480) (mm)
Primer piso	V-201	2.08	12.25
	V-202	0.14	4.77
	V-203	0.89	13.94
	V-204	0	2.33
	V-205	0.4	8.54
	V-206	1.08	11.15
	V-207	0.4	8.96
	V-208	0.47	10.42
	V-209	0.54	10.42
	V-210	0.26	8.96
	V-211	0.03	5.17
	V-212	0.04	4.75
	V-213	0.36	5.04
	V-214	1.68	11.85
	V-215	0.55	5.94
	V-216	1.51	11.85
	V-217	1.18	11.85
	V-218	0.54	5.94
	V-219	0.01	4.00
	V-220	0.02	2.40
	V-221	0.02	2.40
	V-222	0.03	2.04
	V-223	1.42	11.85
	V-224	0.91	12.81
	V-225	0.8	12.81
	V-226	0.16	7.40
	V-227	0.02	4.27
	V-228	0.12	5.13
	V-229	2.64	10.52
	V-230	0.18	5.42
	V-231	0.1	3.33
	V-232	0.2	10.42
	V-233	0.08	4.00



	V-203 RAMPA	12.86	14.38
	V-204 RAMPA	6.07	13.52
	V-205 RAMPA	6.34	13.85
	V-206 RAMPA	11.08	14.19
	V-207 RAMPA	4.59	9.58
	V-208 RAMPA	2.05	9.13
	V-209 RAMPA	2.71	9.75
	V-210 RAMPA	3.16	8.94
	V-211 RAMPA	0.74	5.67
	V-212 RAMPA	0.88	5.31
	V-213 RAMPA	0.84	5.63
Segundo piso	V-301	0.49	5.94
	V-302	0.62	5.94
	V-303	0.12	5.21
	V-304	1.72	8.75
	V-305	1.78	12.25
	V-306	0.6	6.10
	V-307	1.4	12.08
	V-308	0.28	7.58
	V-309	0.14	7.40
	V-310	0	4.27
	V-311	0.71	12.65
	V-312	0.78	12.40
	V-313	0.03	4.90
	V-314	0.04	2.17
	V-315	0.03	1.77
	V-316	0.03	1.79
	V-317	0.86	11.85
	V-318	1.03	11.85
	V-319	1.69	11.85
	V-320	0.61	11.15
	V-321	0.25	8.96
	V-322	0.4	10.42
	V-323	0.52	10.42
	V-324	0.25	8.96



	V-325	0.03	4.46
	V-326	0.03	4.42
	V-327	0.29	5.04
	V-328	1.52	11.85
	V-303 RAMPA	12.23	14.40
	V-304 RAMPA	6.1	13.77
	V-305 RAMPA	6.38	13.92
	V-306 RAMPA	10.85	14.21
	V-307 RAMPA	4.19	9.60
	V-308 RAMPA	1.95	9.21
	V-309 RAMPA	2.79	9.83
	V-310 RAMPA	3.26	8.96
	V-311 RAMPA	0.94	5.71
	V-312 RAMPA	1.03	5.42
	V-313 RAMPA	1	5.67
Tercer piso	V-401	0.61	5.94
	V-402	0.12	5.21
	V-403	1.85	12.25
	V-404	0.91	6.10
	V-405	1.58	12.08
	V-406	0.28	7.54
	V-407	0.14	6.96
	V-408	0	4.27
	V-409	0.81	12.31
	V-410	0.87	11.98
	V-411	0.04	4.48
	V-412	0.09	2.38
	V-413	0.08	1.92
	V-414	0.07	2.13
	V-415	1.07	11.13
	V-416	1.34	11.85
	V-417	0.66	11.15
	V-418	0.24	8.58
	V-419	0.54	10.42
	V-420	0.42	10.42



	V-421	0.28	8.96
	V-422	0.03	4.35
	V-423	0.03	3.90
	V-424	0.02	5.04
	V-403 RAMPA	13.42	14.40
	V-404 RAMPA	5.36	12.90
	V-405 RAMPA	5.9	13.21
	V-406 RAMPA	13.01	14.21
	V-407 RAMPA	5.17	9.60
	V-408 RAMPA	1.53	8.27
	V-409 RAMPA	2.52	9.48
	V-410 RAMPA	4.32	8.96
	V-411 RAMPA	1.02	5.71
	V-412 RAMPA	1.03	5.42
	V-413 RAMPA	1.07	5.67
Cuarto piso	V-501	1.74	12.23
	V-502	0.05	6.02
	V-503	0.73	11.88
	V-504	0.84	8.96
	V-505	0.12	5.21
	V-506	2.55	12.25
	V-507	0.89	6.10
	V-508	0.11	2.22
	V-509	0.91	8.54
	V-510	0.17	7.04
	V-511	0	4.27
	V-512	0.68	11.50
	V-513	0.69	11.48
	V-514	0.21	9.79
	V-515	0.24	2.67
	V-516	0.14	2.02
	V-517	1	11.15
	V-518	0.18	8.10
	V-519	0.62	10.42
	V-520	0.65	10.42



	V-521	0.28	8.96
	V-522	0.02	4.63
	V-523	0.05	4.75
	V-524	6.09	12.02
	V-525	6.22	12.02
	V-526	4.42	10.00
	V-527	2.83	12.13
	V-528	0.41	5.33
Quinto piso; Sexto piso; Séptimo piso; Octavo piso	V-601	1.94	12.23
	V-602	0.12	6.02
	V-603	1.26	11.88
	V-604	0.20	5.21
	V-605	2.26	12.25
	V-606	0.67	6.10
	V-607	2.02	12.08
	V-608	0.16	6.94
	V-609	0.01	2.58
	V-610	0.51	9.79
	V-611	0.66	9.90
	V-612	0.71	10.88
	V-613	0.81	11.04
	V-614	0.79	10.31
	V-615	0.42	7.83
	V-616	0.42	6.79
	V-617	0.78	9.75
Noveno piso; Décimo piso; Décimo primer piso; Décimo segundo piso	V-701	1.99	12.23
	V-702	0.96	12.02
	V-703	1.16	11.88
	V-704	0.20	5.21
	V-705	2.31	12.25
	V-706	0.65	6.10
	V-707	1.77	12.08
	V-708	0.15	7.10
	V-709	0.23	8.56
	V-710	0.05	2.15
	V-711	0.6	9.69
	V-712	0.75	10.25
	V-713	0.87	10.33
	V-714	0.71	10.31
	V-715	1.23	7.83
	V-716	2.12	6.79
	V-717	0.84	9.60
Décimo tercer piso;	V-801	2.04	12.23
	V-802	1.07	12.02



Décimo cuarto piso; Décimo quinto piso	V-803	1.37	11.88
	V-804	0.19	5.21
	V-805	2.3	12.25
	V-806	0.66	6.10
	V-807	1.98	12.08
	V-808	0.18	7.40
	V-809	0.03	2.69
	V-810	0.07	2.83
	V-811	0.62	9.90
	V-812	0.75	10.38
	V-813	0.86	10.63
	V-814	0.75	10.31
	V-815	0.41	6.85
	V-816	2.21	6.79
	V-817	0.88	9.50
Décimo sexto piso	V-901	2.27	12.23
	V-902	0.45	6.02
	V-903	1.93	11.88
	V-904	9.49	12.19
	V-905	6.4	12.29
	V-906	0.21	5.21
	V-907	5.84	12.06
	V-908	7.76	11.98
	V-909	2.19	12.25
	V-910	0.66	6.10
	V-911	2.36	12.08
	V-912	0.24	7.40
	V-913	0.02	3.06
	V-914	0.06	3.60
	V-915	1.06	9.90
	V-916	0.39	7.56
	V-917	0.44	7.69
	V-918	1.15	10.31
	V-919	0.41	8.63
	V-920	0.39	6.83
	V-921	1.3	10.31
Décimo séptimo piso	V-1001	0.15	5.21
	V-1101	0.86	8.21
Décimo noveno piso	V-1301	0.01	2.96
	V-1302	0	3.13
	V-1303	0	4.65



5.4.12.3. Desplazabilidad del edificio:

Para considerar el efecto del segundo orden en la estructura, el programa calcula un coeficiente denominado coeficiente de estabilidad global de la estructura y cuya fórmula es:

$$\gamma_z = \frac{1}{1 - Q}$$

Donde:

γ_z = coeficiente de estabilidad global

Q= índice de estabilidad por planta

Dicho índice Q se puede relacionar con el coeficiente si las plantas no difieren mucho entre ellas. El valor límite de Q para considerar a una determinada planta como indesplazable es 0,05, por lo tanto, el coeficiente adquiere un valor de 1,05. Es decir que mientras no se supere ese valor en las direcciones del viento, la estructura no será tan deformable y se mantendrá estable. Según el manual de cálculo del programa se puede despreciar los efectos de segundo orden en los casos que $\gamma_z < 1,1$, pero es recomendable de todas maneras activarlo para obtener un cálculo más exacto.

Se adjuntan a continuación las tablas obtenidas:

Para el análisis de la estabilidad global se ha considerado que los desplazamientos reales de la estructura son los considerados en el cálculo multiplicados por:

Viento +X exc.+	1.05
Viento +X exc.-	1.05
Viento -X exc.+	1.05
Viento -X exc.-	1.05
Viento +Y exc.+	1.05
Viento +Y exc.-	1.05
Viento -Y exc.+	1.05
Viento -Y exc.-	1.05

Se considera un momento volcador que resulta de considerar las fuerzas horizontales producidas por el viento por la excentricidad entre el punto de aplicación de la fuerza y la base del edificio.

La fórmula es:

$$M_H = \Sigma H_i * z_i$$

El momento de vuelco producido por las acciones horizontales en las distintas hipótesis es:

	kN·m
Viento +X exc.+	56167.023
Viento +X exc.-	55330.317
Viento -X exc.+	56167.023
Viento -X exc.-	55330.317
Viento +Y exc.+	22314.844
Viento +Y exc.-	22219.852
Viento -Y exc.+	22314.844
Viento -Y exc.-	22219.852

Luego se define un momento por efecto P-Δ, producida por las cargas que transmiten las vigas y losas a las columnas por los desplazamientos debido a la carga horizontal:

$$M_{P\Delta} = \sum_1^i \sum_1^j P_{ij} \Delta_i$$

El momento por efecto P-delta producido por las distintas hipótesis de carga gravitatoria bajo la actuación simultánea de las hipótesis de acciones horizontales es:

	Peso propio kN·m	Cargas permanentes kN·m	Sobrecarga de uso kN·m
Viento +X exc.+	603.020	330.606	257.032
Viento +X exc.-	573.687	307.759	240.936
Viento -X exc.+	603.020	330.606	257.032
Viento -X exc.-	573.687	307.759	240.936
Viento +Y exc.+	119.157	64.487	51.863
Viento +Y exc.-	106.813	57.313	45.774
Viento -Y exc.+	119.157	64.487	51.863
Viento -Y exc.-	106.813	57.313	45.774

Las acciones horizontales se ven incrementadas por la actuación simultánea de las acciones gravitatorias según los siguientes factores de amplificación (FA):

	Peso propio	Cargas permanentes	Sobrecarga de uso
Viento +X exc.+	0.011	0.006	0.005
Viento +X exc.-	0.010	0.006	0.004
Viento -X exc.+	0.011	0.006	0.005
Viento -X exc.-	0.010	0.006	0.004
Viento +Y exc.+	0.005	0.003	0.002
Viento +Y exc.-	0.005	0.003	0.002
Viento -Y exc.+	0.005	0.003	0.002
Viento -Y exc.-	0.005	0.003	0.002

Cuando en una combinación actúe una acción horizontal con un coeficiente de mayoración F_v y varias acciones gravitatorias con coeficientes de mayoración $F_{g1} \dots F_{gn}$, el coeficiente de mayoración de la acción horizontal se tomará como:

$$F_v (\text{estabilidad global}) = F_v * \frac{1}{1 - (F_{g1} * F_{A1} + \dots + F_{gn} * F_{An})}$$

Las relaciones máximas entre los coeficientes de mayoración amplificados y los coeficientes de mayoración sin amplificar para las distintas hipótesis de acción horizontal son:

Viento +X exc.+	1.023
Viento +X exc.-	1.022
Viento -X exc.+	1.023
Viento -X exc.-	1.022
Viento +Y exc.+	1.011
Viento +Y exc.-	1.010
Viento -Y exc.+	1.011
Viento -Y exc.-	1.010

Se puede apreciar que ninguno de los valores de los factores de estabilidad para cada una de las direcciones del viento es mayor al límite 1,05, con lo cual se considera que el edificio es estable e indesplazable en todas las direcciones.

5.4.13. Cálculo estructural de rampa vehicular:

En la realidad la rampa vehicular se materializa con vigas curvas inclinadas para poder llegar al piso siguiente, sin embargo, por una cuestión de modelado en el programa se ha resuelto dicha rampa con la hipótesis simplificada de considerar a las vigas planas en lugar de inclinadas, debido que el software no posee la opción de introducción de vigas curvas e inclinadas en simultáneo.

En primer lugar, se ha intentado realizar la simulación y el cálculo de la estructura formando un sistema de vigas perimetrales curvas inclinadas exentas de losas con desniveles, suprimiendo la hipótesis de considerar al diafragma como un rígido en las vigas laterales y así poder considerar el esfuerzo normal actuante debido a la inclinación de las vigas curvas, sin embargo, solo es posible eliminar dicha hipótesis sacando las losas de la estructura y ahí surge el problema de que no es posible introducir una viga que posea las características de curva y con inclinación debido a que el desnivel entre plantas solamente lo pueden dar las losas. A su vez se ha intentado subdividir la rampa a través

de la partición de elementos rectos con desniveles que simulen el comportamiento de una viga curva con inclinación, pero el software de cálculo solo reconoce el desnivel en las losas y no en las vigas, teniendo así una discontinuidad entre ambos elementos.

