

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIVIL



“VERIFICACION ESTRUCTURAL SANITARIA E
HIDRAULICA DE VIVIENDA UNIFAMILIAR”

PROYECTO INTEGRADOR PROFESIONAL

Previo a la obtención del título de

Ingeniero Civil

Autor: BOGINO MARCELO

Tutor: Ing. GRANCAGNOLO MARCOS

Co-Tutor Académico: Ing. PÉREZ MIRTA

Neuquén, Marzo 2018

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer:

Especialmente a mis padres y hermano por el apoyo incondicional a lo largo de toda la carrera.

A Tamara Andró y a todos mis compañeros por alentarme siempre a superarme.

Al Ing. Marcos Grancagnolo por brindarme un espacio en su Estudio, por compartirme su bibliografía y experiencia, y por dedicarme el tiempo necesario para este proyecto final

A la Ing. Mirta Pérez por la colaboración en el proyecto.

A los Arquitectos Gabriel Poggi y Marcelo Schmit por brindarme la confianza y apoyo necesario para realizar el presente trabajo final.

RESUMEN

El planteo del siguiente proyecto consiste en la verificación estructural de una vivienda unifamiliar.

Topográficamente, la vivienda, se encuentra ubicada en una zona desfavorable respecto a los lotes vecinos y muy cercana al Rio Neuquén por lo que se observa elevada cantidad de agua de dudosa procedencia, que deberá ser evacuada a fin de no perturbar la estructura ni causar inconvenientes futuros al propietario.

Debido a normativas del barrio privado donde se encuentra ubicada y a exigencias del propietario, se diseñó la vivienda por debajo del nivel de la calle, presentando inconvenientes para descargar tanto aguas pluviales como aguas cloacales, lo que debe ser solucionado.

ABSTRACT

The approach of the following project consists in the structural verification of a single-family house.

Topographically, the house is located in an unfavorable area compared to the neighboring lots and very close to the Neuquén River, so there is a high amount of water of dubious origin, which must be evacuated in order not to disturb the structure or cause inconvenience. future to the owner.

Due to regulations of the private neighborhood where it is located and to the owner's requirements, the house was designed below the street level, presenting inconveniences to discharge both rainwater and sewage, which must be solved.

Contenido

AGRADECIMIENTOS	i
RESUMEN	ii
ABSTRACT	ii
Capítulo 1 – Introducción.....	4
Capítulo 3 – Análisis estructural utilizando Software:.....	16
Capítulo 4 - Verificación estructural	27
Capítulo 5 - Modificación estructural	52
Capítulo 6 - Ensayo de Probetas	63
Capítulo 7 - Análisis hidráulico	70
Capítulo 8 - Estudio cloacal	100
Capítulo 9 – Conclusión.....	104
ANEXO I.....	105
ANEXO II	113
ANEXO III.....	121
Bibliografía.....	137

Capítulo 1 – Introducción

El objetivo del presente trabajo final es realizar el diagnóstico de la estructura ya construída, evaluar los elementos resistentes y proponer mejoras en caso de ser necesario con criterio adquirido a lo largo de la carrera de grado. Como objetivo secundario se plantea dar solución a los problemas de funcionamiento de los desagües de las aguas (pluviales y cloacales) debido a las condiciones topográficas del terreno donde se implanta la vivienda.

La estructura en cuestión se encuentra conformada, principalmente, por elementos resistentes de hormigón armado, por cuestiones arquitectónicas posee columnas metálicas en planta baja y primer nivel y vigas metálicas en cubierta para apoyo de tanques de reserva por lo que se lo clasifica como construcción mixta.

La obra se encuentra ubicada al Noreste de la Ciudad de Neuquén Capital, muy cercana al Río Neuquén.

Cuenta con 3 niveles habitables, cubierta, espacio para tanque de reserva, condensadoras de aire acondicionado y sala de máquinas para ascensor.

Posee un total de 421 m² cubiertos y 199 m² semi cubiertos.

Debido a la topografía del terreno, arquitectónicamente, se trabajó con dos niveles de fundación para diferentes sectores de la vivienda.

Estructuralmente se encuentra compuesta por bases aisladas como elemento de fundación inferior; vigas y platea en la fundación de primer nivel, muros de hormigón armado, losa maciza en el primer nivel, losa de viguetas pretensadas y bovedillas de poliestireno expandido en los niveles superiores; escaleras de hormigón armado y vigas y columnas de hormigón armado y metálicas.

Arquitectónicamente posee una distribución en planta baja de quincho, garaje, cocina, lavadero, toilette. En el primer nivel se dispone de estar-comedor, cocina, despensa, habitación, toilette y baño. En el nivel superior se encuentran dos habitaciones en suite con vestidor. Los tres niveles se encuentran conectados por escaleras de hormigón armado y por un ascensor para los propietarios.



Figura 1-1 Imagen frente



Figura 1-2 Imagen jardín

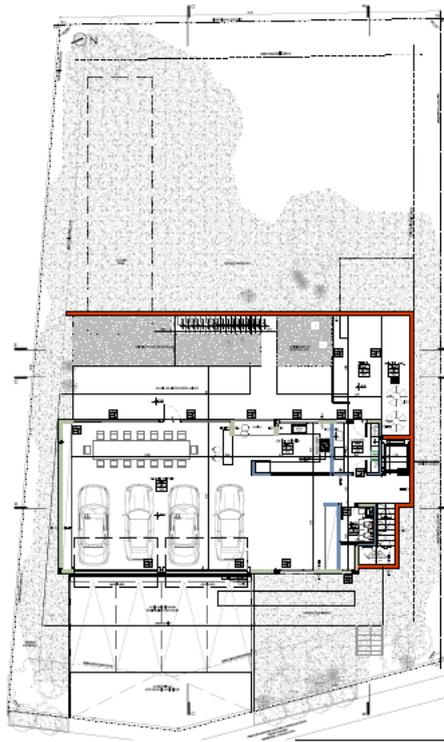


Figura 1-3 – Planta Baja

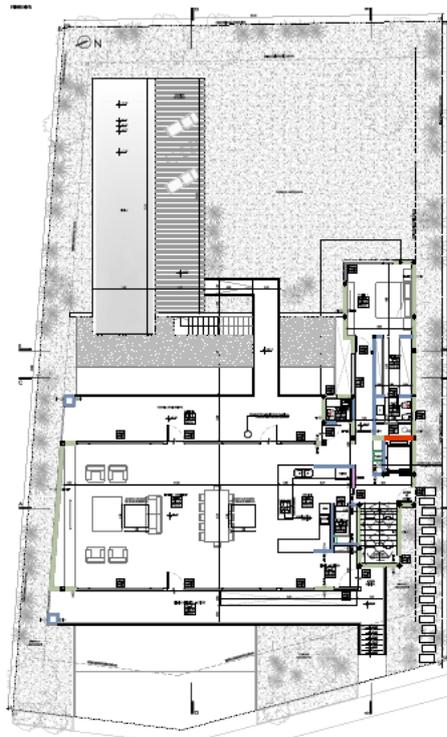


Figura 1-4 – Primer Nivel

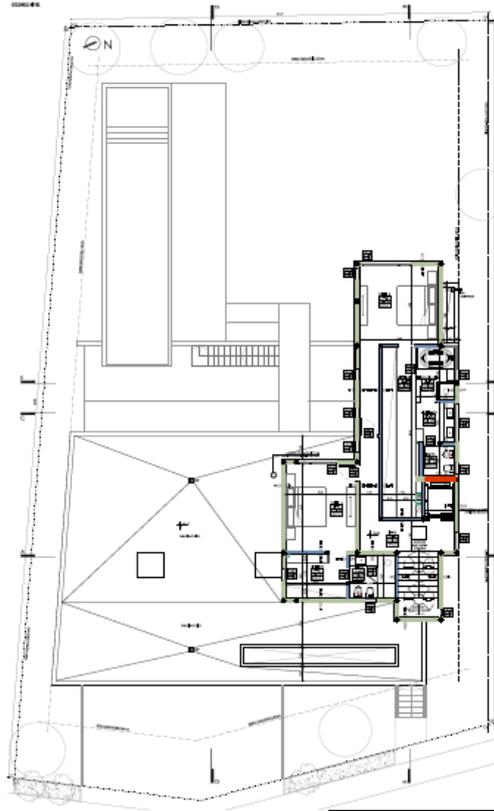


Figura 1-5 – Segundo Nivel

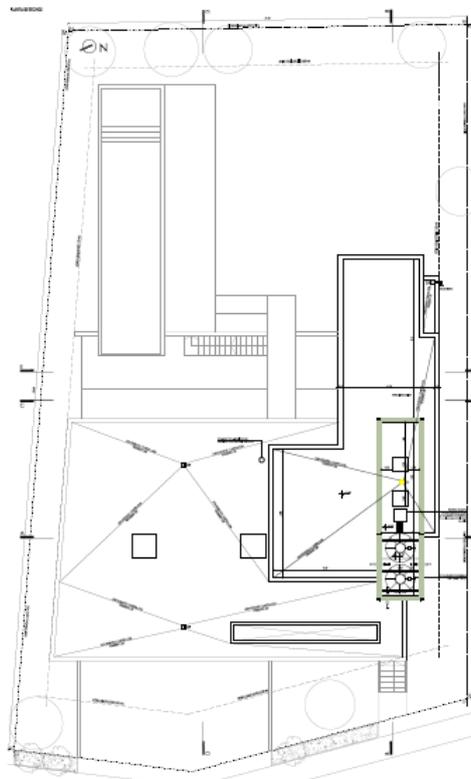


Figura 1-6 – Cubierta

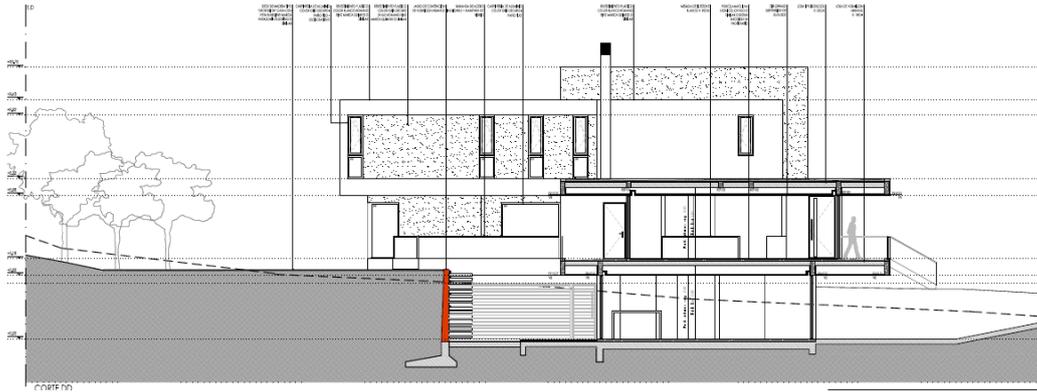


Figura 1-7 – Corte Longitudinal

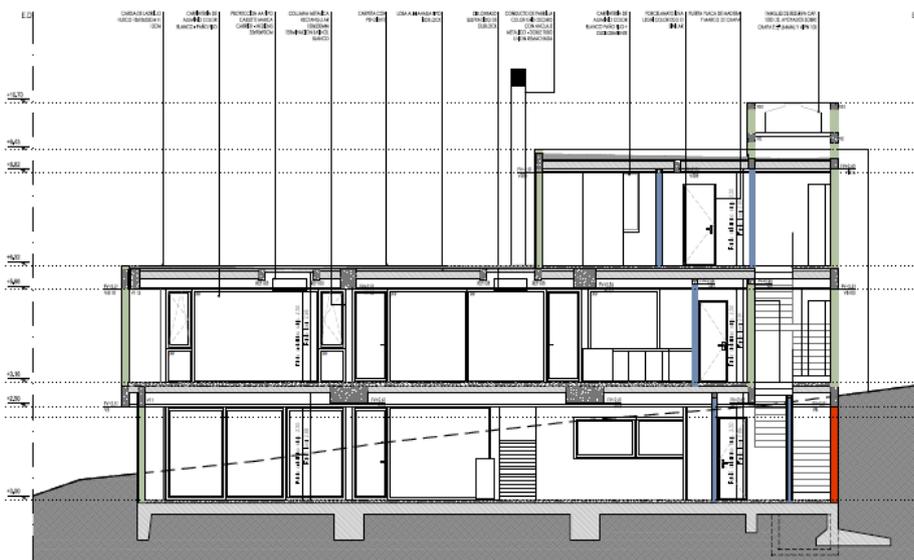


Figura 1-8 – Corte Transversal

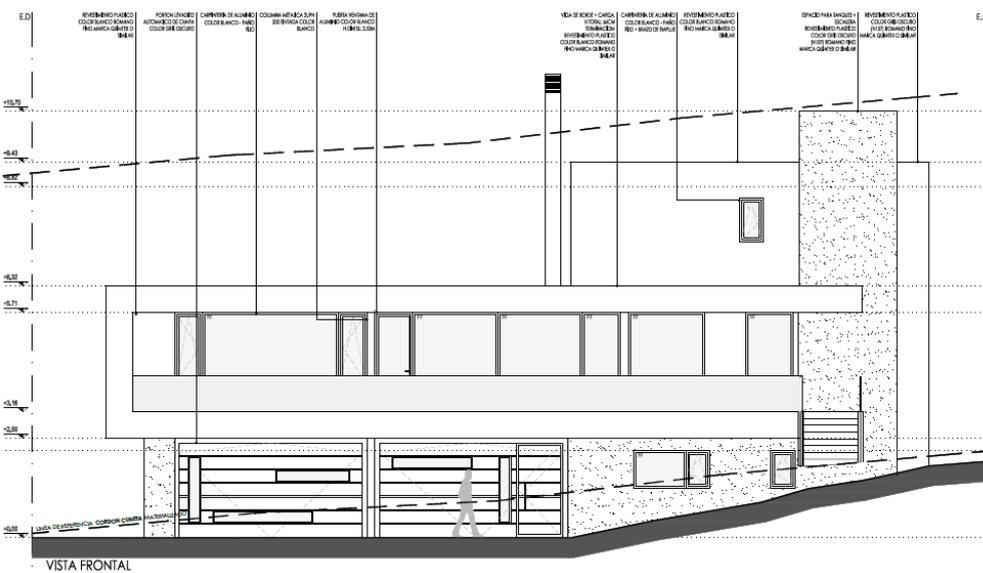


Figura 1-9 – Vista Frontal

Capítulo 2 - Relevamiento de la estructura

Al momento de comenzar el presente informe, la etapa estructural se encontraba finalizada, por lo que se realizó un relevamiento ocular y fotográfico a fin de evaluar la situación de la misma.