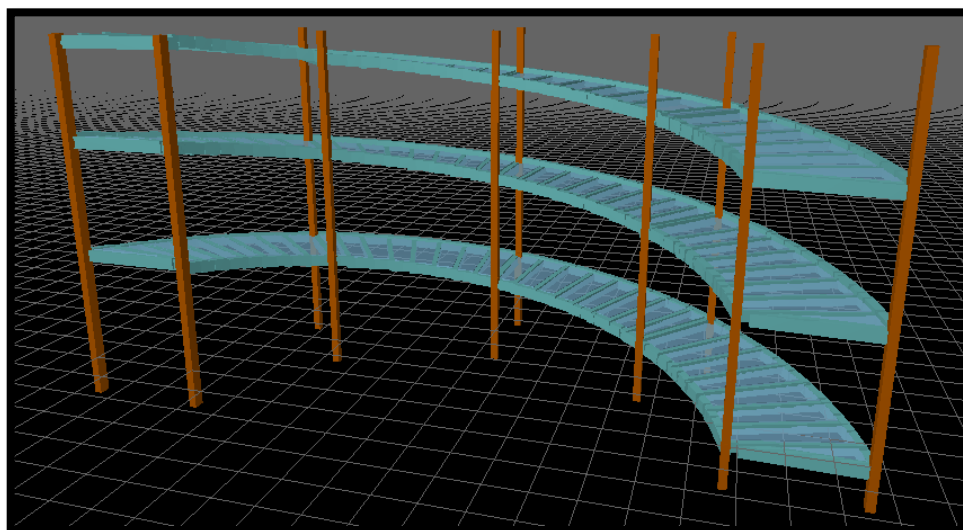


Fig. 55: Modelo con vigas curvas inclinadas

Debido a la limitación del software en considerar en simultáneo la inclinación y la curvatura de las vigas y en base a la bibliografía “Escadas de Concreto Armado” de Marcello da Cunha Moraes, profesor de la Universidad de Brasilia, el cual realiza el cálculo de escaleras con vigas curvas helicoidales obteniendo los diagramas de las solicitaciones de esfuerzo cortante, momento flector y torsor, despreciando el esfuerzo normal, se ha resuelto el cálculo de la rampa vehicular mediante vigas curvas laterales y losas planas consideradas en el mismo nivel, si bien esta simplificación no es idéntica a la realidad, el comportamiento de la estructura es similar ya que las cargas permanentes y de sobrecarga actúan verticalmente sobre la estructura y al no haber una coacción de apoyo fijo, es decir si la columna se mueve funcionando como una vinculación móvil, no hay una componente de esfuerzo normal.

Finalmente, se simula la estructura de las losas y las vigas curvas sometidas a esfuerzos de torsión, flexión y cortante, dichas vigas están solicitadas por sus pesos propios y las cargas aplicadas obtenida de las reacciones de las losas y las mismas transmiten sus reacciones a las columnas de la rampa, estas últimas se encuentran solicitadas a flexión en ambos ejes, esfuerzo cortante y esfuerzo de compresión axial. Una vez obtenidas dichas cargas en las columnas se han colocado manualmente en el programa esos valores de cargas en la superestructura del edificio.

Cabe mencionar que se ha realizado el cálculo de la rampa vehicular independiente del edificio en el programa para lograr la simulación de ambas estructuras, transfiriendo las cargas actuantes de las columnas, que son comunes en ambos modelos, de la rampa a la

superestructura del edificio, las cuales ambas en la realidad están interconectadas entre sí.

A continuación, se adjunta imagen tridimensional de la simulación y estructura adoptada para calcular la rampa vehicular de estacionamiento:

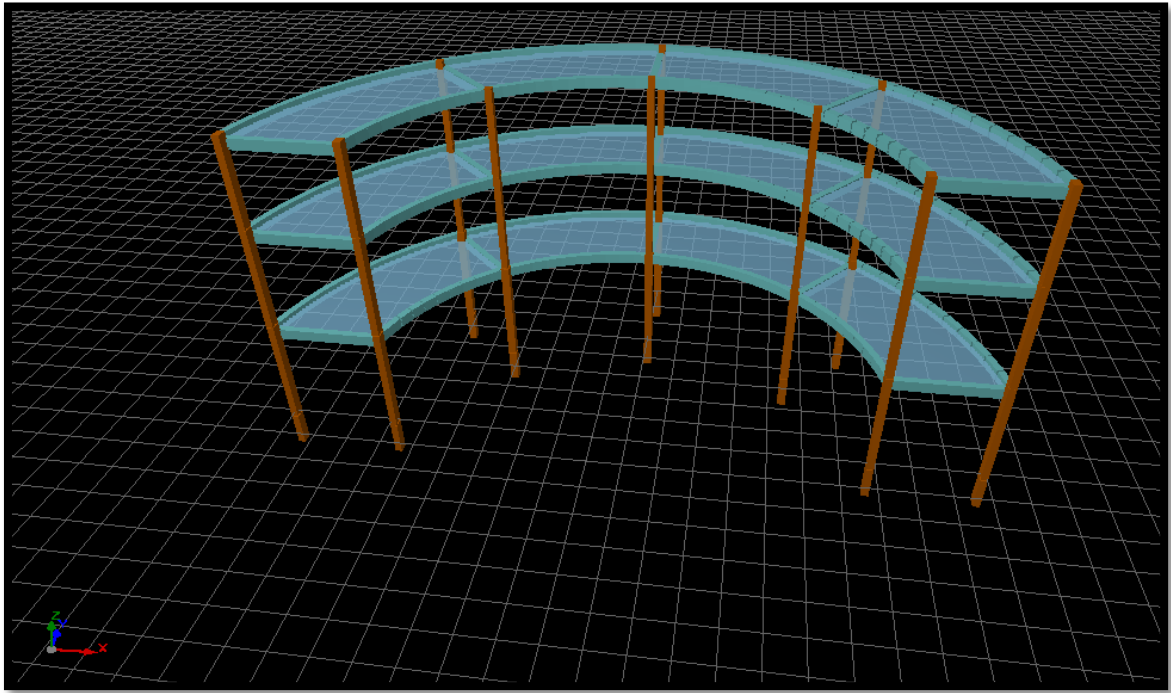


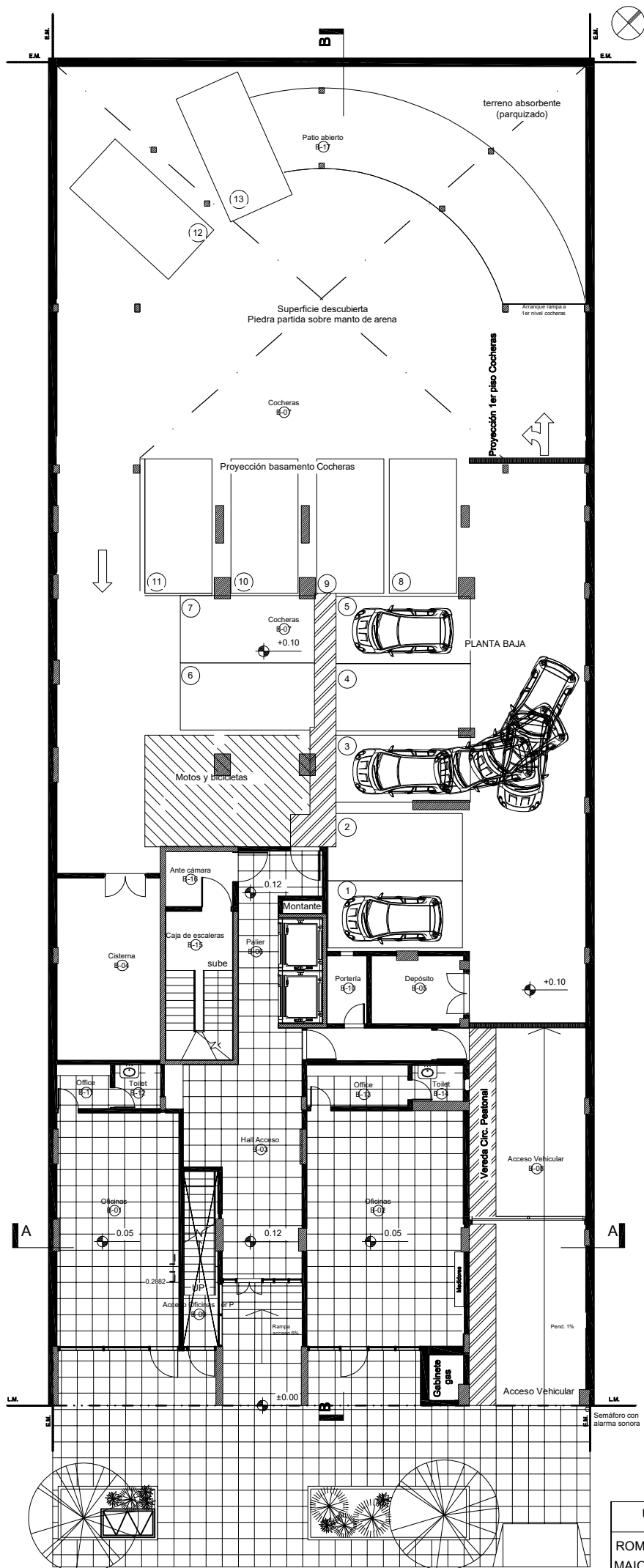
Fig. 56: Modelo definitivo para simular la rampa vehicular



5.5.ANEXO CAPÍTULO V: Documentación Gráfica:

5.5.1. Anexo Planos de Arquitectura

Se anexan los planos que se han realizado del diseño arquitectónico de las distintas plantas que componen el edificio, en formato de hoja A4 en escala 1:200.



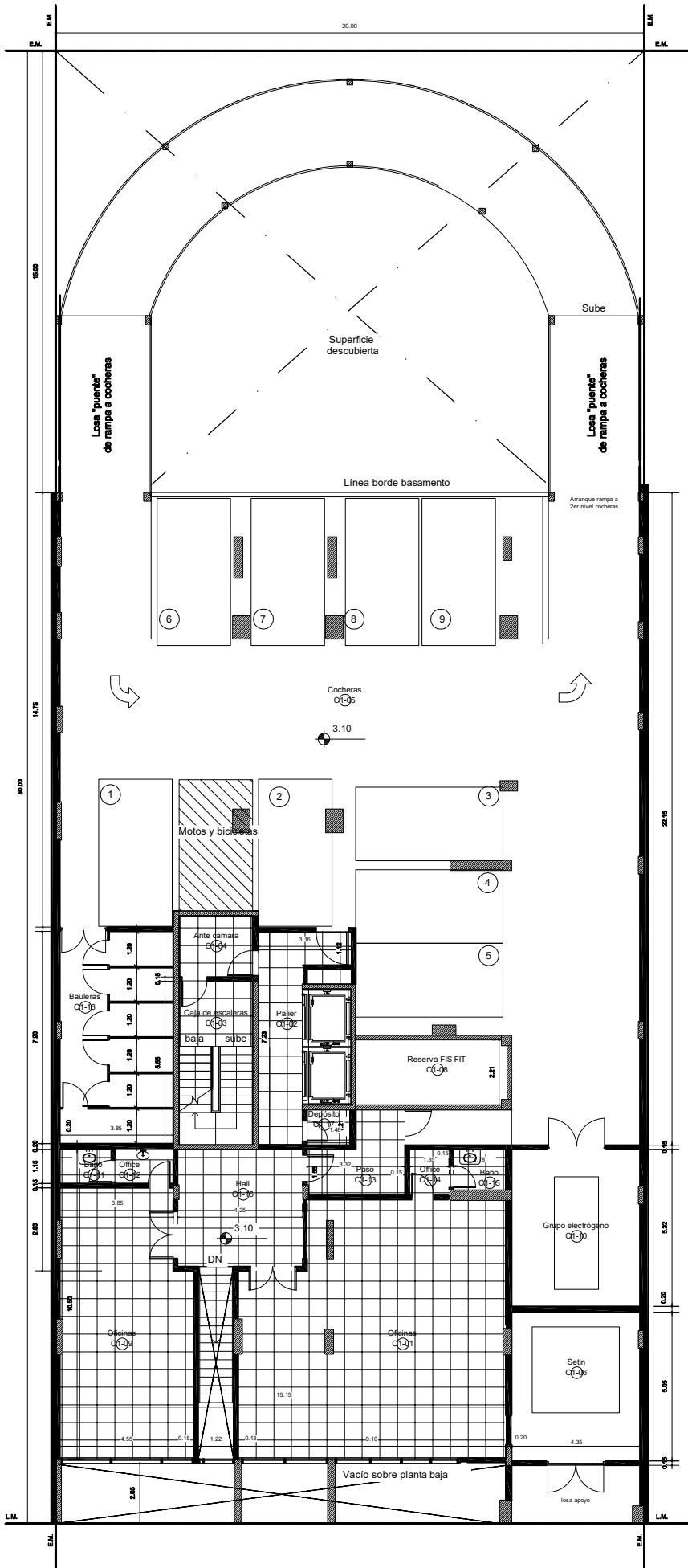
PLANTA BAJA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA

ROMERO, LORENA - LU:18.471
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497