En el relevamiento de obra se pudieron observar errores de ejecución, sumado a incertidumbres debidas a grandes luces y secciones de vigas que concurren a columnas metálicas y gran cantidad de apeos, los cuales se encontraban en el diseño estructural original, por lo que se decidió realizar una verificación estructural a fin de evaluar su comportamiento:



Figura 2-1 – Vista frontal



Figura 2-2 – Vista patio



Figura 2-3 – Vista patio



Figura 2-4 – Galería estar - comedor



Figura 2-5 – Sector futura escalera



Figura 2-6 – Apoyo viguetas



Figura 2-7 – Oquedades columna hormigón



Figura 2-8 – Bajo recorrido ascensor



Figura 2-9 – Apeos sala de maquinas



Figura 2-10 – Columna metalica



Figura 2-11 – Vista patio

2.1 Conclusión

La estructura, por su diseño original, presenta gran cantidad de apeos, uniones de columnas con vigas ubicadas excéntricamente (figura 2-9) y vigas con grandes luces (figura 2-4).

Se observan errores de ejecución tales como oquedades en columnas (figura 2-7), armaduras en espera colocados en posiciones incorrectas (figura 2-5), hierros expuestos con falta de recubrimiento (figura 2-6).

Asimismo se observan arranques de columnas muy próximas a columnas de niveles inferiores. Esta situación genera esfuerzos de cortes muy elevados dada la proximidad de los apoyos y arranque de columnas.

Adicionalmente se observa que la misma posee elementos de gran rigidez horizontal en el sector sur y muy poca en el sector norte, sumado a que, en la planta baja, existen elementos de gran rigidez como muros de hormigón armado en la cara Este y Sur.

Se observa que la vivienda no posee plantas regulares ni simétricas en ningún eje.

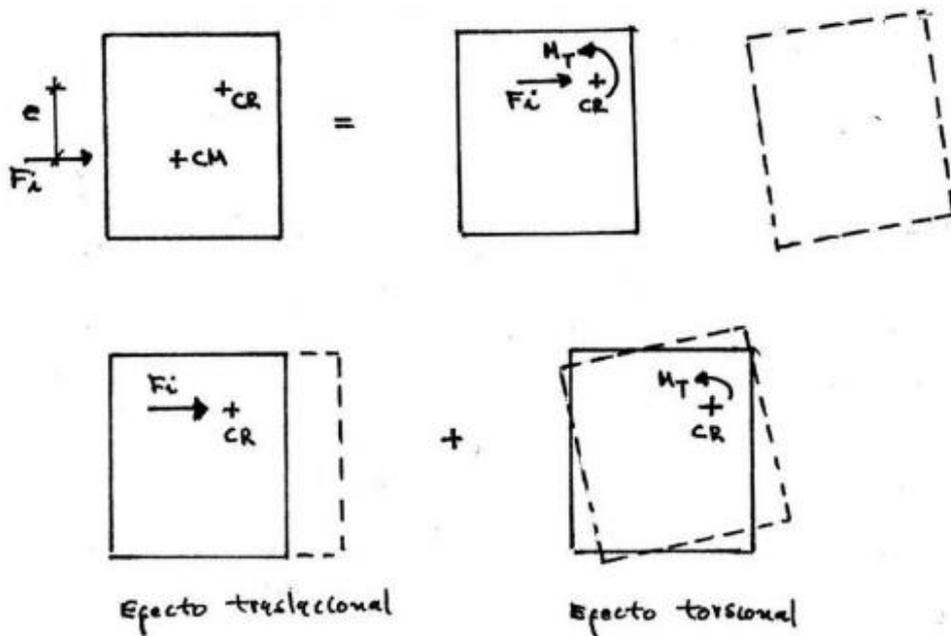
Dado lo expuesto anteriormente se asume que, en el primer nivel, tendrá un centro de rigidez muy desplazado del centro geométrico, el cual se debería encontrar cercano al centro de masa ya que no posee grandes diferencias de secciones en vigas ni variación en espesores de losas y en sus niveles superiores ocurrirá una situación similar pero en menor medida.

De corroborarse esta situación, la estructura, al estar solicitada frente a cargas horizontales, provocaría que un sector tome la mayor parte del esfuerzo dada su alta rigidez y debido a la inercia de la masa de la estructura genere un momento torsor llamado momento torsor modal. Esto genera una amplificación de esfuerzos sobre las columnas más alejadas al núcleo de gran rigidez.

La torsión ha sido la causa de importantes daños y, en algunos casos, colapso de edificaciones sometidas a fuertes movimientos sísmicos. Se presenta por la excentricidad entre el centro de masa y el centro de rigidez. Cuando en una configuración, el centro de masa coincide con el centro de rigidez, se dice que existe simetría estructural. A medida que el edificio sea más simétrico, se reducirá su tendencia a sufrir concentraciones de esfuerzos y torsión.

En caso de producirse un esfuerzo horizontal, las fuerzas inerciales en cada nivel, F_i , se aplican en el Centro de Masa, CM. Dado que existe una excentricidad entre el Centro de

Masa y el Centro de Rigidez CR, por lo que, definitivamente, cada planta de una edificación estará sometida en su plano a un momento torsor.



Momento de torsión modal

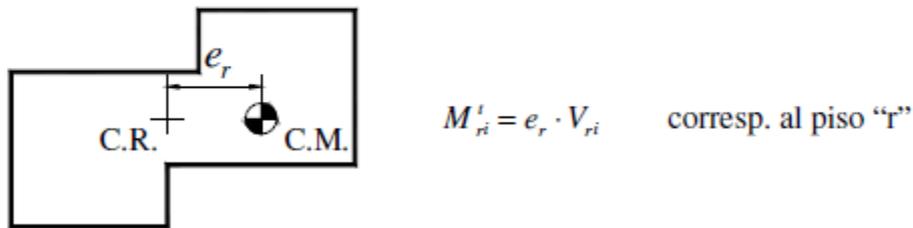


Figura 2-12 - Efectos de las fuerzas horizontales en el comportamiento de las estructuras

De corroborarse esta situación, la vivienda, podría presentar grandes deformaciones, especialmente en columnas frente a esfuerzos horizontales como sismo o viento, situación que puede ser evitada en el diseño estructural incorporando elementos de rigidez a fin de obtener simétrica entre el centro de masa y centro de rigidez.

A la hora de dimensionar una estructura se debe tener en cuenta que la misma debe tener la rigidez y resistencia necesaria para evitar la formación de un mecanismo de colapso, teniendo deformaciones acotadas sin poner en riesgo la estabilidad de la misma frente a las acciones sísmicas y gravitatorias.

Se debe tener en cuenta que la forma de la planta influye en la respuesta de la estructura ante la concentración de esfuerzos generado en ciertos sectores, debido al movimiento sísmico. Los sitios más vulnerables son los ángulos de quiebre entre partes de la estructura, cuyo problema se puede resolver colocando apropiadamente juntas sísmicas. Algunos ejemplos de este caso y su posible solución se muestran a continuación (Figura 3):

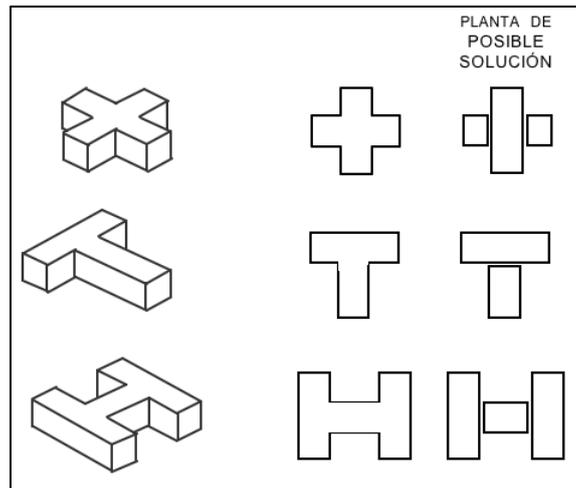


Figura 2-13 – Posibles soluciones a estructuras asimétricas

En el diseño debe garantizarse que la edificación resista los efectos del movimiento sísmico, y también minimizar los daños en elementos no estructurales, juntas, escaleras, entre otros, debido a los desplazamientos laterales.

En la estructura a analizar se pueden observar tanto errores de ejecución como de diseño, por lo que se decide realizar una verificación estructural para asegurar la integridad de la misma.

Capítulo 3 – Análisis estructural utilizando Software:

Por lo planteado anteriormente, y los problemas relevados en obra, se decidió verificar la estructura, para ello se utilizó el software CypeCAD, (nombre del archivo: **VERIFICACION_PIP.cyp**).

CypeCAD es un software que trabaja por elementos finitos, el cual por su versatilidad, confiabilidad y soporte técnico a disposición en forma online es el que se adoptó para la realización del cálculo de esta estructura.

Las sobrecargas debidas al peso de la mampostería se tienen en cuenta sobre las vigas y losas según corresponda. Las sobrecargas de uso varían según el destino en un todo de acuerdo con el CIRSOC 101 – 2005.

Las cargas de viento son automáticamente consideradas por el programa Cypecad según el reglamento CIRSOC 102 - 2005. El programa genera, a partir de los parámetros indicados, las cargas horizontales debidas al viento en cada planta, en dos direcciones ortogonales y en ambos sentidos, aplicadas en cada nivel, definido por el contorno de la planta.

Las cargas sísmicas se determinan según el método de análisis dinámico. El programa Cypecad utiliza el “análisis modal espectral”, creando la matriz de masas y la matriz de rigidez de la estructura. La matriz de masas se crea a partir de la hipótesis de peso propio y de las sobrecargas multiplicadas por el coeficiente de cuasi-permanencia.

Los grados de libertad dinámicos son tres por planta, dos traslaciones sobre el plano horizontal, y la correspondiente rotación sobre dicho plano.

Por último se obtienen los desplazamientos y esfuerzos sobre toda la estructura para cada modo de vibración. Para la calibración de los datos se utilizó el reglamento CIRSOC 301 – 2013.

3.1 Análisis de la estructura

Dado que la etapa estructural ya se encontraba realizada en su totalidad, se generó un modelo de la vivienda con los datos relevados en obra, respetando las dimensiones de todos los elementos estructurales y diámetros de barras utilizadas según el proyecto original.

Para esta etapa se solicitó colaboración del profesional encargado en dicha etapa. Se replanteó la estructura y se la cargó en el software.

En esta etapa se pudo observar que, originalmente, el sistema de fundación de la vivienda era platea de hormigón con vigas de fundación. Al momento de realizar el movimiento de suelos necesario se modificó el sistema de fundación dada la resistencia del terreno, ya que generaba grandes costos al propietario y demoras en los tiempos de ejecución, por lo que el ingeniero calculista proyectó bases aisladas. Dicho análisis no se encuentra dentro de los alcances de este proyecto, por lo que se calculó la súper estructura.