TRABAJO FINAL DE GRADO
PLANOS DE ARQUITECTURA

ESCALA: 1:200
AÑO: 2021



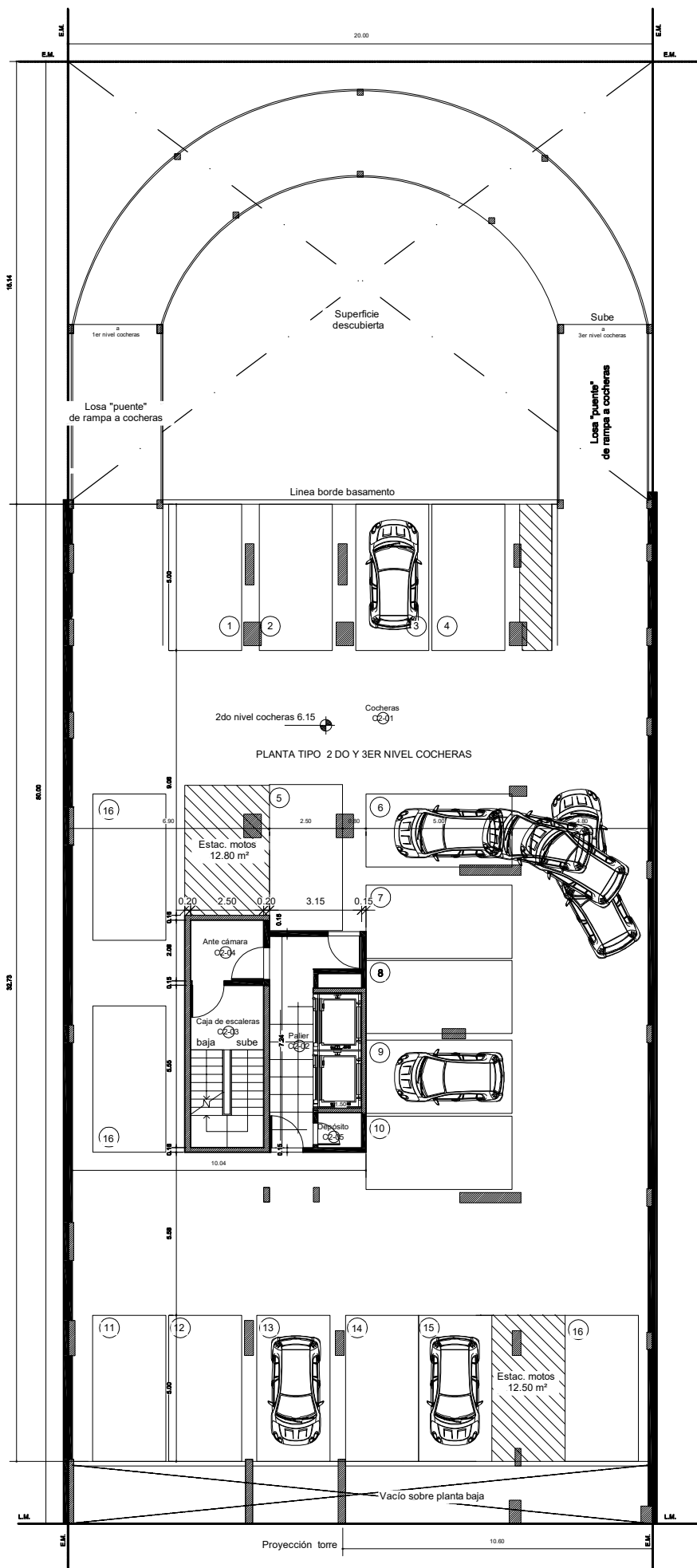
PLANTA COCHERAS 1ER NIVEL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA

ROMERO, LORENA - LU:18.471
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497

TRABAJO FINAL DE GRADO
PLANOS DE ARQUITECTURA

ESCALA: 1:200
AÑO: 2021



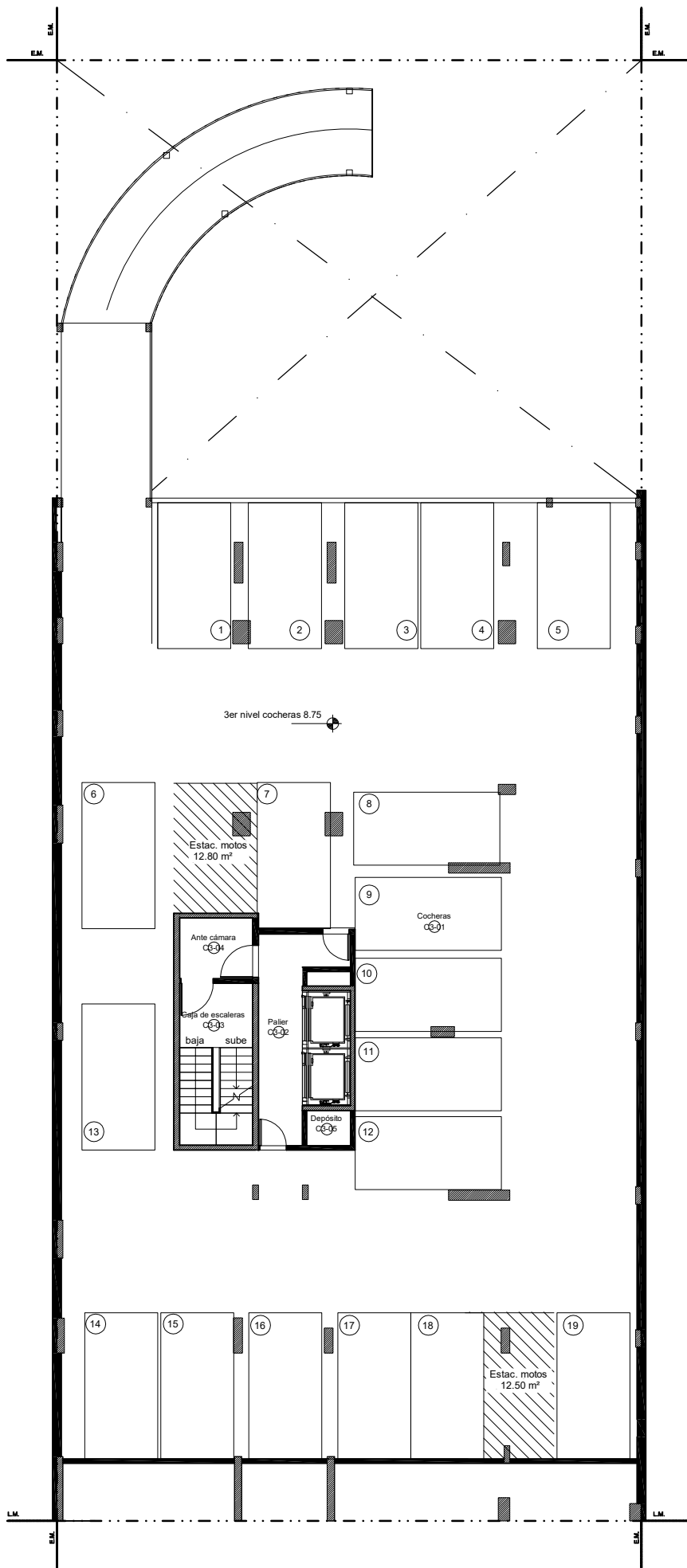
PLANTA COCHERAS 2DO NIVEL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA

ROMERO, LORENA - LU:18.471
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497

TRABAJO FINAL DE GRADO
PLANOS DE ARQUITECTURA

ESCALA: 1:200
AÑO: 2021



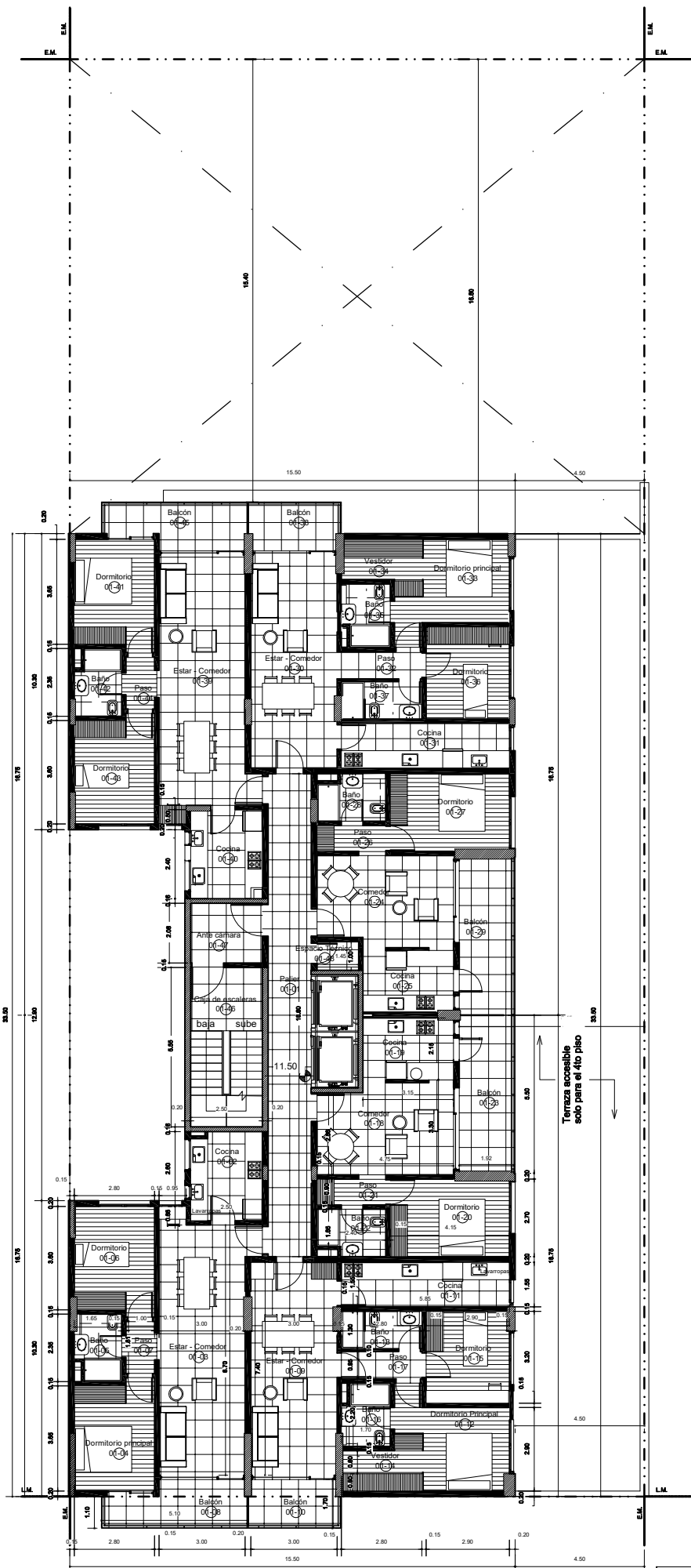
PLANTA COCHERAS 3ER NIVEL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA

ROMERO, LORENA - LU:18.471
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497

TRABAJO FINAL DE GRADO
PLANOS DE ARQUITECTURA

ESCALA: 1:200
AÑO: 2021



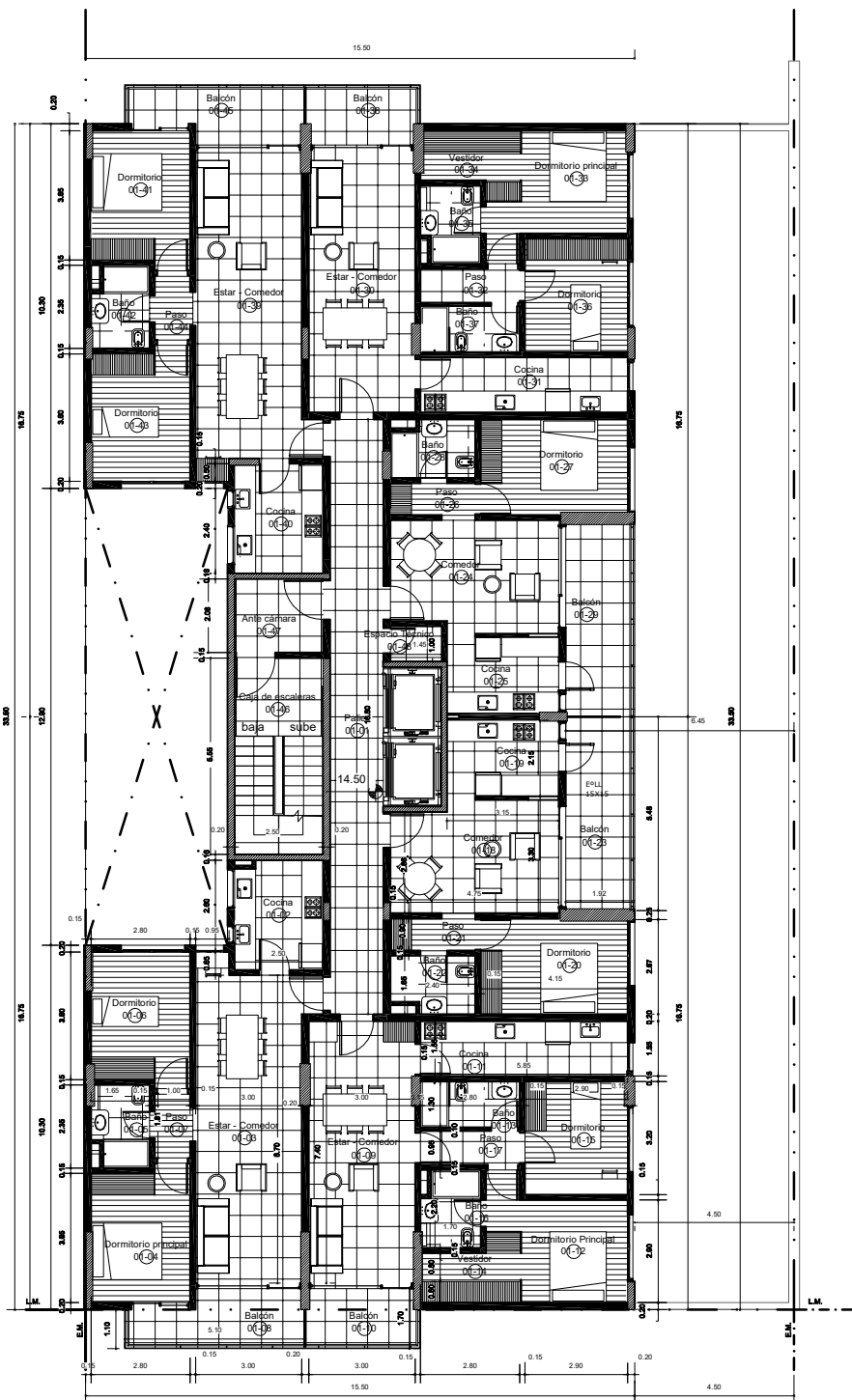
PLANTA DEPARTAMENTOS 4TO NIVEL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA

ROMERO, LORENA - LU:18.471
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497

TRABAJO FINAL DE GRADO
PLANOS DE ARQUITECTURA

ESCALA: 1:200
AÑO: 2021



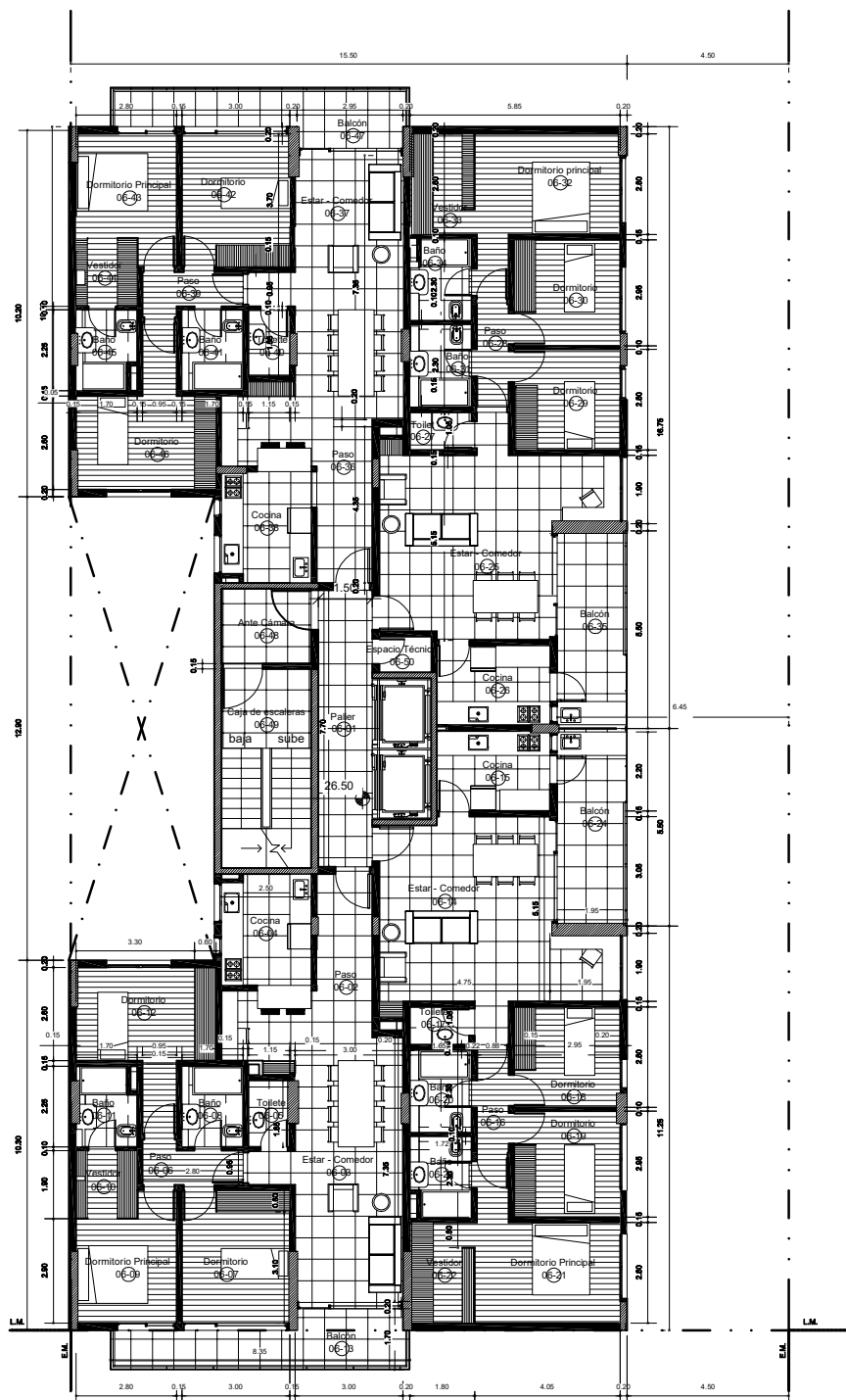
PLANTA DEPARTAMENTOS 5TO, 6TO, 7MO Y 8VO NIVEL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA

ROMERO, LORENA - LU:18.471
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497

TRABAJO FINAL DE GRADO
PLANOS DE ARQUITECTURA

ESCALA: 1:200
AÑO: 2021



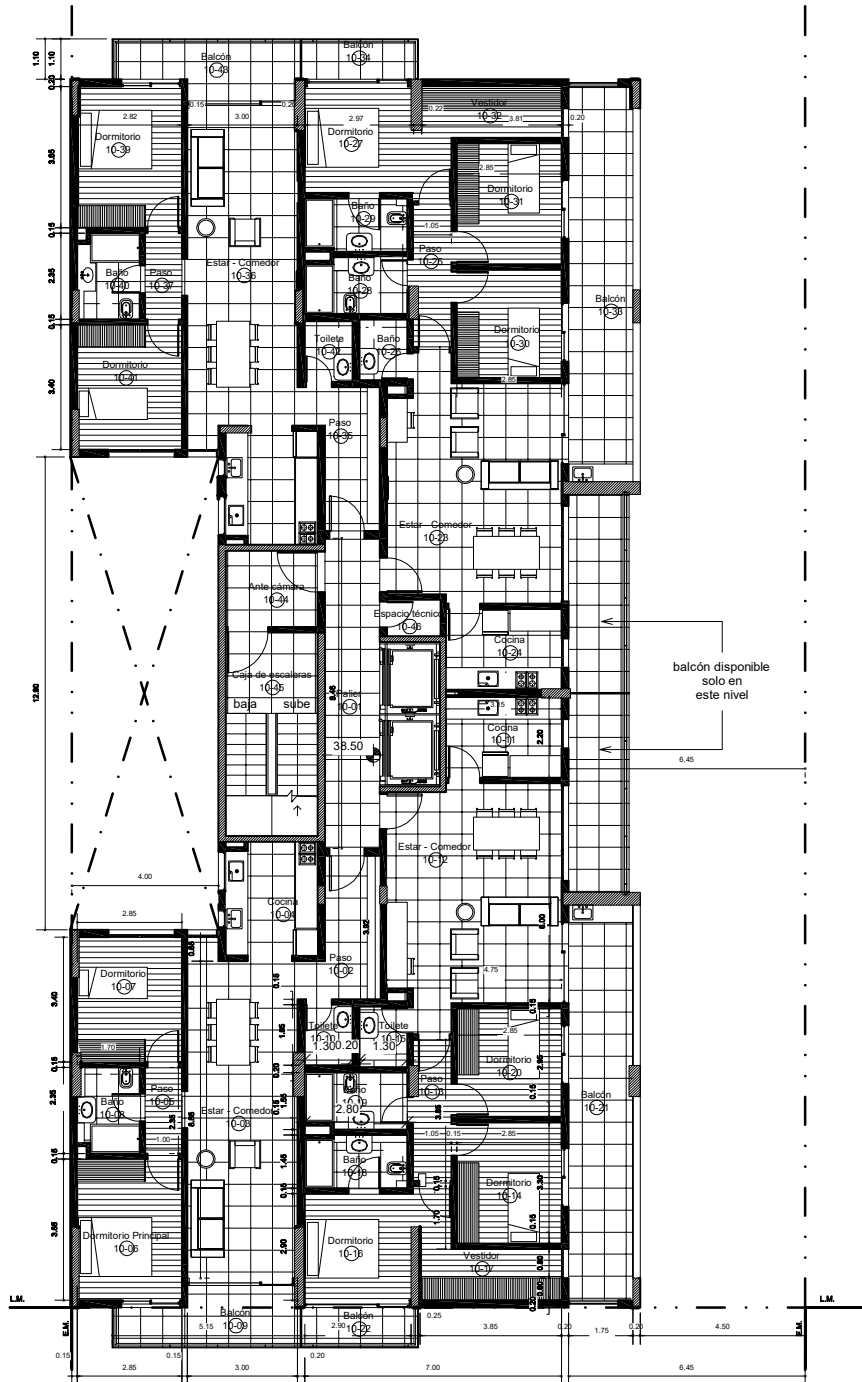
PLANTA DEPARTAMENTOS 9NO, 10MO, 11ER Y 12DO NIVEL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA

ROMERO, LORENA - LU:18.471
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497

TRABAJO FINAL DE GRADO
PLANOS DE ARQUITECTURA

ESCALA: 1:200
AÑO: 2021



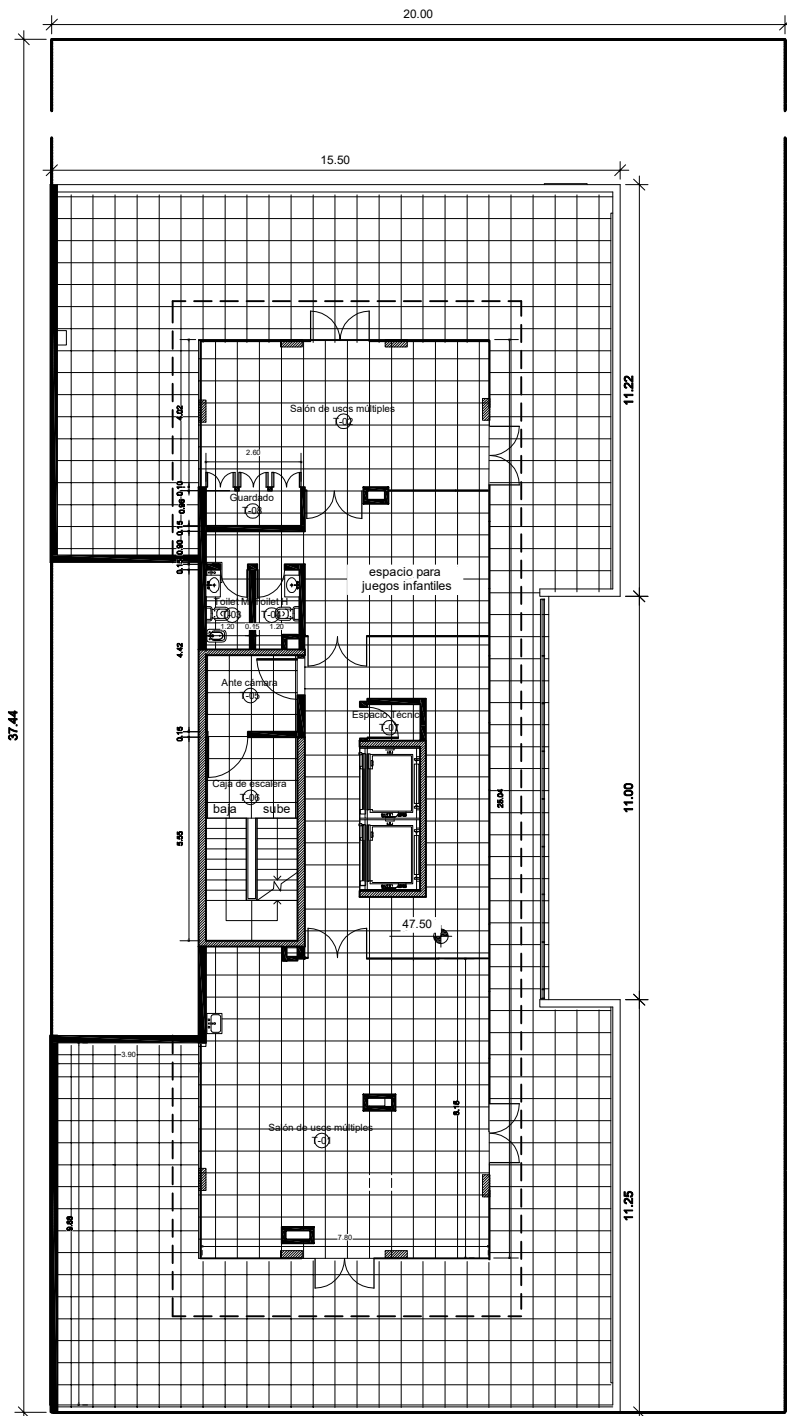
PLANTA DEPARTAMENTOS 13ER, 14TO Y 15TO NIVEL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA

ROMERO, LORENA - LU:18.471
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497

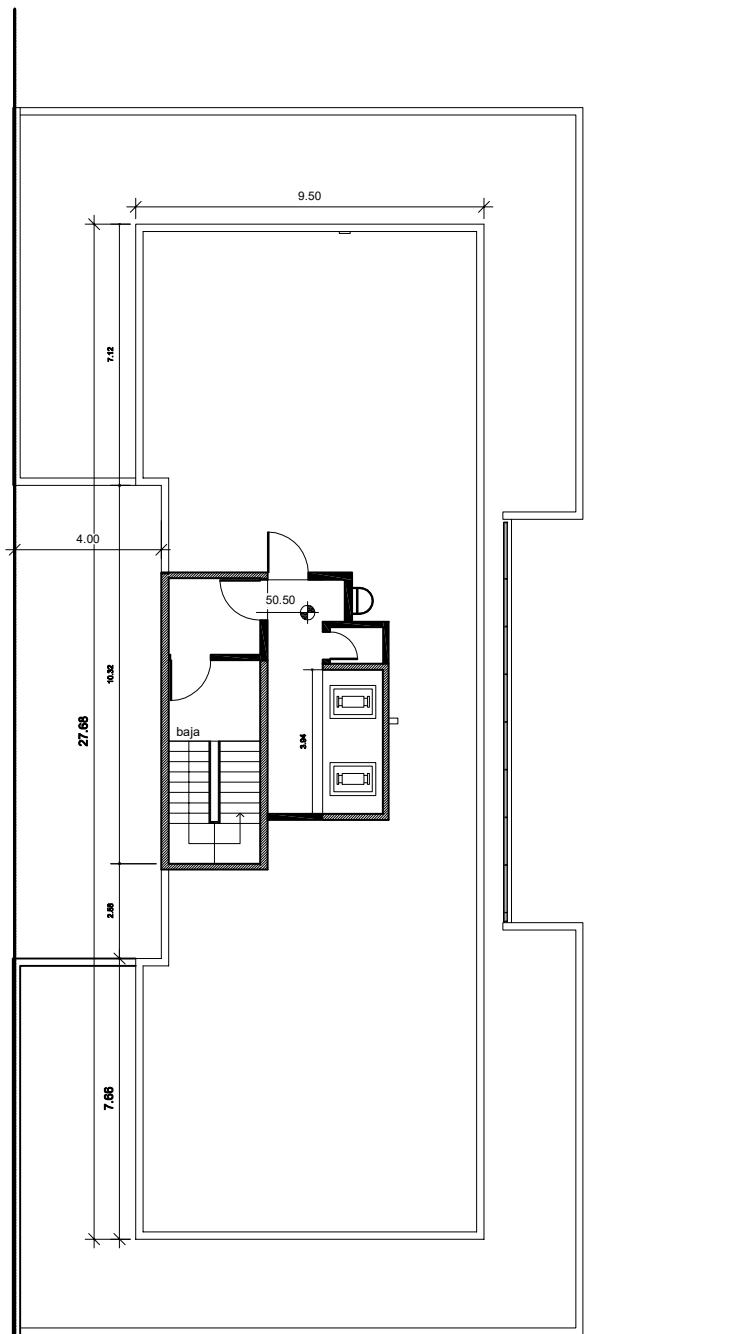
TRABAJO FINAL DE GRADO
PLANOS DE ARQUITECTURA

ESCALA: 1:200
AÑO: 2021



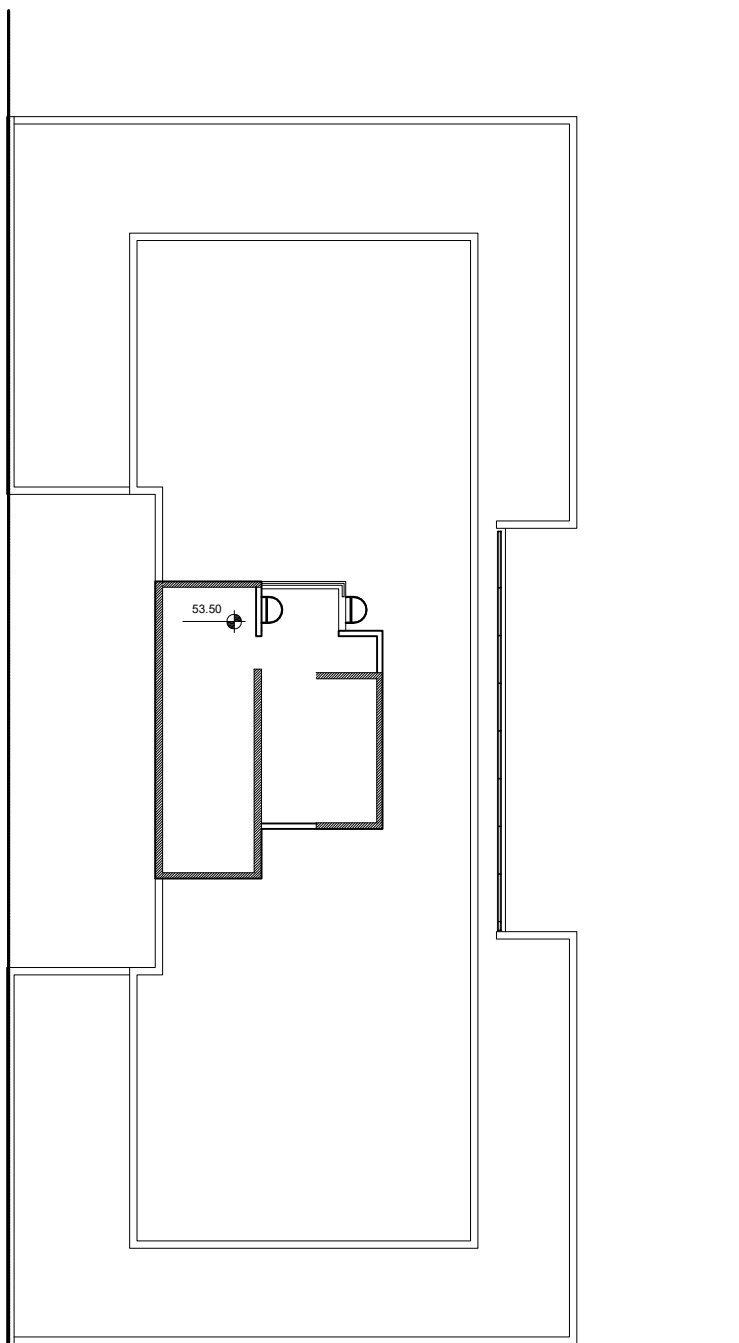
PLANTA DE TERRAZA 16TO NIVEL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA		
ROMERO, LORENA - LU:18.471	TRABAJO FINAL DE GRADO PLANOS DE ARQUITECTURA	ESCALA: 1:200
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497		AÑO: 2021



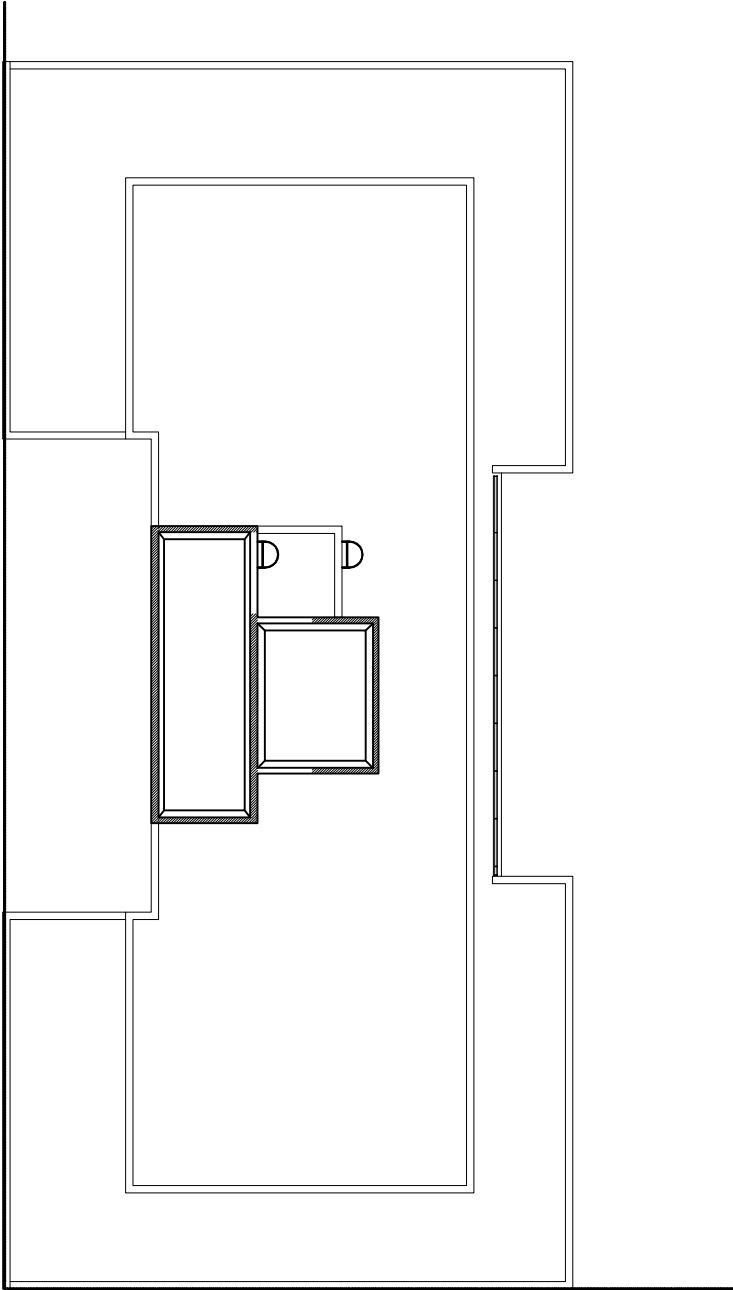
PLANTA DE SALA DE MAQUINAS 17MO NIVEL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA		
ROMERO, LORENA - LU:18.471	TRABAJO FINAL DE GRADO PLANOS DE ARQUITECTURA	ESCALA: 1:200
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497		AÑO: 2021



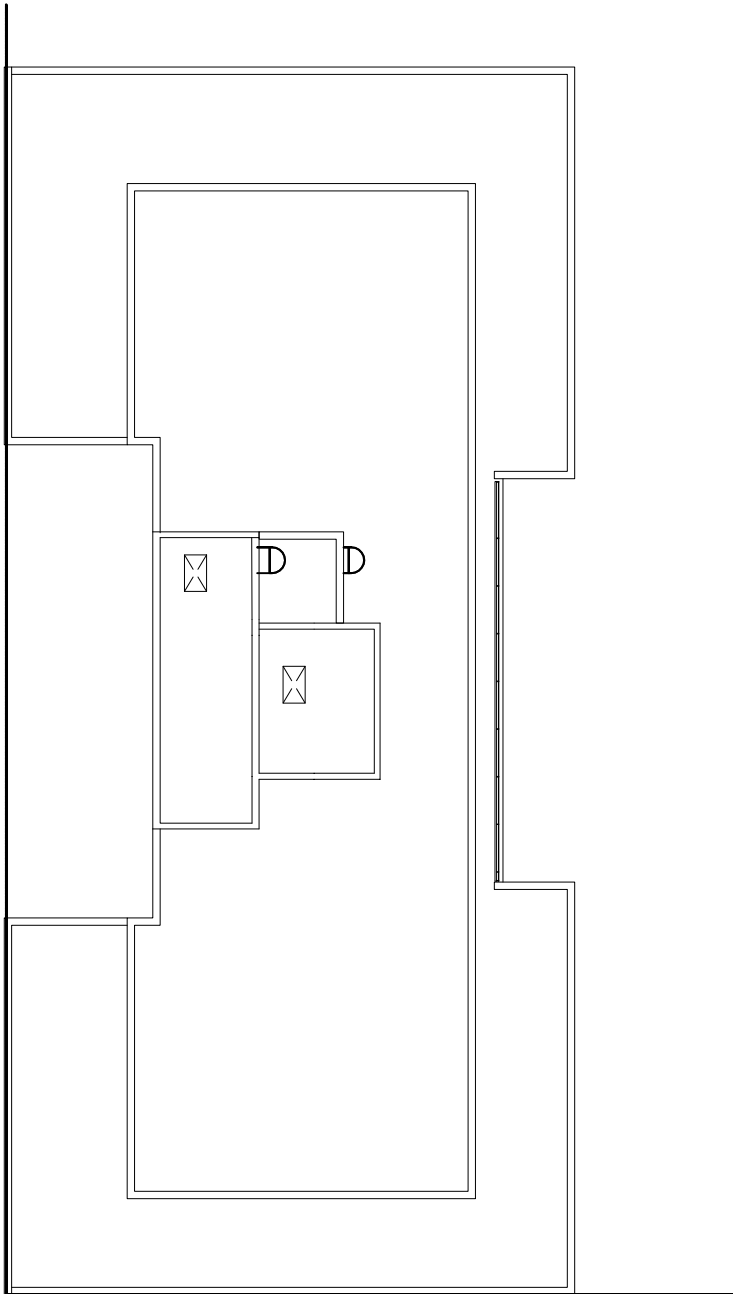
PLANTA COLECTORES
18VO NIVEL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA		
ROMERO, LORENA - LU:18.471	TRABAJO FINAL DE GRADO PLANOS DE ARQUITECTURA	ESCALA: 1:200
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497		AÑO: 2021