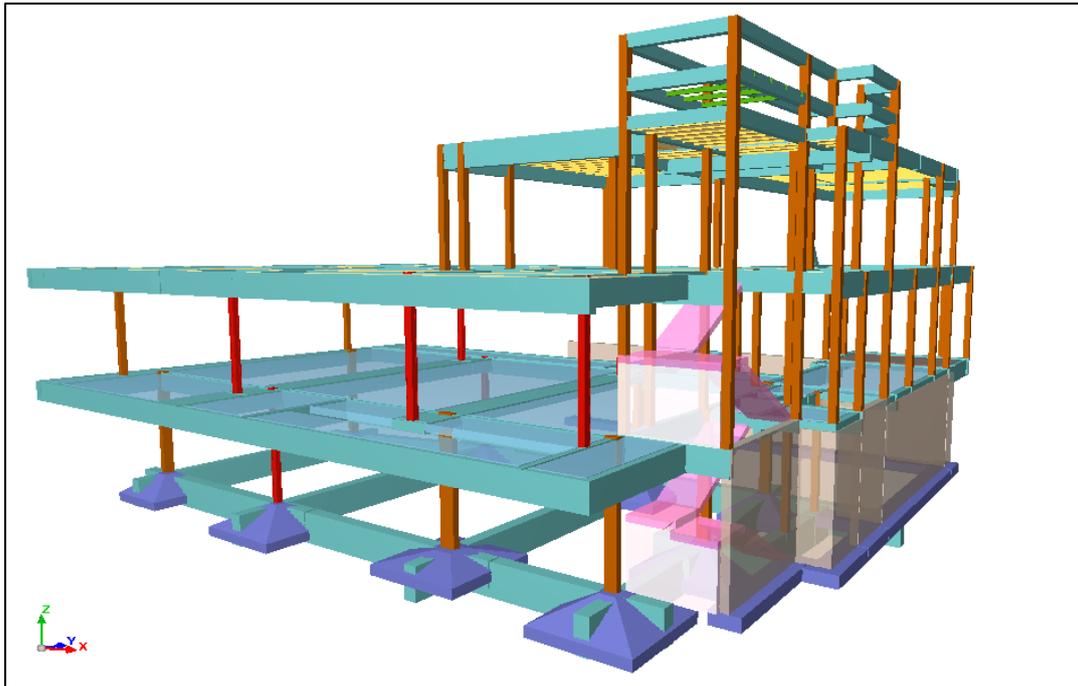


Figura 3-1- Vista 3D modelo generado 1

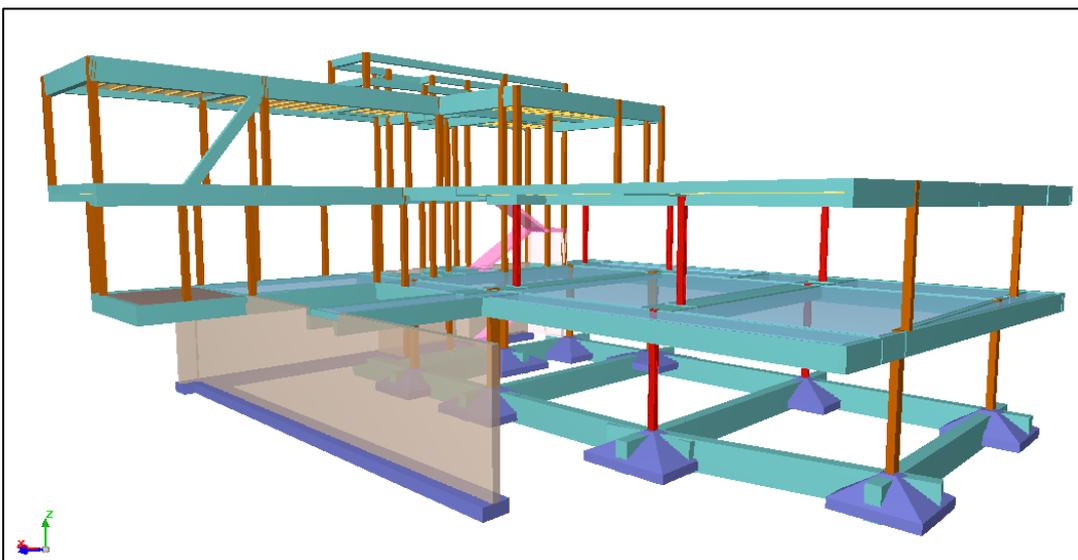


Figura 3-2- Vista 3D modelo generado 2

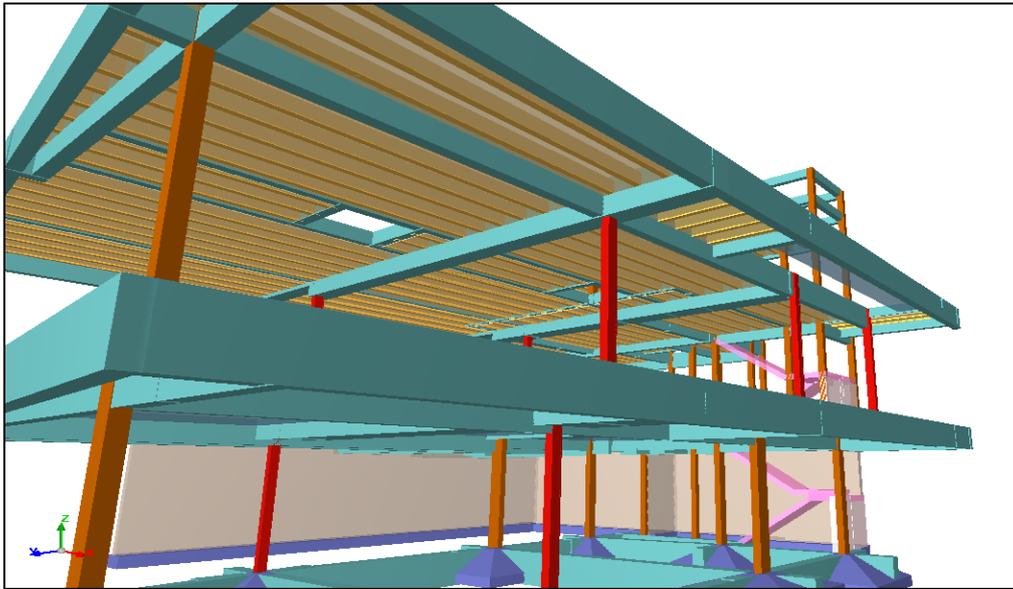


Figura 3-3 Vista 3D modelo generado 3

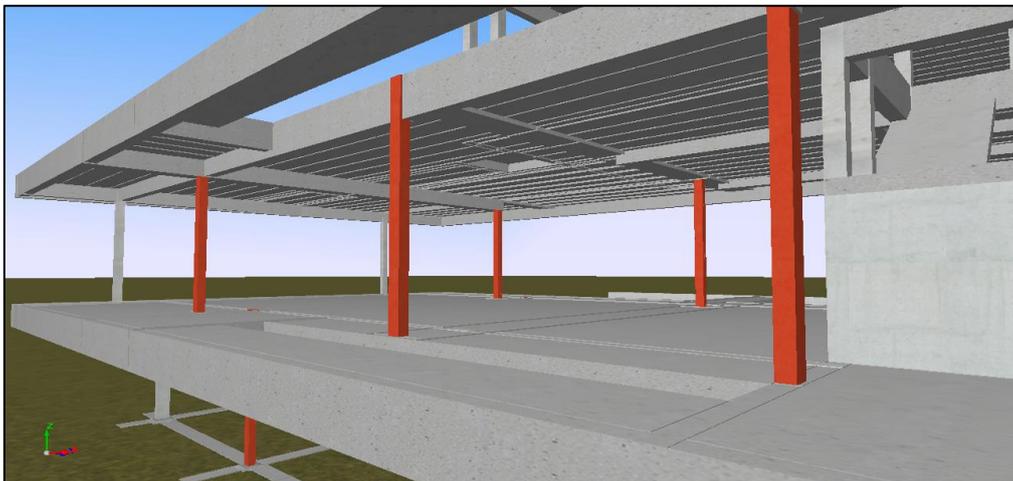


Figura 3-4 Vista 3D modelo generado 4

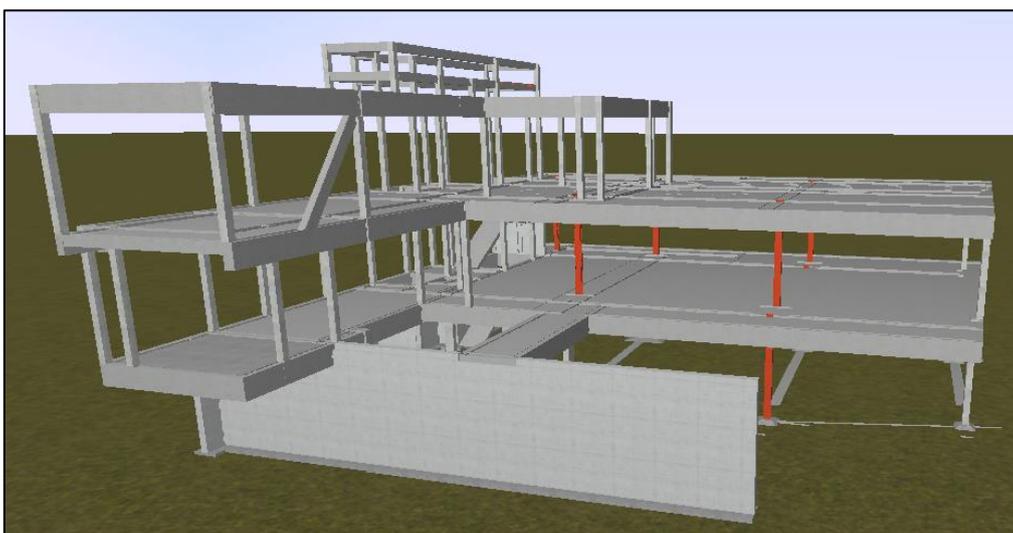


Figura 3-5 Vista 3D modelo generado 5

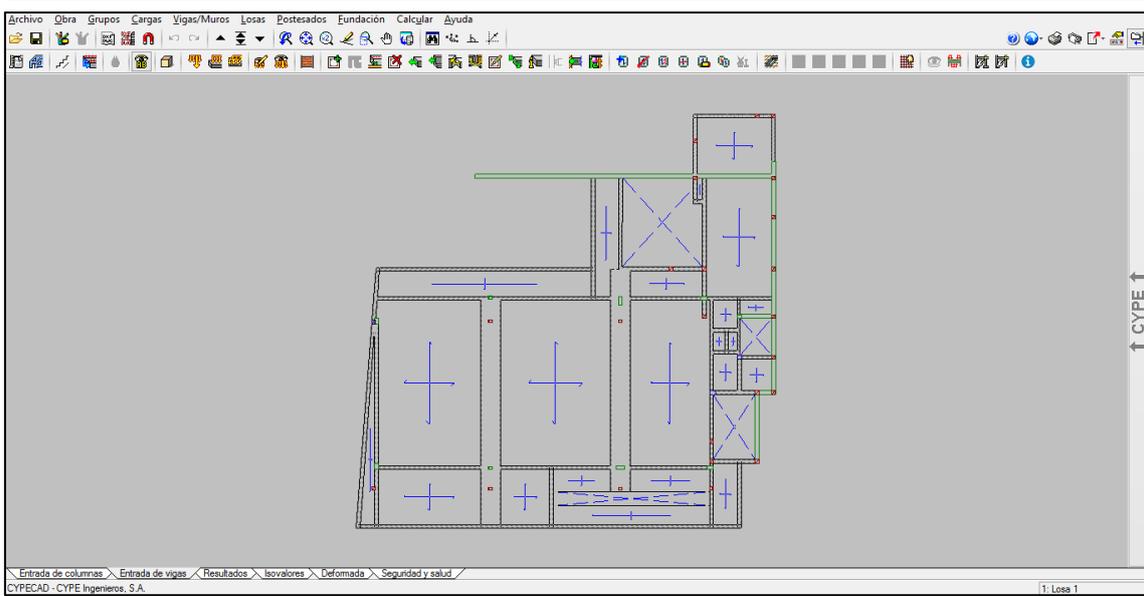


Figura 3-6 – Nivel sobre planta baja

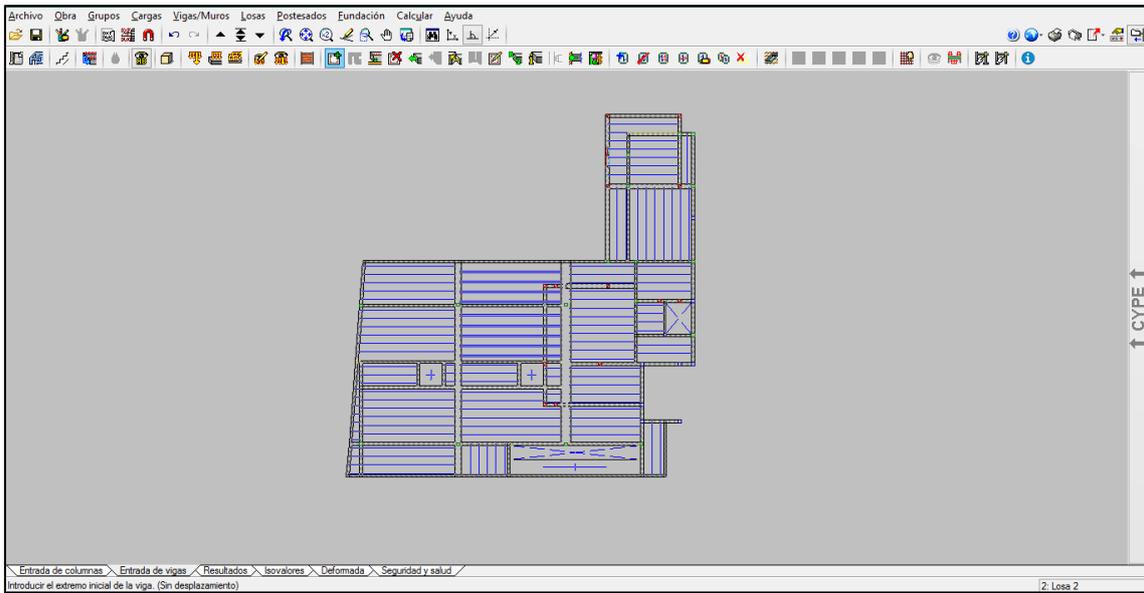


Figura 3-7 – Nivel sobre primer piso

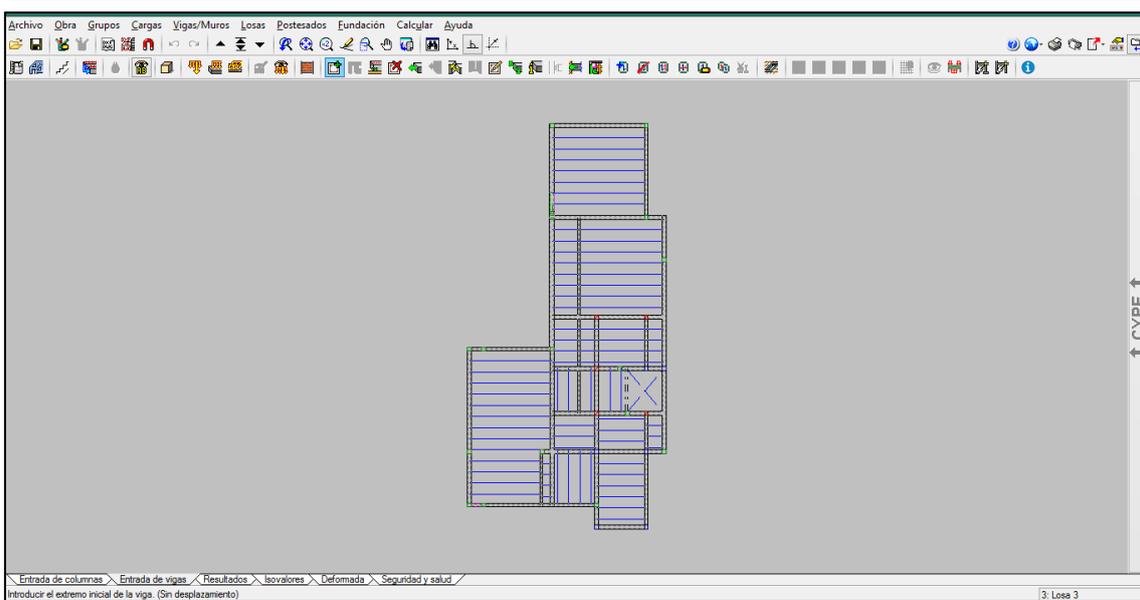


Figura 3-8 – Nivel sobre segundo piso

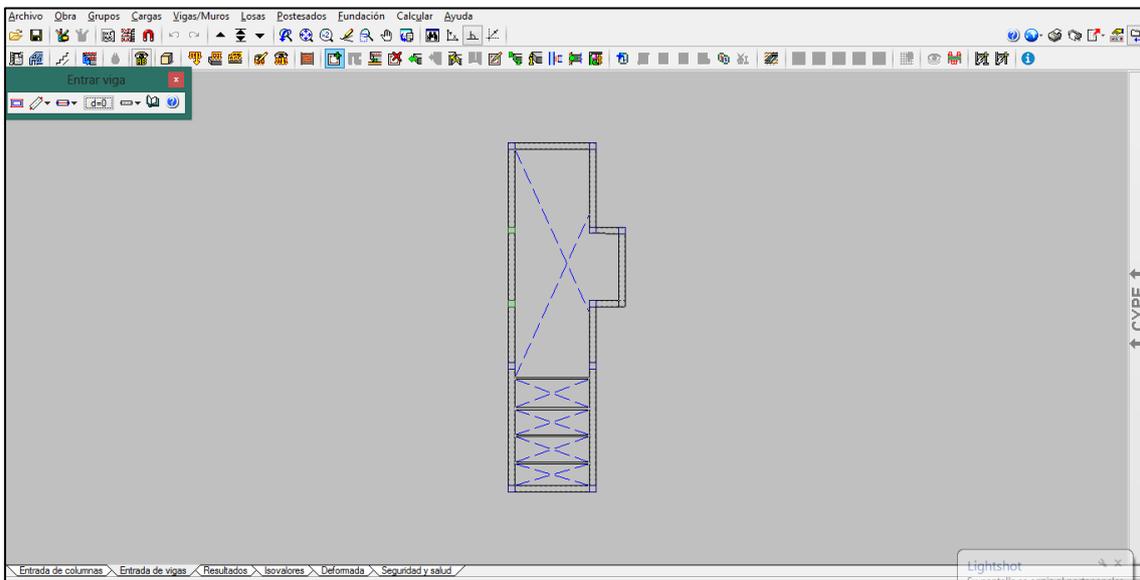


Figura 3-9 – Estructura tanque reserva

3.2 Análisis de carga

Utilizando el reglamento CIRSOC 101-2005 se agregaron las cargas muertas y vivas de acuerdo a las especificaciones arquitectónicas del proyecto original:

3.2.1 Cargas Permanentes en losa:

Cargas superficiales

Tipo de carga	Carga superficial (KN/m ²)
Cielorraso suspendido yeso	0,2

Solado baldosa porcelanato	0,2
Contra piso e=6 cm	1,2

Carga Lineal:

Tipo de carga	Carga lineal (KN/m)
Ladrillo cerámico hueco con revoque	10,5 KN/m ³
Pared durlock e= 95 mm	0,35 KN/m ²

3.2.2 Sobrecargas de uso:

- 1- Carga en azotea inaccesible: 1 KN/m²
- 2- Habitaciones interior de vivienda: 2 KN/m²

El inciso 4.8 de la normativa posee un apartado como reducción de sobrecarga viva para el dimensionado de columnas:

Para elementos cuales el valor de ($K_{LL} \times A_t$) es mayor o igual a 37 m² se pueden diseñar con una sobrecarga reducida de acuerdo a la siguiente expresión:

$$L = L_0 \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{K_{LL} A_t}} \right)$$

Dónde:

- 3- L sobrecarga de diseño por metro cuadrado de área que soporta el elemento
- 4- L₀ sobrecarga de diseño no reducida por metro cuadrado de área que soporta el elemento (ver Tabla 4.1)
- 5- K_{LL} factor de sobrecarga del elemento
- 6- A_t área tributaria en metros cuadrados
- 7- L no será menor 1ue 0,5 L₀ para elementos que soportan un piso y L no será menor que 0,4 L₀ para elementos que soportan dos o más pisos.

Para mantenerse del lado de la seguridad se evaluarán las cargas sin aplicar dicho factor de reducción.

3.2.3. Carga de Nieve

Según Capítulo 3 del Reglamento CIRSOC 104 - 2005, se determina la incidencia de la nieve sobre la estructura. Ver Tablas en Anexos (Tablas N° 3 a 8)

Cargas de nieve sobre cubiertas planas (pf)

La carga de nieve, pf, sobre una cubierta con pendiente igual o menos que 5°, se debe determinar utilizando la siguiente expresión:

$$p_f = 0.7C_e C_t I p_g \quad \left[\frac{KN}{m^2} \right]$$

c_e = se obtiene de la Tabla 2 del Reglamento CIRSOC 104 =
factor de exposición

c_t = de Tabla 3 del Reglamento CIRSOC 104 = factor térmico

I = de Tabla 4 del Reglamento CIRSOC 104 = factor de importancia

p_g = de Tabla 1.9 del Reglamento CIRSOC 104 =
carga de nieve a nivel de terreno

Determinación de c_e :

El edificio se encuentra en un terreno con un grado de exposición C, según el Apéndice A del mismo reglamento, en el cual las obstrucciones son dispersas, con alturas generalmente menores que 10 metros.

Además la estructura está “totalmente expuesta a la nieve”, ya que no posee obstrucciones como un edificio más alto o árboles que la protejan. Por lo tanto de Tabla 2 del reglamento (Ver en Anexo):

$$c_e = 0.9$$

Determinación de c_t :

Ingresando a la Tabla 3 del Reglamento, se determina:

$$c_t = 1$$

Determinación de I :

Del apéndice B se determina la categoría del edificio, en nuestro caso es Categoría II.

Luego entrando a la Tabla 4 del Reglamento con la categoría adoptada se obtiene:

$$I = 1$$

Determinación de p_g :

p_g Es la carga de nieve a nivel del terreno, que se determinan para los departamentos de las distintas provincias.

Mediante la Tabla 1.9 del Reglamento se determina:

$$p_g = 0.9 \frac{KN}{m^2} = 90 \frac{Kg}{m^2}$$

Por lo tanto la carga de nieve sobre la cubierta es:

$$P_f = 0,567 \frac{KN}{m^2}$$

El reglamento establece:

El valor de P_f debe ser mayor o igual que los siguientes valores mínimos para cubiertas con baja pendiente especificadas en el artículo 3.4.

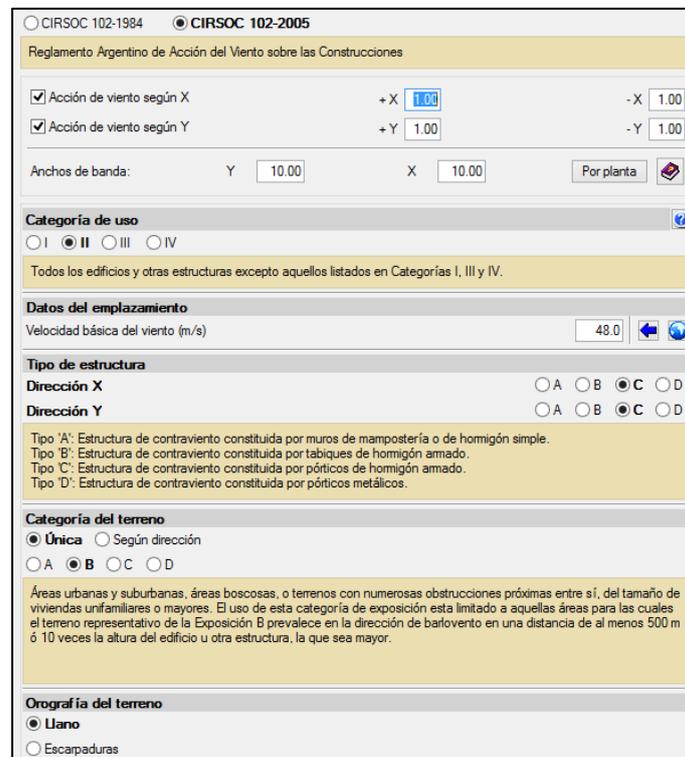
$$P_f = I p_g, (\text{factor de importancia multiplicado por } p_g) \text{ para } p_g \leq 1 \frac{KN}{m^2}$$

$$P_f = I(1), (\text{factor de importancia multiplicado por } 1) \text{ para } p_g > 1 \frac{KN}{m^2}$$

Por lo tanto se adopta $P_f = 0,90 \frac{KN}{m^2}$

3.2.4. Carga de sismo y viento

Para las cargas horizontales se cargaron los parámetros en el software, el mismo realiza la combinación de cargas en dirección x y en y para el viento; para el sismo se realizó un análisis modal espectral dado que la geometría de la misma no permite utilizar los métodos simplificados ni estáticos:



CIRSOC 102-1984 CIRSOC 102-2005
 Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones

Acción de viento según X + X 1.00 - X 1.00
 Acción de viento según Y + Y 1.00 - Y 1.00

Anchos de banda: Y 10.00 X 10.00 Por planta

Categoría de uso
 I II III IV
 Todos los edificios y otras estructuras excepto aquellos listados en Categorías I, III y IV.

Datos del emplazamiento
 Velocidad básica del viento (m/s) 48.0

Tipo de estructura
 Dirección X A B C D
 Dirección Y A B C D

 Tipo 'A': Estructura de contraviento constituida por muros de mampostería o de homigón simple.
 Tipo 'B': Estructura de contraviento constituida por tabiques de homigón amado.
 Tipo 'C': Estructura de contraviento constituida por pórticos de homigón amado.
 Tipo 'D': Estructura de contraviento constituida por pórticos metálicos.

Categoría del terreno
 Única Según dirección
 A B C D

 Áreas urbanas y suburbanas, áreas boscosas, o terrenos con numerosas obstrucciones próximas entre sí, del tamaño de viviendas unifamiliares o mayores. El uso de esta categoría de exposición esta limitado a aquellas áreas para las cuales el terreno representativo de la Exposición B prevalece en la dirección de barlovento en una distancia de al menos 500 m ó 10 veces la altura del edificio u otra estructura, la que sea mayor.

Orografía del terreno
 Llano
 Escarpaduras

Figura 3-10 Cargas debidas al viento

Reglamento INPRES - CIRSOC 103 - Tomo I - 1991
 Normas Argentinas para Construcción Sismorresistente

La normativa de hormigón seleccionada es el Reglamento CIRSOC 201 - 2005. En el caso de aplicar criterios de armado por ductilidad, el diseño de las estructuras sismorresistentes de hormigón se debe realizar con el Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes INPRES - CIRSOC 103 - Parte II: Construcciones de hormigón Armado - 2005, tal y como se especifica en el capítulo 21 del Reglamento de hormigón CIRSOC 201 - 2005.

Acción sísmica según X Acción sísmica según Y

Construcción asimétrica

Parte de nieve a considerar

Ductilidad global (X)

Ductilidad global (Y)

Amortiguamiento %

Agrupamiento de la construcción según su destino ▼

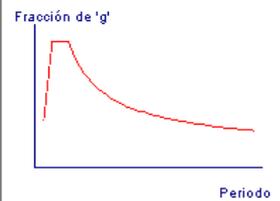
Tipo de terreno ▼

Parte de sobrecarga a considerar ▼

Confluencia (PROVINCIA DEL NEUQUEN)

Zona Peligrosidad sísmica reducida.

Fración de 'g'



Periodo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis

Según norma

Automático, hasta alcanzar un porcentaje exigido de masa desplazada

Especificado por el usuario

Figura 3-11 Cargas de acción sísmica

Una vez cargada la geometría de la estructura, definidas las propiedades de los materiales, se cargaron las cargas muertas, de uso y accidentales, conforme indica normativa y se procedió al cálculo de la estructura:

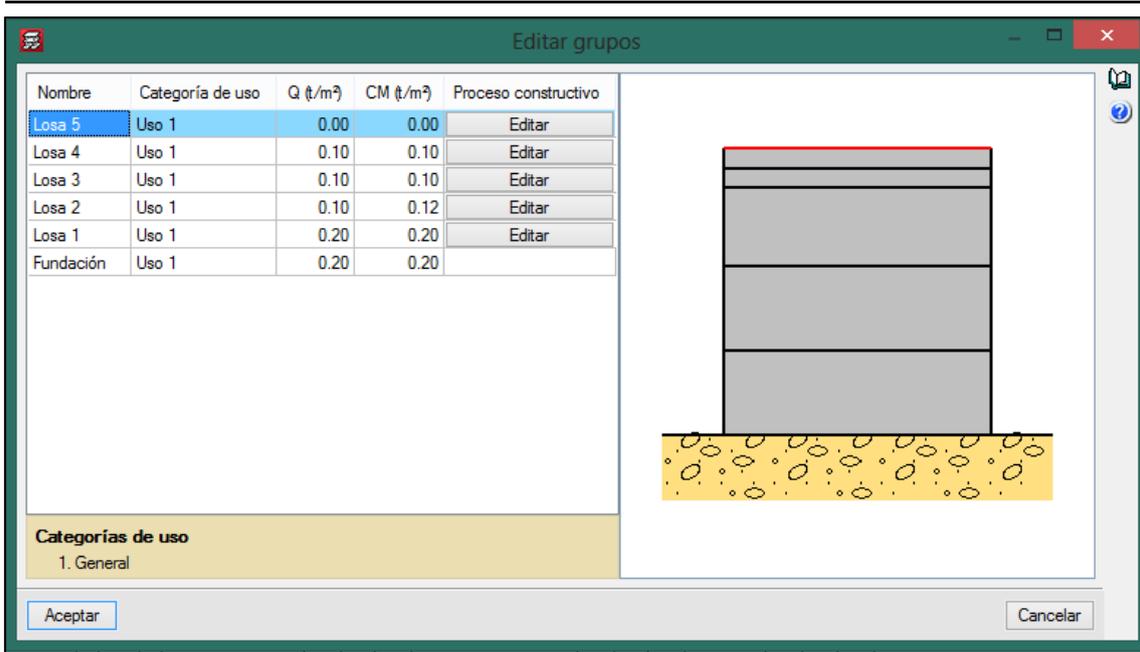


Figura 3-12 Aplicación de cargas muertas y vivas en plantas

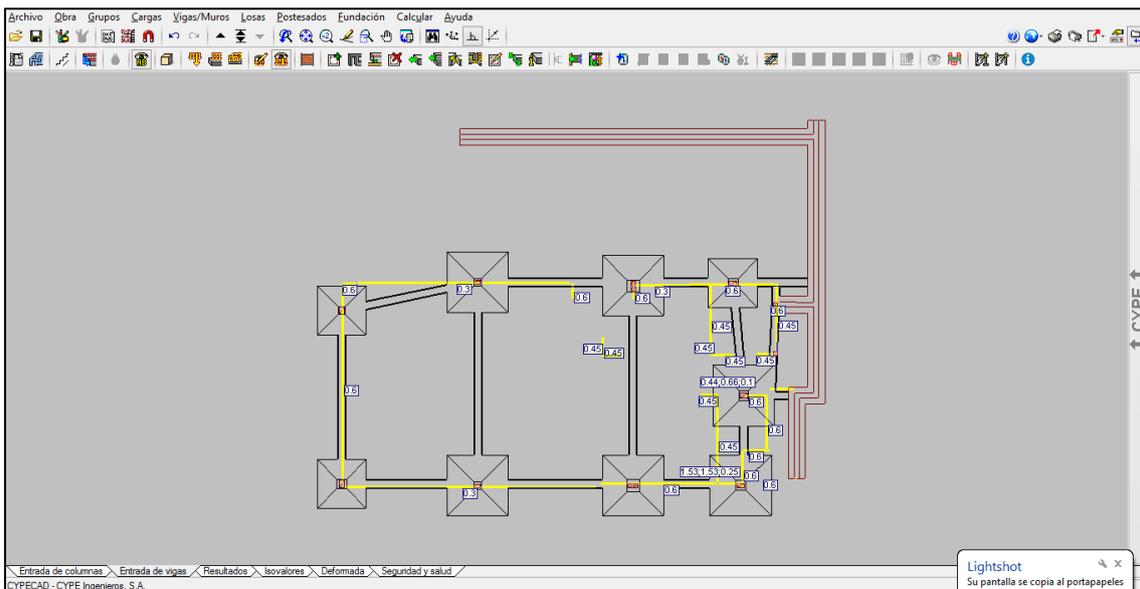


Figura 3-13 Cargas planta baja

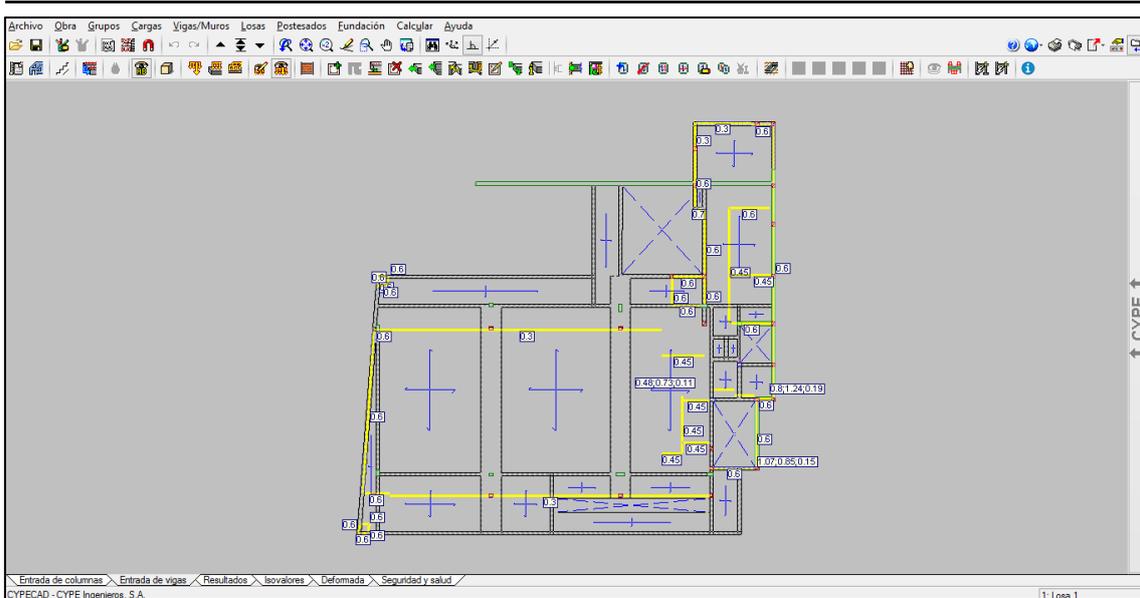


Figura 3-14 Cargas primer nivel

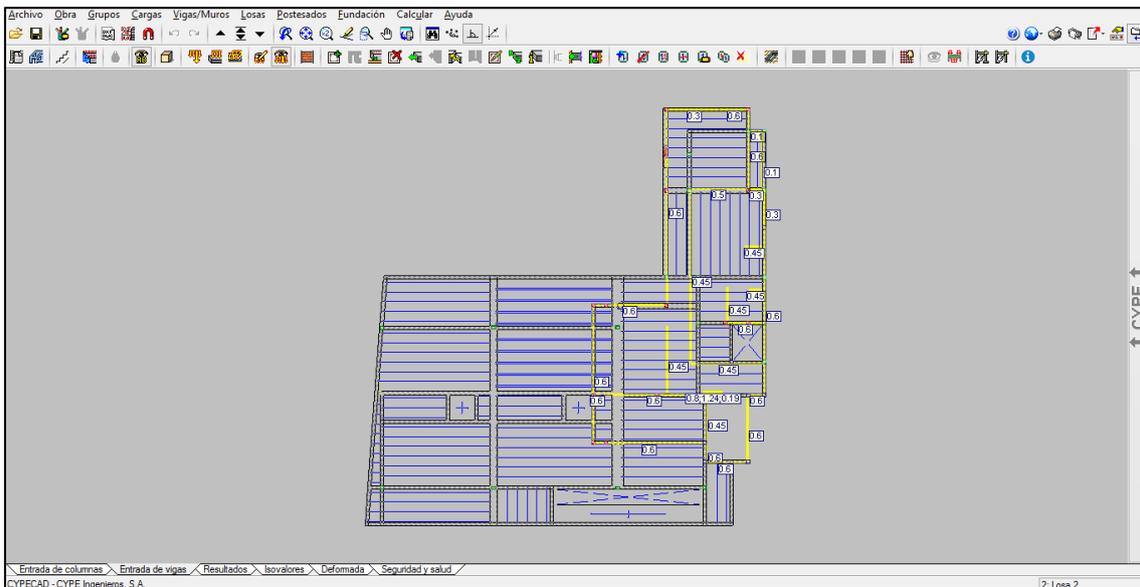


Figura 3-15 Cargas segundo nivel

El software realiza las distintas combinaciones de carga de acuerdo al reglamento que se va a utilizar, obtiene los esfuerzos p_simos de cada combinación y realiza una envolvente de esfuerzos en cada elemento estructural.

Capítulo 4 - Verificación estructural

Al realizar la verificación de la estructura se observó que la misma posee elementos estructurales que no verifican de acuerdo a la normativa utilizada.

Como se infirió en el capítulo anterior, el diseño estructural propuesto presenta en una misma planta zonas con gran rigidez por poseer gran número de columnas concentradas y muros de hormigón armado y zonas con muy escasa rigidez por tener grandes luces. Si bien esto fue una solicitud del comitente, la zona donde se encuentra emplazada la obra es zona sísmica por lo que el diseño estructural debe lograr la mejor simetría entre el centro de masa y centro de rigidez a fin de evitar esfuerzos excesivos bajo solicitaciones horizontales.

De los datos obtenidos en el cálculo estructural se destaca:

4.1 Secciones excesivas en vigas

El reglamento CIRSOC 103-Parte II-2005 establece una sección máxima de vigas respecto a la sección de las columnas que conforman el pórtico a fin de establecer el criterio de columna fuerte y viga débil favoreciendo siempre la formación de rótulas plásticas en vigas:

Sección 2.2.1.5. Cuando concurren vigas anchas a columnas, el ancho de la viga, que deberá suponerse, que resiste las solicitaciones transmitidas por la columna, no deberá ser mayor que el ancho de la columna, más una distancia a cada lado de la columna igual a un cuarto de la altura total de la columna ($h_c/4$) en la dirección considerada:

$$b_w \leq b_c + 0,50 h_c \quad (2.2 - 6)$$

$$b_w \leq 2 b_c \quad (2.2 - 7)$$

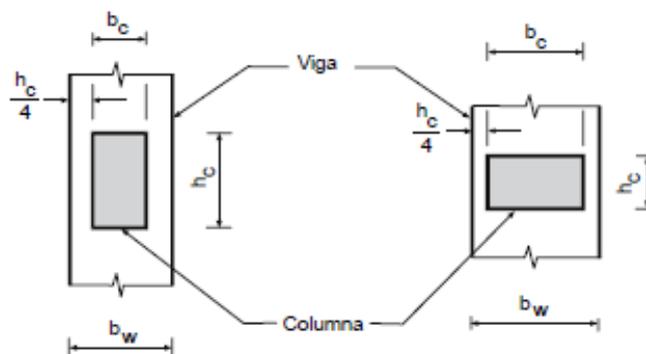


Figura 4-1 Ancho máximo en vigas

En la estructura se observa que posee vigas de hormigón armado de sección 100x45 cm concurriendo a columnas metálicas UPN 200 en cajón, la cual posee una sección de 20x15 cm

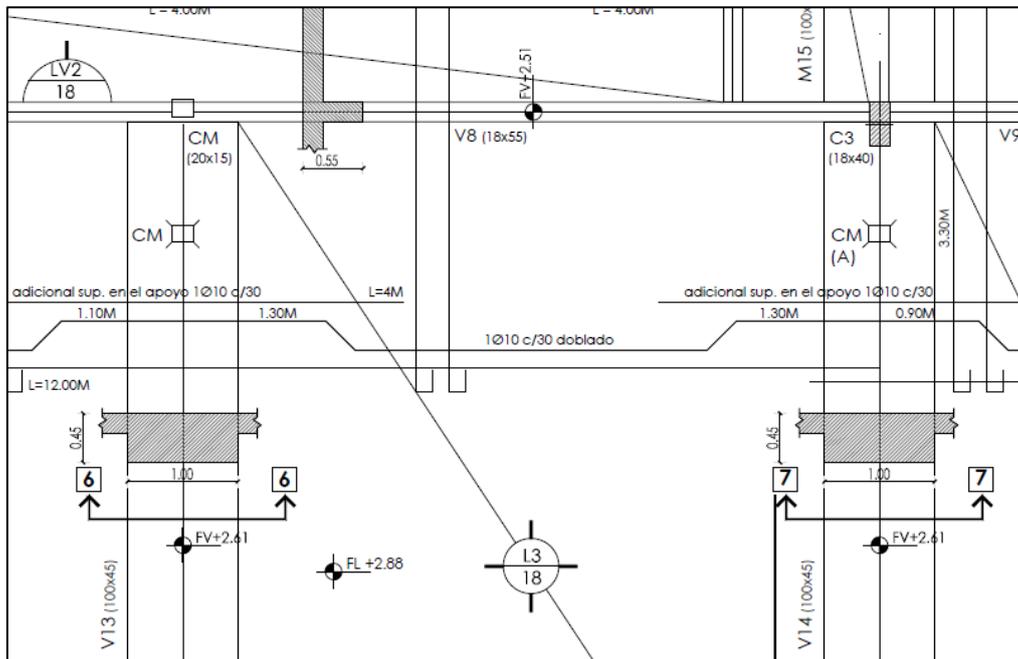


Figura 4-2 Vigas sobre planta baja

De acuerdo al criterio establecido por la norma:

$$100\text{cm} \leq 20\text{cm} + \frac{15\text{cm}}{2}$$

$$100\text{cm} \leq 27,5\text{cm} \rightarrow \text{NO VERIFICA}$$

Este requerimiento intenta asegurar que la viga no sea excesivamente más ancha que la columna para que las barras de la armadura longitudinal de la viga se mantengan razonablemente cercanas al núcleo de la columna.

Desde un punto sismo resistente no es recomendable realizar un pórtico con las dimensiones propuestas, sumado a la escasa cantidad de columnas ubicada en el sector público dado que existen pocos puntos para formar rótulas plásticas antes de formar un mecanismo de colapso.

4.2 Esfuerzos en columnas

De los esfuerzos obtenidos en el cálculo estructural se observan columnas que se encuentran sobre exigidas bajo las condiciones de cargas adoptadas por la norma aplicada. Ellas son:

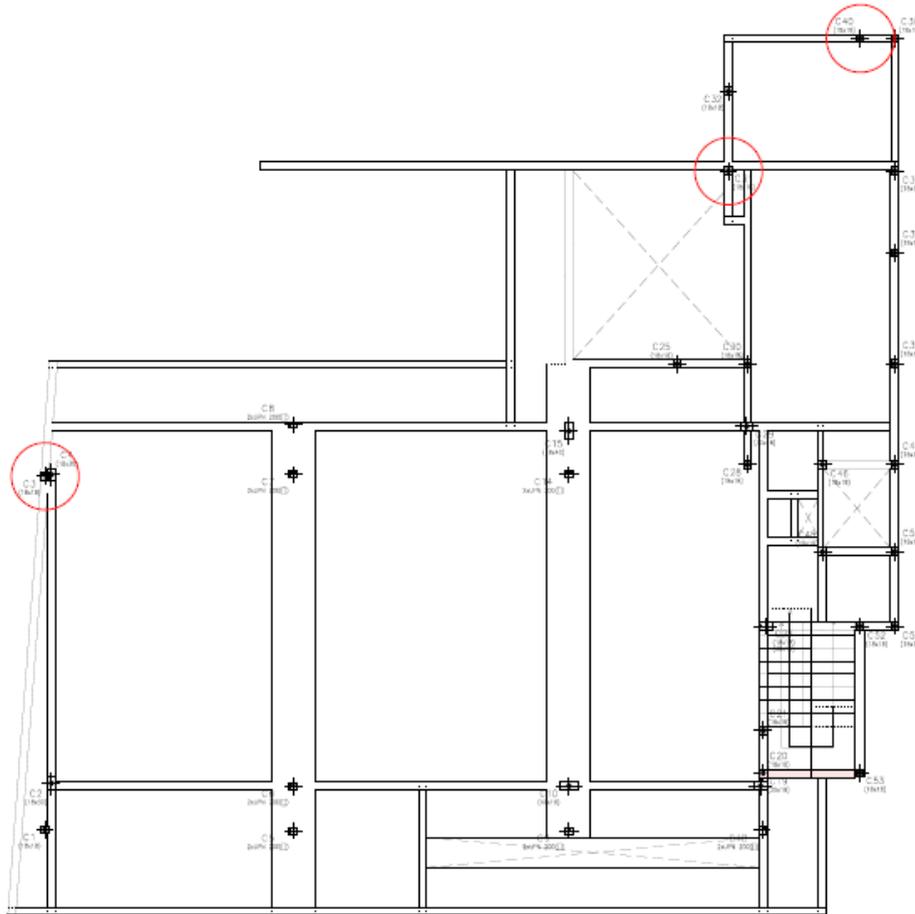


Figura 4-3 Columnas sobre planta baja

Buscar Agrupaciones

Agrupación de pilares

Rev.	Blo.	Columnas	Cum.	Plantas
		C2	✓	Fundación - Losa 1
		C3	✗	Losa 1 - Losa 2
		C4	✓	Fundación - Losa 1
		C5, C9	✓	Losa 2 - Losa 2
		C6	✓	Losa 1 - Losa 1
		C7, C14	✓	Losa 2 - Losa 2
		C8	✓	Losa 1 - Losa 1
		C10	✓	Fundación - Losa 1
		C12, C13, C11, C17	✓	Losa 2 - Losa 3
		C15	✓	Fundación - Losa 1
		C16	✓	Losa 2 - Losa 3
		C18	✓	Losa 2 - Losa 2
		C19, C29	✓	Fundación - Losa 1
		C21	✓	Losa 1 - Losa 3
		C22	✓	Fundación - Losa 5
		C23	✓	Losa 2 - Losa 3
		C24	✓	Losa 2 - Losa 3
		C27, C38, C26	✓	Losa 2 - Losa 3
		C28	✓	Losa 1 - Losa 2
		C30	✓	Losa 1 - Losa 2
		C31	✗	Losa 1 - Losa 2

Vista en planta de pilares

Figura 4-4 Resultados esfuerzos columnas

Columna	Posición	Esfuerzos p _{simos}					Referencia		Comb.	Eq.	Com.	Comprobaciones							
		N (t)	M _{xx} (t·m)	M _{yy} (t·m)	Q _x (t)	Q _y (t)	M _{xx} (t·m)	M _{yy} (t·m)				Disp.	Arm.	Q (%)	N.M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	
C3	Pie	9.28	-1.00	-1.00	-0.57	0.51	-0.85	-0.85	0.9 PP...			✓	✓	44.6	99.4	N.P.	✓	118.6	✓
	Pie	14.08	-1.19	-1.22	-0.65	0.54	-0.92	-0.94	1.2 PP...		✓	✓	16.6	118.6	N.P.	✓			
	Pie	9.06	-1.00	-0.46	-0.28	0.51	-0.86	-0.39	0.9 PP...		✓	✓	27.2	72.0	N.P.	✓			
	Pie	13.40	-1.18	-0.61	-0.35	0.54	-0.92	-0.48	1.2 PP...		✓	✓	11.4	87.9	N.P.	✓			
C31	Cabeza	25.88	0.90	-1.26	0.45	0.05	0.06	-0.74	0.9 PP...		✓	✓	7.4	105.7	N.P.	✓	416.7	✓	
	Pie	47.92	-4.22	-4.22	0.08	0.03	-0.03	-0.01	1.2 PP...		✓	✓	1.1	416.7	N.P.	✓			
	Cabeza	27.25	0.99	-0.99	0.27	0.06	0.08	-0.47	0.9 PP...		✓	✓	4.0	97.0	N.P.	✓			
	Pie	43.37	2.91	-2.91	-0.14	-0.03	0.02	-0.25	1.2 PP...		✓	✓	1.7	285.8	N.P.	✓			
C40	Pie	14.91	-0.40	-1.83	-0.88	0.10	-0.11	-1.39	1.2 PP...		✓	✓	51.6	110.4	N.P.	✓	114.6	✓	
	Pie	15.81	-0.43	-1.88	-0.89	0.12	-0.14	-1.40	1.2 PP...		✓	✓	51.4	114.6	N.P.	✓			
	Pie	11.06	-0.27	-1.07	-0.56	0.03	-0.01	-0.88	0.9 PP...		✓	✓	26.4	67.0	N.P.	✓			
	Pie	15.30	-0.41	-1.26	-0.60	0.11	-0.12	-0.95	1.2 PP...		✓	✓	10.4	83.0	N.P.	✓			

Figura 4-5 Esfuerzos p_{simos} columnas C03 – C31 – C40

Columna	Esfuerzos p _{simos}					Esfuerzos esbeltez (segundo orden)		Combinación p _{simos}
	N	M _{xx}	M _{yy}	Q _x	Q _y	M _{xx}	M _{yy}	
	t	tm	tm	t	t	tm	tm	
C03	14,08	-0,92	-0,94	-0,65	0,54	-1,19	-1,22	1,2(PP+CM)+0,5Qa+1,6(-Vx)+0,5N
C31	47,92	-0,03	-0,01	0,08	0,03	-4,22	-4,22	1,2(PP+CM)+1,6Qa+0,5N
C40	15,81	-0,14	-1,40	0,12	-0,14	-0,43	-1,88	1,2(PP+CM)+0,5Qa+1,6(-Vx)+0,5N

Figura 4-6 Resumen esfuerzos p_{simos}

4.2.1 Análisis columna C31

Los resultados obtenidos para la columna C31 registran un aprovechamiento excesivo respecto a su capacidad portante por lo que realizo un análisis de la misma comparando los esfuerzos obtenidos en la verificación con los utilizados para el cálculo original.

COLUMNAS $\sigma'_{bk} = 210 \text{ kg./cm}^2$ $\beta R = 175 \text{ kg./cm}^2$ $\sigma'_{ek} = 4.400 \text{ kg./cm}^2$ $\beta S = 4.200 \text{ kg./cm}^2$

NIVEL	POSIC.	N _v (t)	N _s (t)	DIMENSIONES		MOMENTOS(tm)		ARMADURA						ESTRIBOS	OBSERV.	
				(cm) dy	(cm) dx	m.y v m.y s	m.x v m.x s	F _{ey} cm ²	N°	φ	F _{ex} cm ²	N°	φ			φ
	C101	20.00	-	20	20	0.90	0.90	2.10	2	12	2.10	2	12	6	15	

Figura 4-7 Esfuerzos modelo original columna C31

Columna	Esfuerzos p _{simos}					Esfuerzos esbeltez (segundo orden)		Combinación p _{simos}
	N	M _{xx}	M _{yy}	Q _x	Q _y	M _{xx}	M _{yy}	
	t	tm	tm	t	t	tm	tm	
C31	47,92	-0,03	-0,01	0,08	0,03	-4,22	-4,22	1,2(PP+CM)+1,6Qa+0,5N

Figura 4-8 Esfuerzos modelo estructural columna C31

Se puede observar que los esfuerzos normales p_{simos} ocurren con la combinación de $1,2. Q_p + 1,2. Q_D + 1,6. Q_L + 0,5. Q_N$ y existe una notable diferencia del doble de carga

axil entre el cálculo original y el modelo estructural. Dado que ambos modelos se encuentran realizados con diferentes normativas, existe la probabilidad que las cargas máximas no coincidan pero la diferencia es notable. Debido a esto se optó por realizar, de forma aproximada, los esfuerzos axiales que deberá absorber la columna utilizando el criterio de área de influencia. Para realizar la estimación se debe tener en cuenta que la carga que tomarán dichos elementos resistentes depende, también, de la rigidez de los mismos. Se propone como área de influencia aproximada:

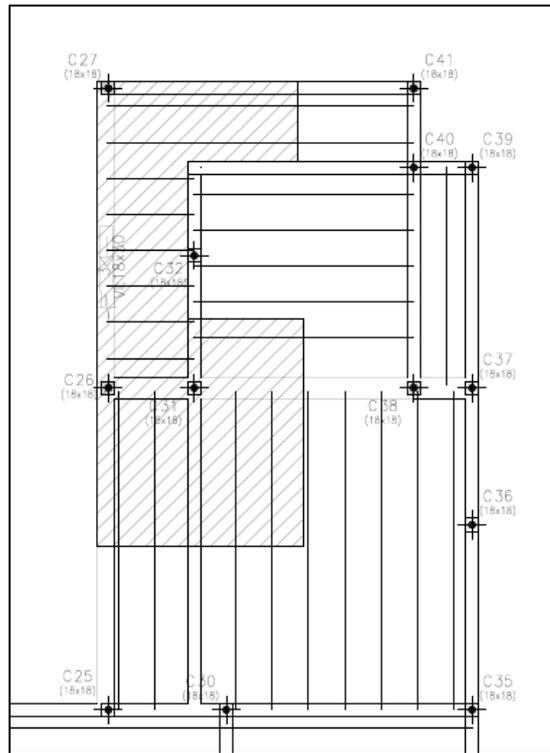


Figura 4-9 Área de influencia sobre la columna C31 en losa sobre segundo nivel

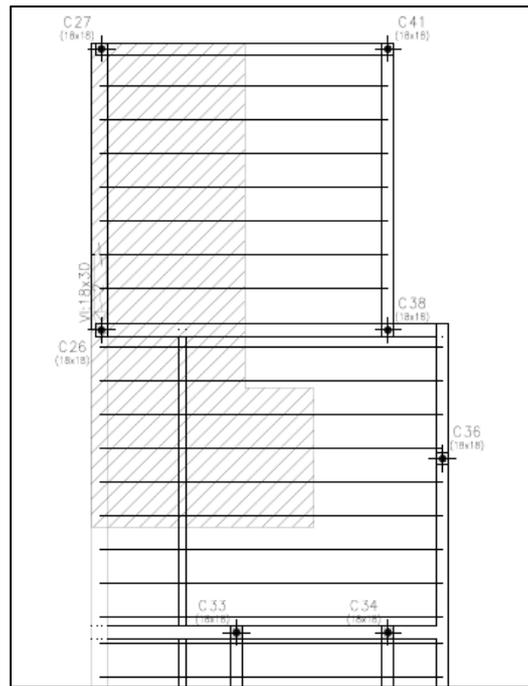


Figura 4-10 Área de influencia sobre columna C26 que descarga en C31

Para el cálculo de carga se obtuvieron los siguientes valores:

$$\text{Área de influencia segundo nivel} = 18,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de influencia tercer nivel} = 18,0 \text{ m}^2$$

Los datos del relevamiento en obra y las cargas obtenidas en el capítulo anterior fueron:

$$\text{Peso propio} = 16,2 \text{ tn}$$

$$\text{Peso carga muerta} = 12,7 \text{ tn}$$

$$\text{Peso carga viva} = 5,5 \text{ tn}$$

$$\text{Peso nieve} = 1,6 \text{ tn}$$

El esfuerzo pésimo con la combinación dada es:

$$N = 1,2 \cdot Q_p + 1,2 \cdot Q_D + 1,6 \cdot Q_L + 0,5 \cdot Q_N = 43,78 \text{ tn}$$

Los datos obtenidos por el Software son:

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t-m)	N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t-m)
C31	Losa 2	18x18	3.16/5.77	Peso propio	18.95	-0.00	0.03	-0.04	0.02	-0.00	18.73	0.11	-0.04	-0.04	0.02	-0.00
				Cargas permanentes	13.37	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	-0.00	13.37	0.05	0.03	-0.02	-0.02	-0.00
				Sobrecarga de uso	5.17	0.00	0.01	-0.00	0.01	-0.00	5.17	0.01	-0.01	-0.00	0.01	-0.00
				Viento +X exc.+	-1.88	-0.28	0.03	-0.25	0.02	0.00	-1.88	0.37	-0.04	-0.25	0.02	0.00
				Viento +X exc.-	-1.17	-0.18	0.01	-0.16	0.01	0.00	-1.17	0.25	-0.01	-0.16	0.01	0.00
				Viento -X exc.+	1.88	0.28	-0.03	0.25	-0.02	-0.00	1.88	-0.37	0.04	0.25	-0.02	-0.00
				Viento -X exc.-	1.17	0.18	-0.01	0.16	-0.01	-0.00	1.17	-0.25	0.01	0.16	-0.01	-0.00
				Viento +Y exc.+	0.32	-0.00	-0.07	-0.00	-0.07	0.00	0.32	0.01	0.10	-0.00	-0.07	0.00
				Viento +Y exc.-	0.14	-0.03	-0.07	-0.03	-0.06	0.00	0.14	0.05	0.09	-0.03	-0.06	0.00
				Viento -Y exc.+	-0.32	0.00	0.07	0.00	0.07	-0.00	-0.32	-0.01	-0.10	0.00	0.07	-0.00
				Viento -Y exc.-	-0.14	0.03	0.07	0.03	0.06	-0.00	-0.14	-0.05	-0.09	0.03	0.06	-0.00
				Nieve	1.73	0.00	0.01	-0.00	0.01	-0.00	1.73	0.01	-0.01	-0.00	0.01	-0.00
				Sismo X Modo 1	-1.63	-0.25	0.04	-0.22	0.04	0.01	-1.63	0.33	-0.05	-0.22	0.04	0.01
				Sismo X Modo 2	-0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	-0.00	-0.02	-0.00	-0.01	0.00	0.01	-0.00
				Sismo X Modo 3	0.04	0.00	-0.03	-0.00	-0.02	-0.00	0.04	0.00	0.04	-0.00	-0.02	-0.00
				Sismo X Modo 4	-0.18	0.01	-0.00	0.01	-0.00	-0.00	-0.18	-0.02	0.00	0.01	-0.00	-0.00
				Sismo X Modo 5	-0.06	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.06	-0.01	0.00	0.00	-0.00	0.00
				Sismo Y Modo 1	-0.13	-0.02	0.00	-0.02	0.00	0.00	-0.13	0.03	-0.00	-0.02	0.00	0.00
				Sismo Y Modo 2	-0.76	0.04	0.23	0.04	0.21	-0.00	-0.76	-0.07	-0.31	0.04	0.21	-0.00
				Sismo Y Modo 3	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00
Sismo Y Modo 4	-0.06	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.06	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00				
Sismo Y Modo 5	-0.02	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.02	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00				

Figura 4-11 Esfuerzos columna C31

$$N = 1,2. Q_p + 1,2. Q_D + 1,6. Q_L + 0,5. Q_N$$

$$N = 1,2. (18,95 \text{ tn}) + 1,2. (13,37 \text{ tn}) + 1,6. (5,17 \text{ tn}) + 0,5. (1,73 \text{ tn})$$

$$N = 47,92 \text{ tn}$$

El esfuerzo obtenido se aproxima más al cálculo con software que al original, y se encuentra del lado de la seguridad por lo que se optó como valedero el obtenido por el programa.

Asimismo se observa una notable diferencia entre los momentos de primer orden y los de segundo. A fin de explicar esta situación se realizó la verificación de la columna de forma manual.

4.2.2 Verificación columna C31

Solicitaciones:

P_u	M_{ux}	M_{uy}
(tn)	(tnm)	(tnm)
47,915	-0.034	-0.009

Dado que la combinación de cargas a la que se produce la máxima sollicitación no incorpora acciones horizontales, el cortante total del piso es nulo, por lo tanto se considera la columna sin desplazamiento lateral.

Se debe amplificar momentos por efectos de esbeltez si:

$$\frac{kl_u}{r} > 34 - 12 M_1/M_2$$

$$34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \leq 40$$

Donde M_1 y M_2 los momentos de primer orden en los extremos del elemento comprimido, donde $M_1 > M_2$ y M_1/M_2 es positivo si el elemento se deforma con curvatura simple y negativo si se deforma con curvatura doble.