PLANTA DE TANQUES 19NO NIVEL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA		
ROMERO, LORENA - LU:18.471	TRABAJO FINAL DE GRADO PLANOS DE ARQUITECTURA	ESCALA: 1:200
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497		AÑO: 2021



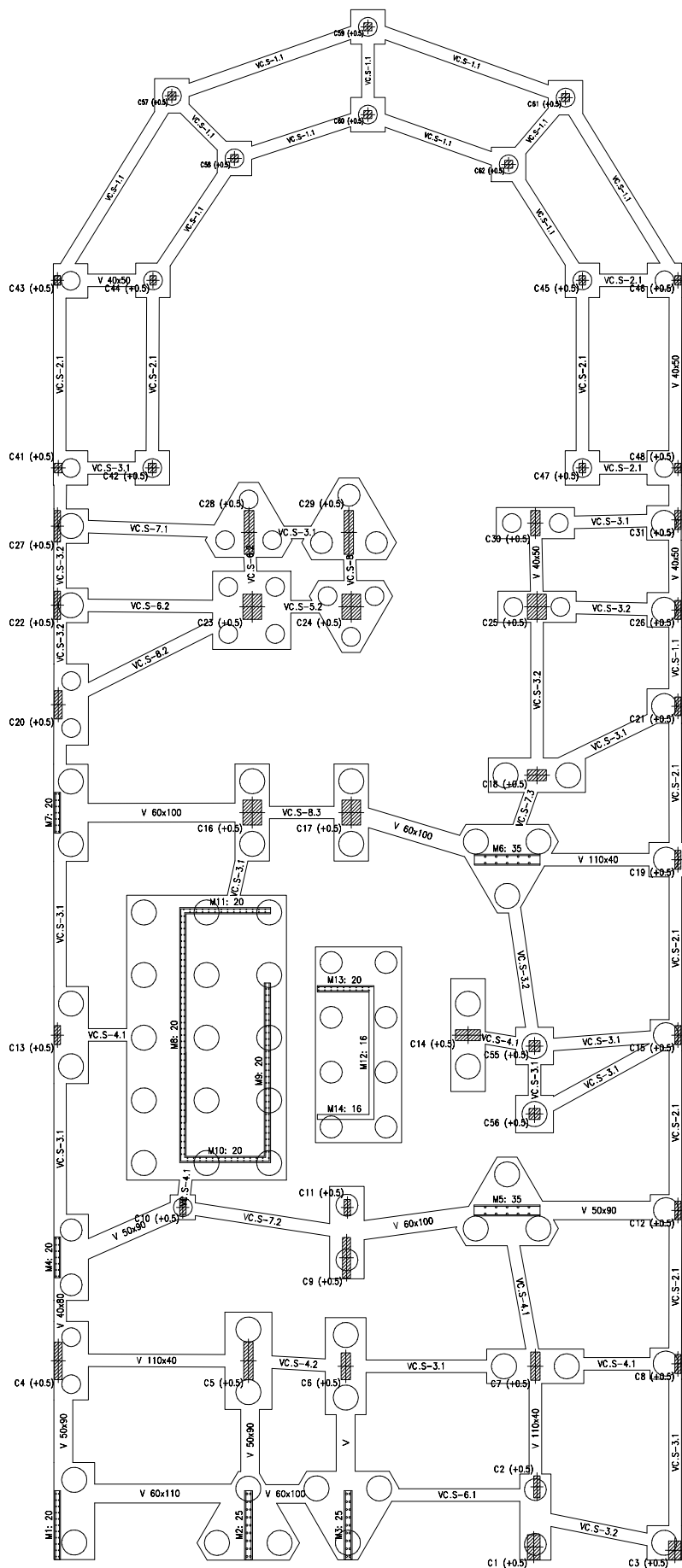
PLANTA DE TECHO 20MO NIVEL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA		
ROMERO, LORENA - LU:18.471	TRABAJO FINAL DE GRADO PLANOS DE ARQUITECTURA	ESCALA: 1:200
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497		AÑO: 2021



5.5.2. Anexo Planos de Estructura:

Se anexan los planos correspondientes al diseño estructural, el cual se ha realizado por medio del software de cálculo “Cypecad” de todas las plantas que componen la edificación, en formato de hoja A4, escala 1:200.



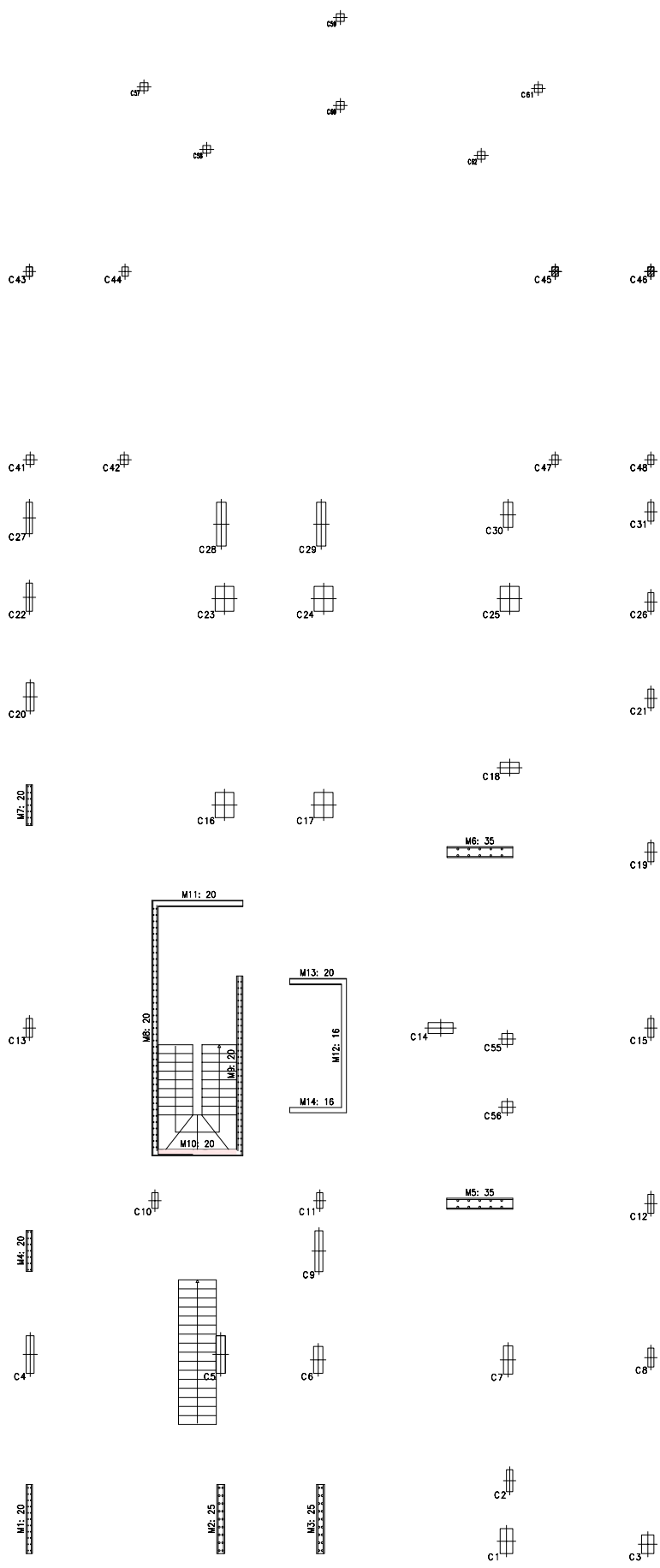
FUNDACIONES

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA

ROMERO, LORENA - LU:18.471
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497

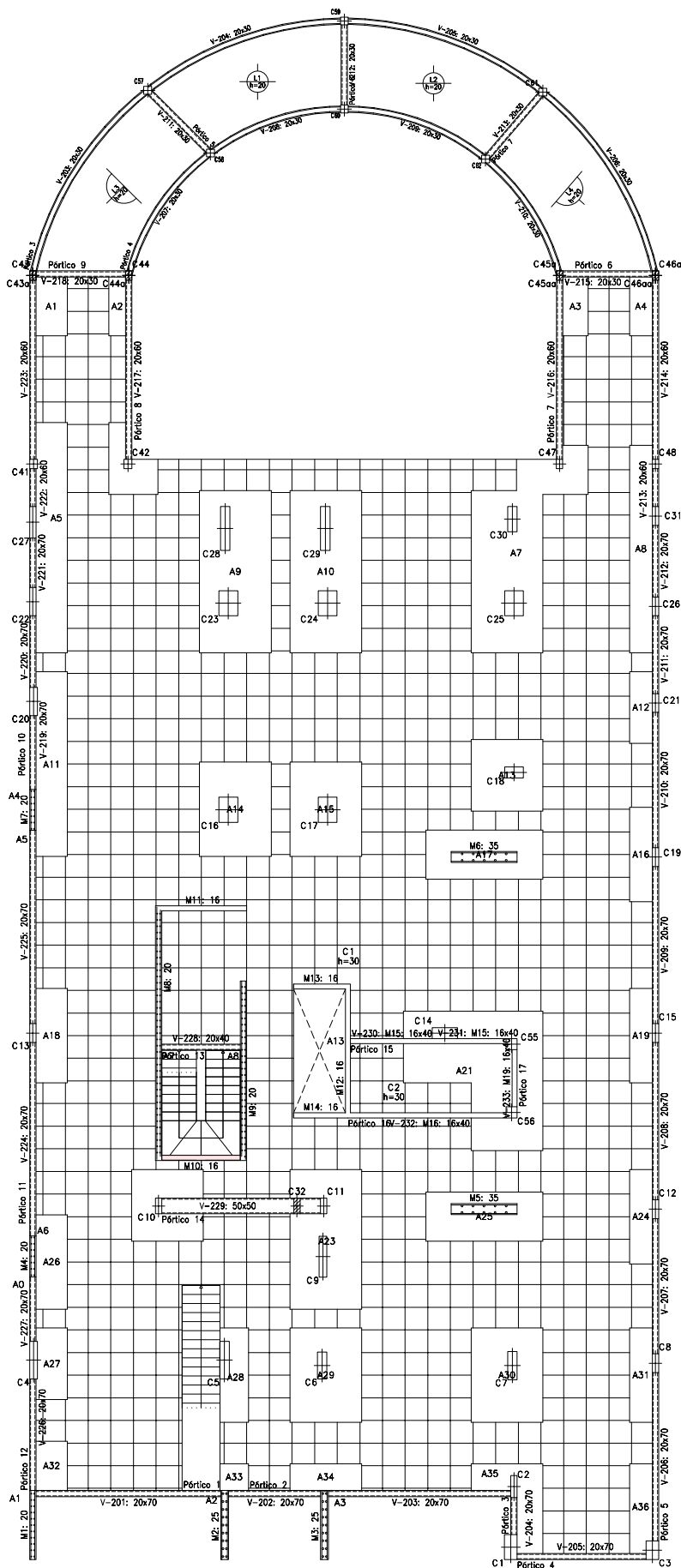
TRABAJO FINAL DE GRADO
PLANOS DE ESTRUCTURA

ESCALA: 1:200
AÑO: 2021



PLANTA BAJA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA		
ROMERO, LORENA - LU:18.471	TRABAJO FINAL DE GRADO	ESCALA: 1:200
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497	PLANOS DE ESTRUCTURA	AÑO: 2021



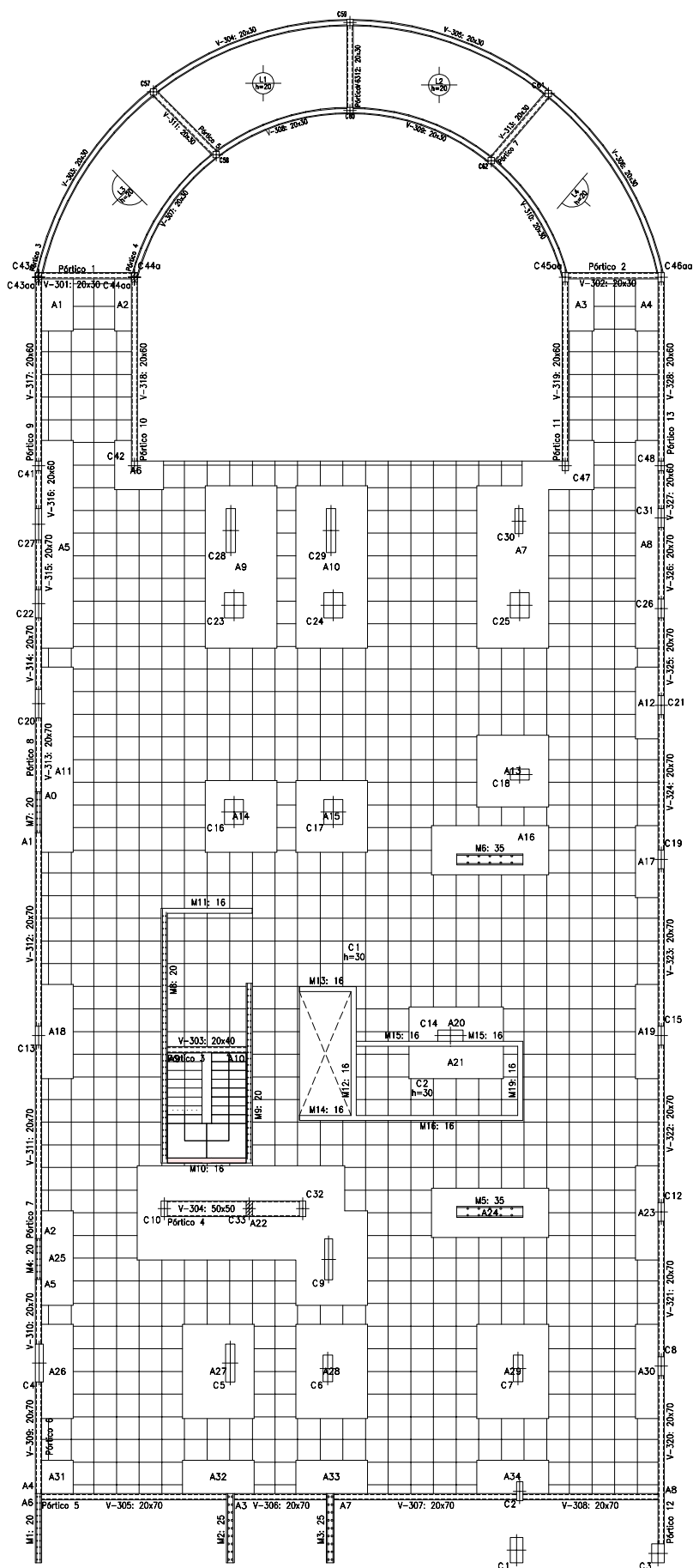
1ER PISO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA

ROMERO, LORENA - LU:18.471
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497

TRABAJO FINAL DE GRADO
PLANOS DE ESTRUCTURA

ESCALA: 1:200
AÑO: 2021



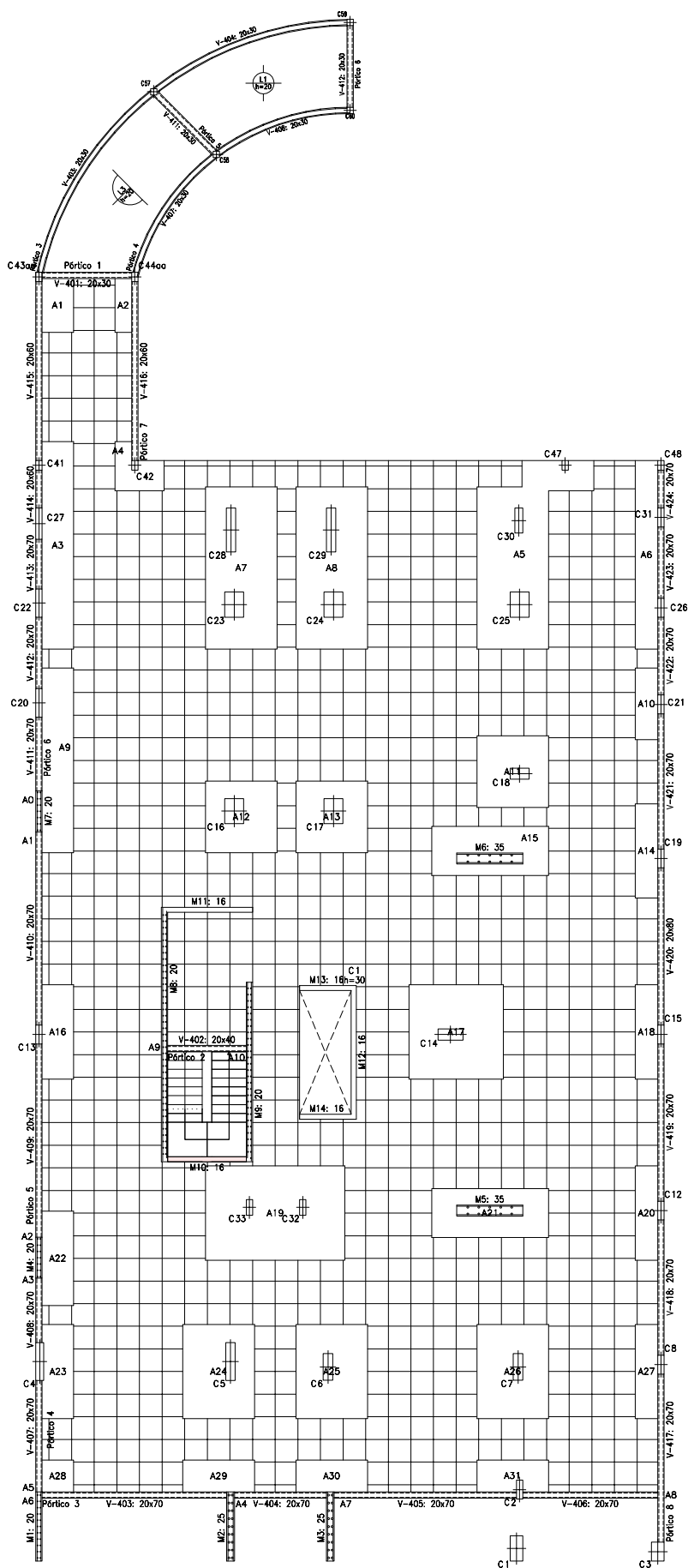
2DO PISO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA

ROMERO, LORENA - LU:18.471
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497

TRABAJO FINAL DE GRADO
PLANOS DE ESTRUCTURA

ESCALA: 1:200
AÑO: 2021



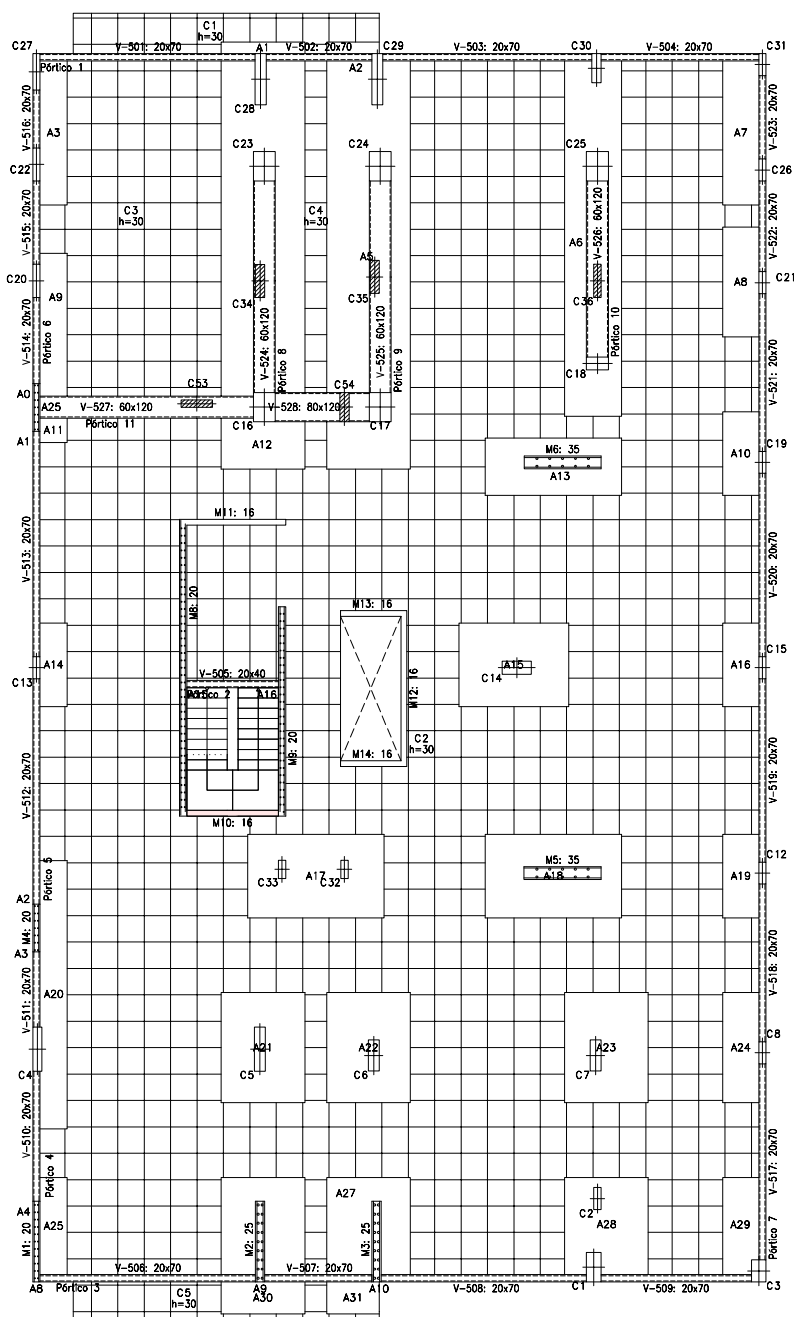
3ER PISO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA

ROMERO, LORENA - LU:18.471
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497

TRABAJO FINAL DE GRADO
PLANOS DE ESTRUCTURA

ESCALA: 1:200
AÑO: 2021



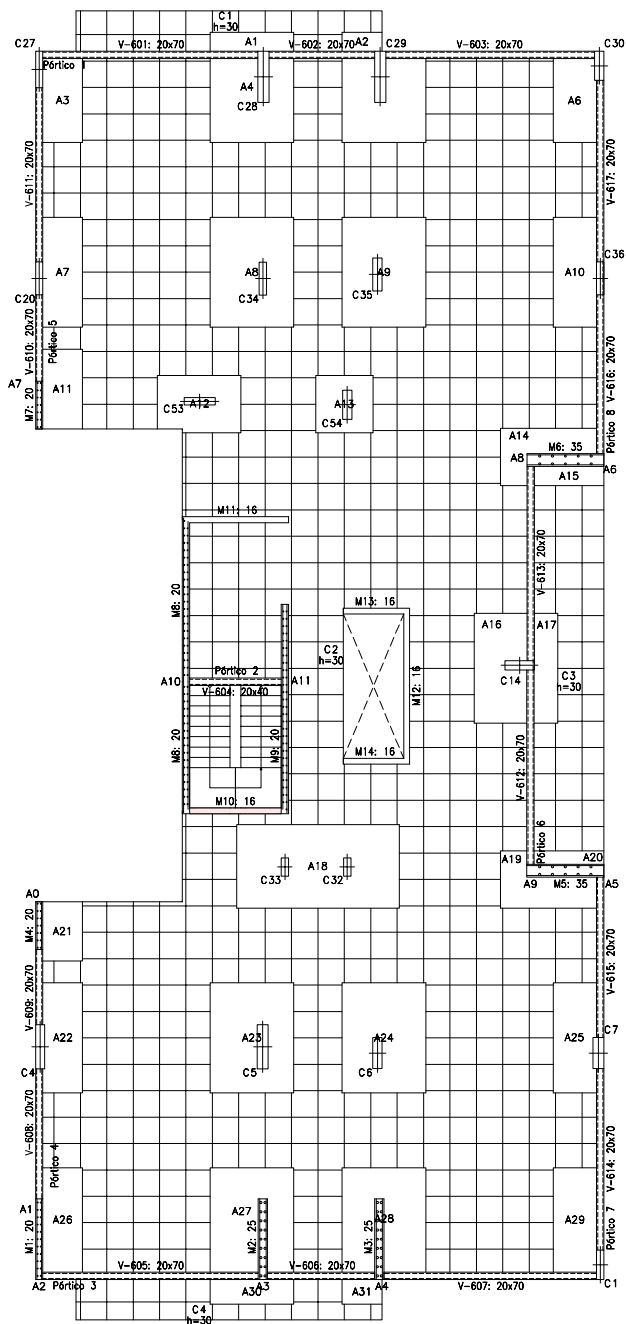
4TO PISO

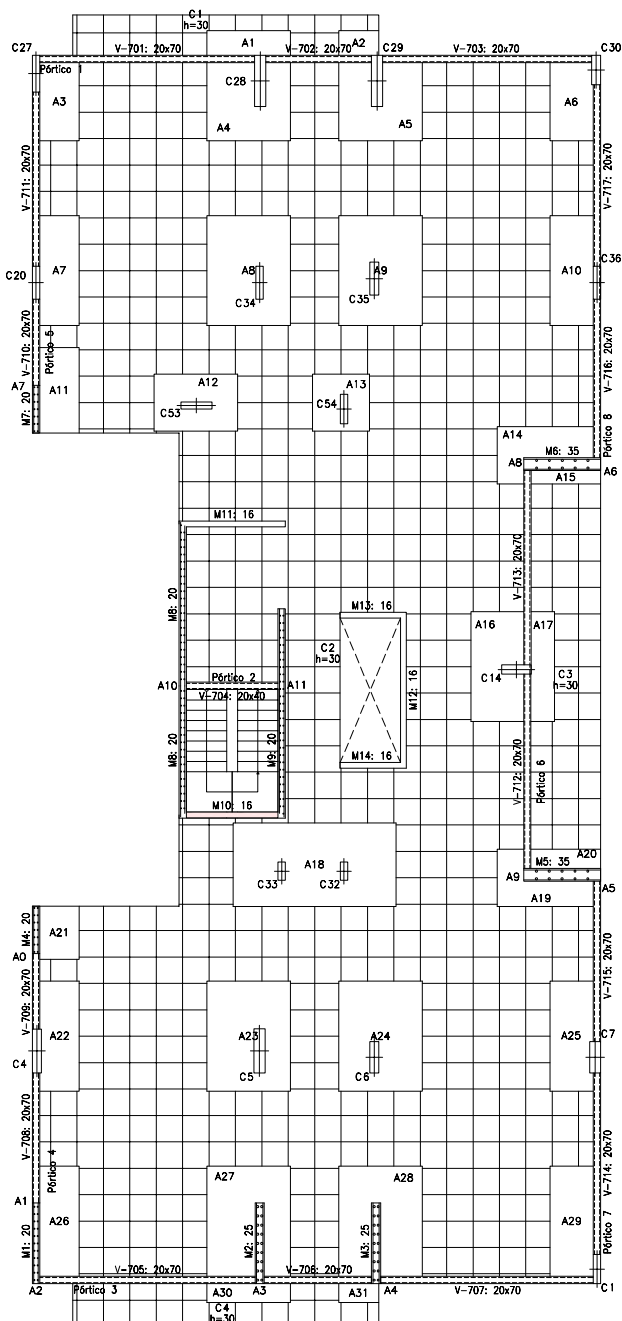
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA

ROMERO, LORENA - LU:18.471
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497

TRABAJO FINAL DE GRADO
PLANOS DE ESTRUCTURA

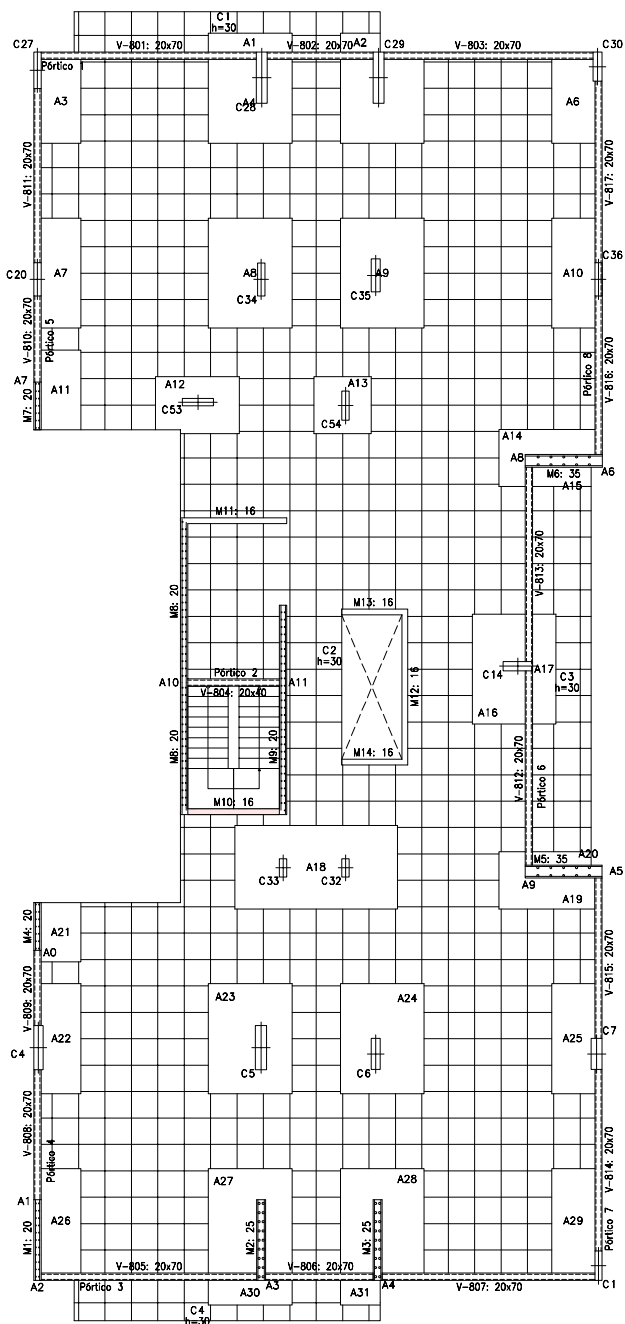
ESCALA: 1:200
AÑO: 2021





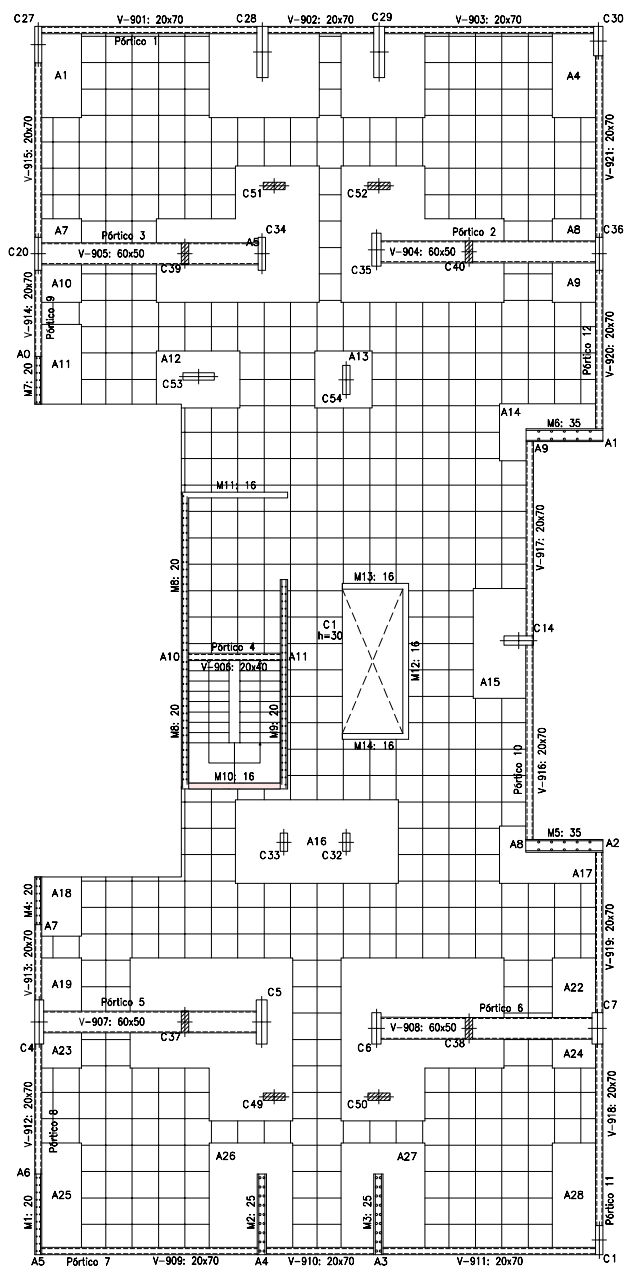
9NO, 10MO, 11ER Y 12DO PISO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA		
ROMERO, LORENA - LU:18.471	TRABAJO FINAL DE GRADO PLANOS DE ESTRUCTURA	ESCALA: 1:200
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497		AÑO: 2021



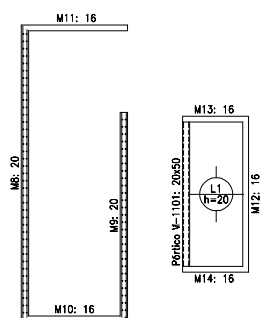
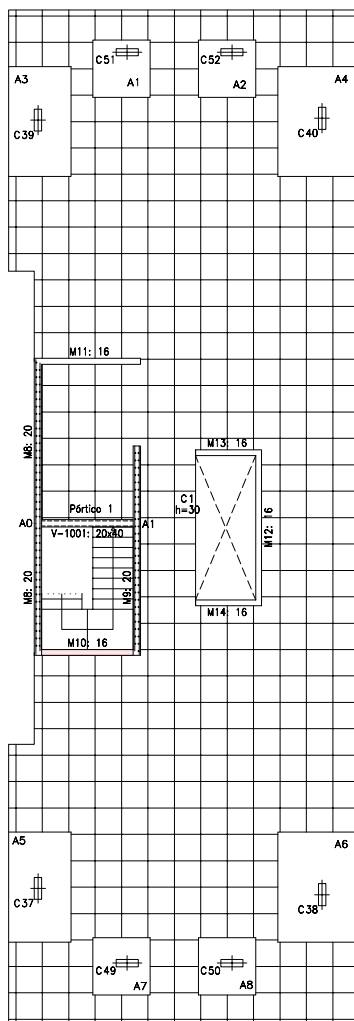
13ER, 14TO Y 15TO PISO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA		
ROMERO, LORENA - LU:18.471	TRABAJO FINAL DE GRADO PLANOS DE ESTRUCTURA	ESCALA: 1:200
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497		AÑO: 2021



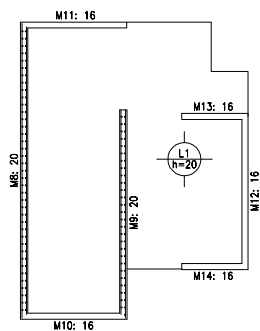
16TO PISO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA		
ROMERO, LORENA - LU:18.471	TRABAJO FINAL DE GRADO	ESCALA: 1:200
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497	PLANOS DE ESTRUCTURA	AÑO: 2021

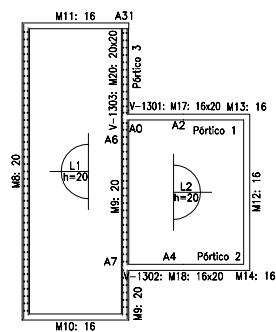


17MO PISO

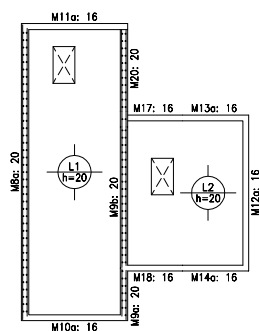
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - FACULTAD DE INGENIERIA		
ROMERO, LORENA - LU:18.471	TRABAJO FINAL DE GRADO	ESCALA: 1:200
MAIORANA, MARTIN - LU:17.497	PLANOS DE ESTRUCTURA	AÑO: 2021



18VO PISO



19NO PISO



20MO PISO



5.6. Bibliografía:

▪ CAPÍTULO II – IMPACTO HIDROLÓGICO:

- Ven Te Chow, Maidment y Mays; “Hidrología Aplicada”, Editorial McGraw-Hill.
- Linsley, Kholer y Paulus; “Hidrología para Ingenieros”, Editorial McGraw-hill.
- Heras; “Manual de Hidrología”, Editorial del CEDEX.
- Tucci; “Drenagem Urbana”; Editora de la UFRGS, Porto Alegre (Brasil).
- Código de Planeamiento Urbano Ambiental de la Ciudad de Resistencia – Ordenanza N°523/79.
- Reglamento General de Construcciones – Municipalidad de la Ciudad de Resistencia – Provincia del Chaco.
- Apunte: “Hidrología en Medios Antropizados” – Dr. Ing. Civil Gerardo Adrián Riccardi – Rosario 2005.

▪ CAPÍTULO III – ESTUDIO DEL SUELO:

- Lambe, W.T. y Whitman R.V. Mecánica de Suelos.
- Ortigão, J.A.R. Introdução à Mecânica dos Solos dos Estados Críticos.
- Braja M. Das - Fundamentos de Ingeniería Geotécnica.
- Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica; Terzaghi y Peck.
- Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones; G.B. y G.F. Sowers.
- Mecánica de Suelos; Juarez Badillo y Rico Rodriguez.
- Diseño y Construcción de Cimientos; M.J. Tomlinson.
- Publicaciones sobre: Pilotes; P. Goldschmidt.
- Schnaid, F. Ensayos de Campo e suas Aplicações à Engenharia de Fundações.
- Simons, N.E. y Menzies, B.K. Introdução à Engenharia de Fundações. Interciencias.

▪ CAPÍTULO IV – ANÁLISIS DE CARGAS:

- “Instalaciones en Edificios” – Ingeniería Civil – Ing. Eduardo M. Zamorano. }
- Reglamento para instalaciones domiciliarias e industriales de O.S.N.
- Instalaciones aplicadas en edificios - Julio A. Lemme - Ediciones Técnicas Argentinas.
- Instalaciones en Edificios - Gay-Fawcett y otros. Editorial Gill.
- “Acción del Viento Sobre las Construcciones” – M.B.Natalini.
- Reglamento CIRSOC 101 – 2005; “Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras”.
- Reglamento CIRSOC 102 – 2005; “Acción del Viento sobre las Construcciones”.
- Reglamento CIRSOC 108 – 2007; “Cargas de Diseño para Estructuras durante su Construcción”.

▪ CAPÍTULO V – DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL:



- “Hormigón Armado” – Oscar Moller; Editorial UNR.
- Reglamento y Comentarios CIRSOC 201 – 2005; “Estructuras de Hormigón”.
- Manual del Usuario – CYPECAD.
- Memoria de Cálculo – CYPECAD.
- Elementos Estructurales – Manual del Usuario – CYPECAD.
- Elementos de Cimentación – Manual del Usuario – CYPECAD.
- Cálculo de Estructuras de Cimentación – J. Calavera – Cuarta Edición.
- Apunte: Escadas – Concreto Armado – Marcello da Cunha Moraes – Professor da Universidade de Brasília..
- Estructuras de Hormigón Armado – Tomo 1 – Fritz Leonhardt.
- Bases para el armado de estructuras de Hormigón Armado – Tomo 3 – Fritz Leonhardt.
- Introducción al Cálculo de Hormigón Estructural – Ing. Rodolfo Orler e Ing. Juan Donini; Segunda Edición.
- Introducción a las estructuras – Jorge Bernal.
- Vigas de hormigón armado – Jorge Bernal.
- Losas de hormigón armado – Jorge Bernal.
- Columnas de hormigón armado – Jorge Bernal.
- Bases de hormigón armado – Jorge Bernal