Analizando en ambas direcciones se obtiene:

M_x :

$$\frac{M_{1,x}}{M_{2,x}} = \frac{0tnm}{0.081tnm} = 0$$

$$\frac{1x2.51m}{0.3x0.18m} = 46.48 > 34$$

M_y :

$$\frac{M_{1,y}}{M_{2,y}} = \frac{-0.033tnm}{0.045tnm} = -0.73$$

$$\frac{1x2.51m}{0.3x0.18m} > 34 - 12x(-0.73)$$

$$34 - 12x(-0.73) = 42.8 > 40$$

$$\frac{1x2.51m}{0.3x0.18m} = 46.48 > 40$$

Se deberán amplificar momentos flectores en ambas direcciones:

$$M_c = \delta_{ns} M_2$$

Al considerar los efectos de esbeltez existe una reducción en la capacidad del elemento mediante el factor de amplificación δ_{ns} . Sin embargo, para columnas sometidas a compresión pura o momentos muy pequeños, un aumento de la esbeltez disminuye su resistencia. Dada esta situación se establece un momento mínimo mayorado M_2 :

$$M_{2min} = P_u(15 + 0,03h)$$

$$M_{2min} = 0.977 tnm$$

Se puede observar que $M_{2min} > M_{ux}$ y $M_{2min} > M_{uy}$ por lo que se debe verificar el pilar al esfuerzo axial actuante y momentos flectores mínimos amplificados, no los obtenidos realmente en el cálculo estructural.

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75P_c}} \geq 1$$

$C_m = 1$ ya que $M_{2min} > M_u$ (10.12.3.2)

P_c : Carga crítica de Euler:

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kl_u)^2}$$

Dado que las columnas de hormigón armado son elementos heterogéneos de acero y hormigón; el acero es básicamente elástico y el hormigón no lo es, además se encuentra sometido a flujo plástico y agrietamiento en la sección traccionada, afectando la rigidez efectiva EI del elemento. Por lo tanto la rigidez EI utilizada es:

$$EI = \frac{0,4E_c I_g}{1 + \beta_d}$$

El factor β_d considera la relación entre la carga axial mayorada máxima y la carga total axial mayorada máxima. Este factor tiene en cuenta de modo aproximado los efectos del flujo plástico

$$\beta_d = \frac{38.8tn}{47.92tn} = 0.8$$

$$\frac{0,4E_c I_g}{1 + \beta_d} = 0.22E_c I_g$$

$$P_c \frac{\pi^2 0.22E_c I_g}{(kl_u)^2} = 79.2tn$$

$$\delta_{ns} = \frac{1}{1 - \frac{47.915tn}{0.75 \times 79.2tn}} = 5.17$$

$$M_{cx} = M_{cy} = 5.17 \times 0.977tnm = 5.05tnm$$

Se puede observar que considerando los momentos mínimos establecidos por la normativa utilizada y los efectos de la esbeltez de la columna, existe una notable diferencia con los esfuerzos de primer orden.

Obtenidos los esfuerzos amplificados se verifica la columna utilizando diagrama de interacción para flexión compuesta. Este método aproximado se permite utilizar dado que $kl_u/r < 100$ en ambas direcciones.

En columnas sometidas a flexión simultánea con respecto a los dos ejes principales de la sección, los diagramas de interacción no pueden obtenerse mediante los métodos aplicados para flexión uniaxial, dado que el eje neutro de la sección no va a ser perpendicular a la excentricidad resultante dibujada desde el centro de la columna hasta el punto de aplicación de la carga P_n . Al combinar la flexión en X y en Y con la excentricidad resultante, se define:

$$\lambda = \arctg \frac{e_x}{e_y} = \arctg \frac{M_{ny}}{M_{nx}}$$

En este plano la resistencia de la columna se define con la curva de interacción marcada en la siguiente figura

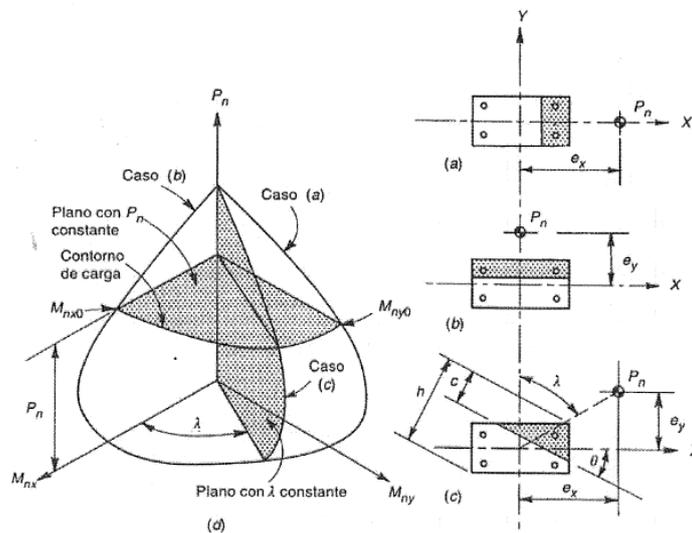


Figura 4-12 Diagrama interacción flexo-compresión oblicua

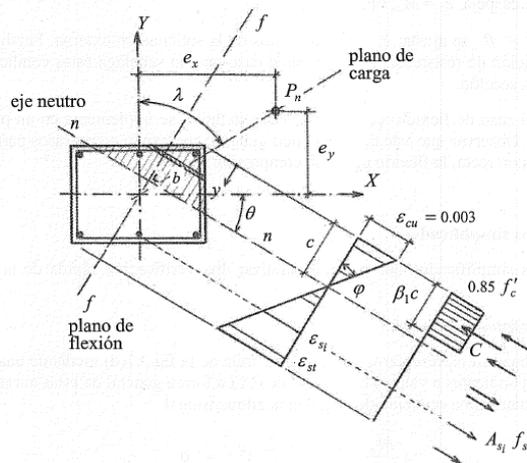


Figura 4-13 Sección sometida a flexo-compresión oblicua

Para otros valores de λ se obtienen curvas similares definiendo una superficie de falla. Combinaciones P_u/ϕ , M_{ux}/ϕ , M_{uy}/ϕ , que definan puntos interiores a la superficie de falla se pueden aplicar de sobre la columna de forma segura.

En la práctica, los esfuerzos que deben ser resistidos se determinan mediante el análisis de la estructura, por lo que se establece el valor real de λ y se necesita únicamente la curva del caso “c” de la superficie de falla para realizar la verificación.

A continuación se realiza la verificación utilizando un método simplificado de diagramas de interacción:

Se establece el factor de recubrimiento γ como:

$$\gamma = \frac{h - (2 \times C_c + d_b)}{h} = \frac{18\text{cm} - (2 \times 2\text{cm} + 1.2\text{cm})}{18\text{cm}} = 0,84$$

Se adopta $\gamma=0,8$ para ingresar al ábaco manteniéndose del caso más desfavorable

$$A_g = b * h = 0,0324\text{m}^2$$

$$v = \frac{P_u}{A_g} = \frac{469.596\text{KN}}{0.0324\text{cm}^2} = 14493.7\text{KPa} = 14.5\text{MPa}$$

Se adopta para ingresar al ábaco

$$v = 15\text{MPa}$$

$$\mu_h = \mu_b = \frac{M_c}{A_g \times h} = \frac{50.5\text{KNm}}{0,0324\text{m}^2 \times 0,18\text{m}} = 8659,12\text{KPa} = 8.66\text{MPa}$$

Para utilizar el ábaco se define

$$\mu_x = \mu_y = 8.66\text{MPa}$$

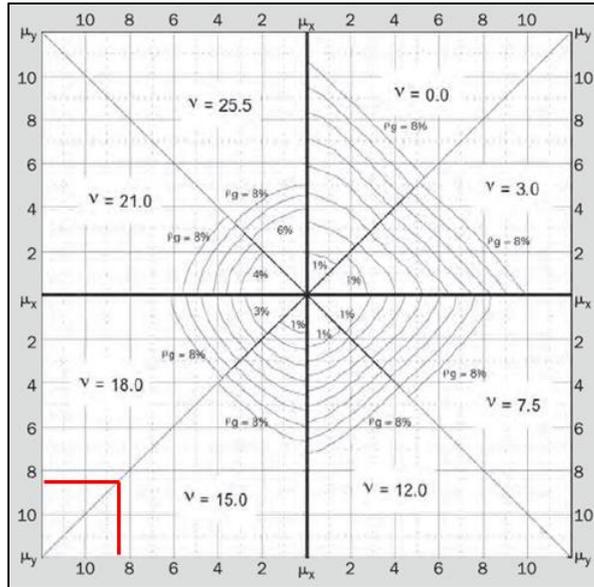
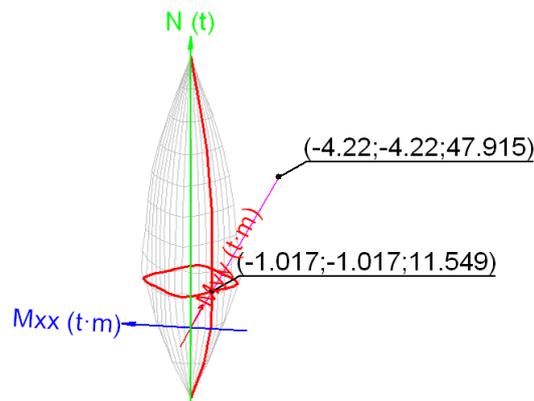


Figura 4-14 Diagrama interacción parámetros

$$\gamma = 0.8, \quad f'_c = 30MPa \text{ y } f_y = 420MPa$$

La cuantía necesaria es superior a real en obra, por lo que no verifica bajo las sollicitaciones calculadas. Adicionalmente se puede observar que debería adoptarse una cuantía superior a la máxima permitida.

Los resultados obtenidos por el software abalan lo explicado anteriormente:



Superficie de interacción

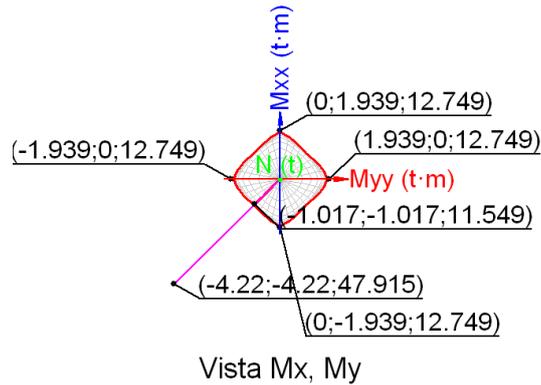


Figura 4-15 Diagrama de interacción para las solicitaciones obtenidas

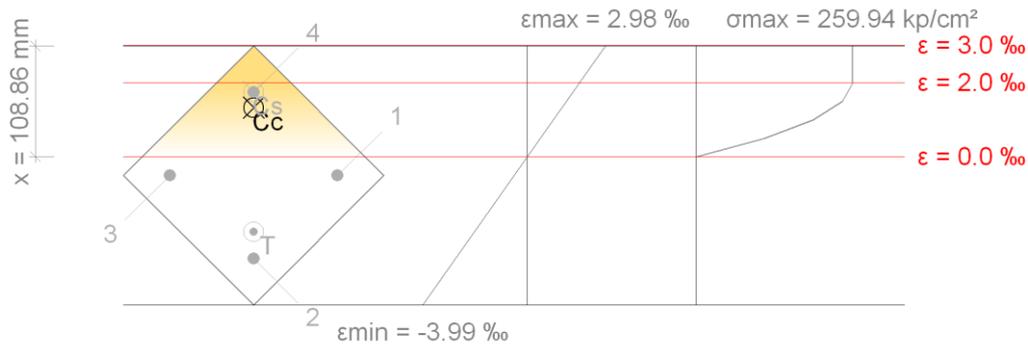


Figura 4-16 Sección columna C31 sometida a flexo-compresión oblicua

Se observan pequeñas diferencias entre los resultados obtenidos manualmente y con el software, esto se debe a las simplificaciones utilizadas en el proceso de cálculo manual, siendo este un resultado más conservador que el obtenido por computador.

Se decidió verificar la columna bajo las solicitaciones obtenidas sin utilizar M_{2min} dado por la el reglamento. Con esta verificación solo se pretende conocer el estado que se encuentra el elemento bajo los esfuerzos obtenidos:

$$\mu_h = \frac{\delta_{ns} M_{ux}}{A_g \times h} = \frac{5.17 \times 0.34 \text{KNm}}{0,0324 \text{m}^2 \times 0,18 \text{m}} = 301,41 \text{KPa} = 0.30 \text{MPa}$$

$$\mu_b = \frac{\delta_{ns} M_{uy}}{A_g \times h} = \frac{5.17 \times 0.09 \text{KNm}}{0,0324 \text{m}^2 \times 0,18 \text{m}} = 79,78 \text{KPa} = 0.08 \text{MPa}$$

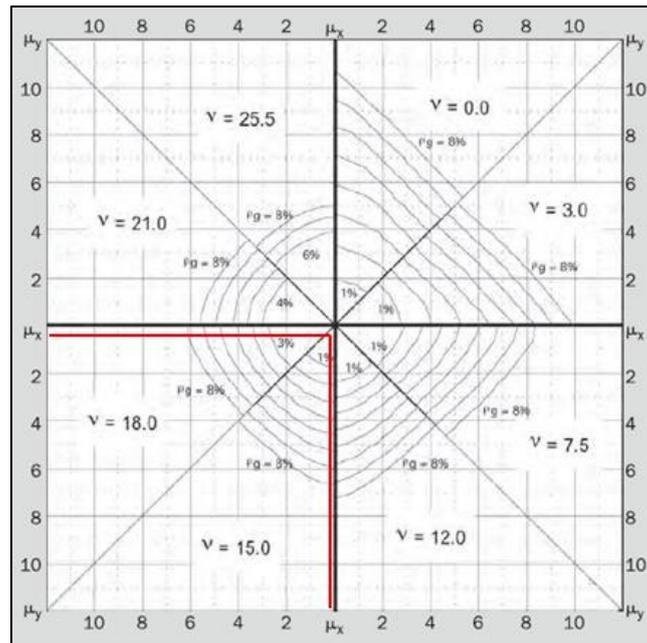


Figura 4-17 Diagrama interacción parámetros

$$\gamma = 0.8, \quad f'_c = 30MPa \text{ y } f_y = 420MPa$$

La columna verifica bajo las solicitaciones originales.

Asimismo se pueden observar que los esfuerzos flectores son mínimos. Verificando la columna a compresión pura se obtiene:

$$P_n = 0.8[0.85f'_c(A_g - A_{st}) + f_yA_{st}]$$

$$P_n = 0.8[0.85 \times 30MPa(0.0324cm^2 - 4.8cm^2) + 420MPa \times 4.8cm^2]$$

$$P_n = 81.2tn$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$0.65 \times 81.2tn \geq 47.915tn$$

$$52.8tn \geq 47.915tn$$

Esta verificación no se puede considerar ya que existen momentos flectores pero abala lo obtenido en el diagrama de interacción.

4.2.3 Conclusión

Si bien los esfuerzos flectores son mínimos y queda demostrado que la columna verifica bajo las solicitaciones actuantes, el reglamento establece valores mínimos a considerar, que dependen de la carga axil y la sección analizada, que no pueden ser despreciados.

Por lo tanto se deberá realizar una modificación estructural en el elemento existente.

4.3 Esfuerzos en vigas

A fin de asegurar la veracidad de los resultados obtenidos por el software y por el dimensionado original de la estructura se procedió a realizar la verificación manual de la viga más solicitada.

Análisis viga V-117:

- Luz: 8,30 m
- Momento máximo original: 43,0 tnm (430 kNm)
- Momento máximo software: 46,33 tnm (463,3 kNm)
- Corte máximo original: 26 tn (260 kN)
- Corte máximo software: 30,34 tn (303,4 kN)

Analizando ambos esfuerzos últimos de flexión y corte del modelo original y proyectado con software se tomaron los más desfavorables y se los verificó:

- Momento último: 463,3 kNm
- Corte último: 303,4 kN

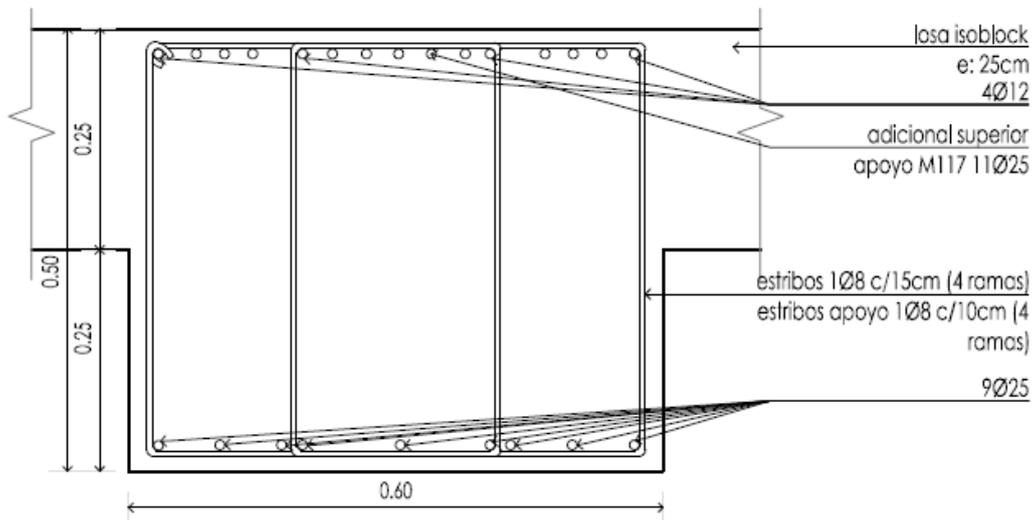


Figura 4-18 Sección Viga V-117

Verificación a flexión Viga V-117:

Tomando el diámetro de armadura colocado y recubrimiento adecuado:

$$\text{Diam. Armadura long.} = 2.5 \text{ cm}$$

$$\text{Diam. estribos} = 0.08 \text{ cm}$$

$$d = 45.67 \text{ cm}$$

$$c = 17.13 \text{ cm}$$

Para hormigones de $f'_c \leq 30\text{MPa}$ se tiene

$$f^*_c = 0.85 (f'_c)$$

$$25.5\text{MPa} = 0.85 (30\text{MPa})$$

Además

$$K_{C_{\text{máx}}} = 0.375$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi}$$

$$514.78\text{kN}\cdot\text{m} = \frac{463.3\text{kN}\cdot\text{m}}{0.9}$$

$$Mn_{\text{red}} = \frac{Mn}{(f^*)(bw)(d^2)} * 1000^{-1}$$

$$0.16131 = \frac{514.78}{(25.5)(0.60)(0.4567^2)} * 1000^{-1}$$

Se calculan los K_a

$$K_{a \text{ mín}} = 1.4 / f^*_c$$

$$0.0549 = \frac{1.4}{25.5}$$

$$K_a = 1 - (1 - 2Mn_{\text{red}})^{\frac{1}{2}}$$

$$0.17697 = 1 - (1 - 2(0.16131))^{\frac{1}{2}}$$

$$K_{a \text{ máx}} = K_{C_{\text{máx}}} \cdot 0.85$$

$$0.31875 = (0.375)(0.85)$$

Si $K_a > K_{a \text{ máx}}$, se utiliza armadura de compresión. Pero en este caso se usa armadura de tracción. Sección de acero necesaria:

$$A_s = \frac{(f^*_c)(bw)(K_a \text{ utilizado})(d)}{f_y}$$

$$29.44 \text{ cm}^2 = \frac{(25.5)(60)(0.17697)(45.67)}{420}$$

El armado consiste de 9 barras diámetro 25 mm:

$$A_s = 9(4.9\text{cm}^2) = 44.17\text{cm}^2 > 29.44\text{cm}^2 \quad \text{VERIFICA}$$

Verificación a corte viga V-117:

Las piezas sometidas a un esfuerzo de corte deben verificar la condición resistente dada por:

$$V_u \leq \phi \cdot V_n$$

$$\frac{V_u}{\phi} \leq V_n$$

Dónde:

$$V_n = V_c + V_s$$

$$\phi = 0,75$$

La resistencia a corte V_c con los cálculos simplificados se obtiene como:

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d$$

Para obtener la contribución de las armaduras de los estribos

$$V_s = \frac{A_v \cdot d \cdot f_{yt}}{s} \leq \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d$$

Se debe verificar la armadura mínima de corte

$$\frac{A_v}{s} \geq \max \left\{ \frac{1}{16} \cdot \sqrt{f'c} \cdot \frac{bw}{f_{yt}}; 0,33 \cdot \frac{bw}{f_{yt}} \right\}$$

Se debe verificar la separación máxima entre estribos

$$\text{Si } V_s \leq \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d \quad s \leq \begin{cases} \frac{d}{2} \\ 400 \text{ mm} \end{cases}$$

$$\text{Si } V_s > \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d \quad s \leq \begin{cases} \frac{d}{4} \\ 200 \text{ mm} \end{cases}$$

A partir de las ecuaciones dadas se obtiene:

$$V_n \geq \frac{V_u}{\phi} = \frac{303,4\text{KN}}{0,75} = 404,5\text{KN}$$

Se obtiene el valor de V_c utilizando la ecuación simplificada

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{30\text{MPa}} \cdot 60\text{cm} \cdot 45,67\text{cm} \cdot 0,1$$

$$V_c = 250,14KN$$

Se verifica si es necesario colocar armadura de corte

$$V_u \leq \phi \cdot \frac{V_c}{2} = 93,8KN \rightarrow \text{Se necesita armadura de corte}$$

Se verifica con estribos de 8 mm cada 10 cm de dos ramas

$$\frac{A_v}{s_{\text{adoptado}}} = 0,201 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

La contribución de las armaduras de los estribos será

$$V_s = \frac{A_v \cdot d \cdot f_{yt}}{s} = 385,66KN < \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d = 500,29KN$$

Se verifican las distancias máximas entre estribos

$$s = 100 \text{ mm} \leq \begin{cases} 228 \text{ mm} \\ 400 \text{ mm} \end{cases} \rightarrow \text{Verifica}$$

La resistencia al corte de la sección será

$$V_n = V_c + V_s = 250,14KN + 385,66KN$$

$$V_n = 635,80KN$$

Este valor es mayor que $V_n = 404,53KN$. Por lo tanto verifica el dimensionado de la estructura para soportar el esfuerzo de corte solicitado.

4.4. Centro de Rigidez y centro de Masa

Como se supuso en el capítulo anterior, al observar el centro de masa y centro de rigidez de la estructura se puede observar una amplia diferencia de la ubicación de estos valores, especialmente en planta baja, donde se encuentran los muros de hormigón armado. Prácticamente el centro de rigidez se encuentra sobre dichos muros y el centro de masa en el centro de la estructura.

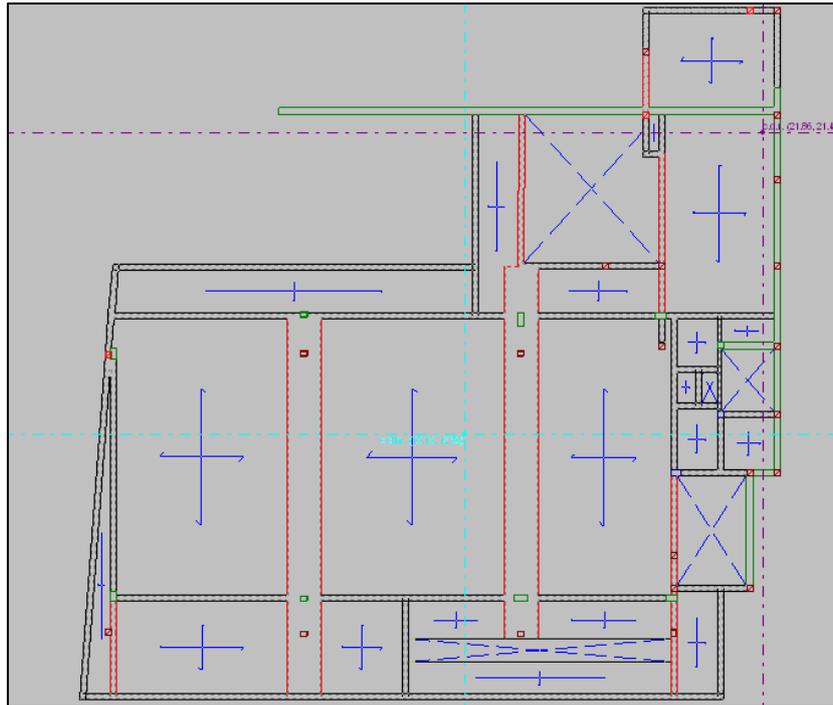


Figura 4-19 Posición centro de masa y rigidez sobre planta baja

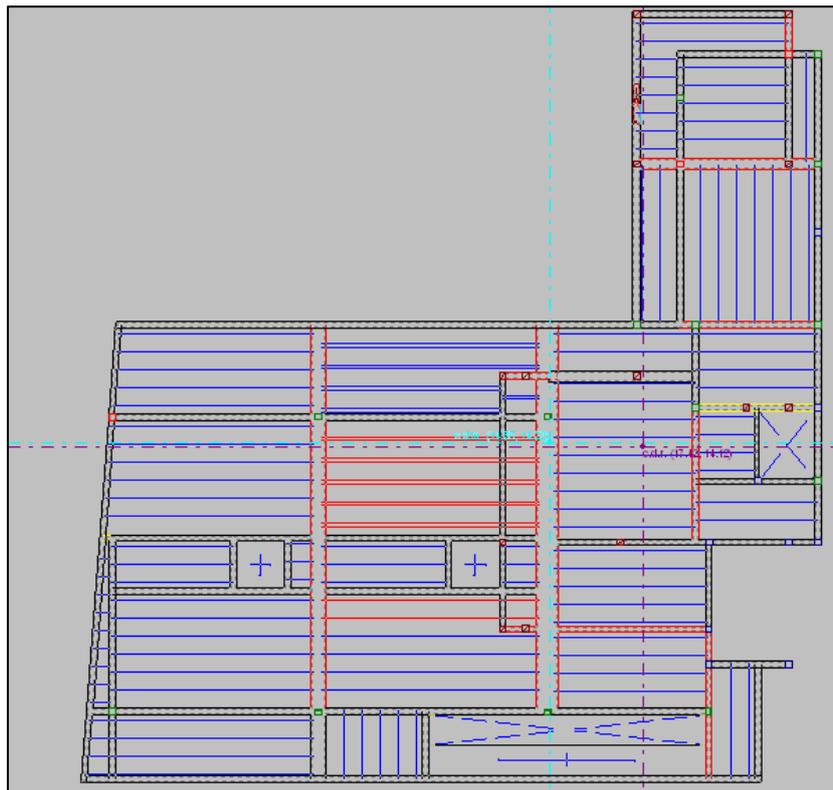


Figura 4-20 Posición centro de masa y rigidez sobre primer nivel

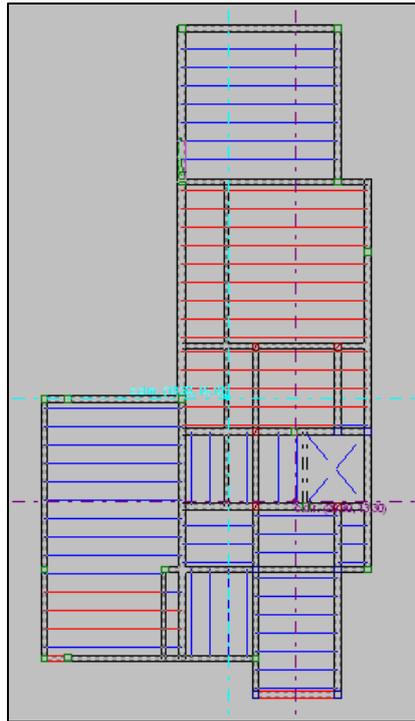


Figura 4-21 Posición centro de masa y rigidez sobre segundo nivel

Como se estimó, se observa que el centro de masa y centro de rigidez se encuentra muy desplazado en planta baja, sin embargo, la misma presenta muy bajas deformaciones bajo cargas horizontales en ese nivel, lo cual queda evidenciado en los momentos flectores en columnas. Esto es debido a la gran rigidez de los muros de hormigón armado que absorben la totalidad del esfuerzo horizontal.

Las columnas ubicadas en el segundo nivel se encuentran más solicitadas a esfuerzos horizontales que las de planta baja, si bien las mismas poseen menor carga normal, la estructura en el piso superior posee una menor rigidez por lo que aumentan las deformaciones, las cuales se ven reflejadas en el corte y momento flector en X e Y que deben absorber las columnas.

Por tal motivo se deberá reforzar las columnas de hormigón que se encuentren exigidas por encima de su capacidad portante.

En forma esquemática se pueden observar los desplazamientos del primer modo de vibración debido al sismo, que es el modo predominante en los esfuerzos sísmicos:

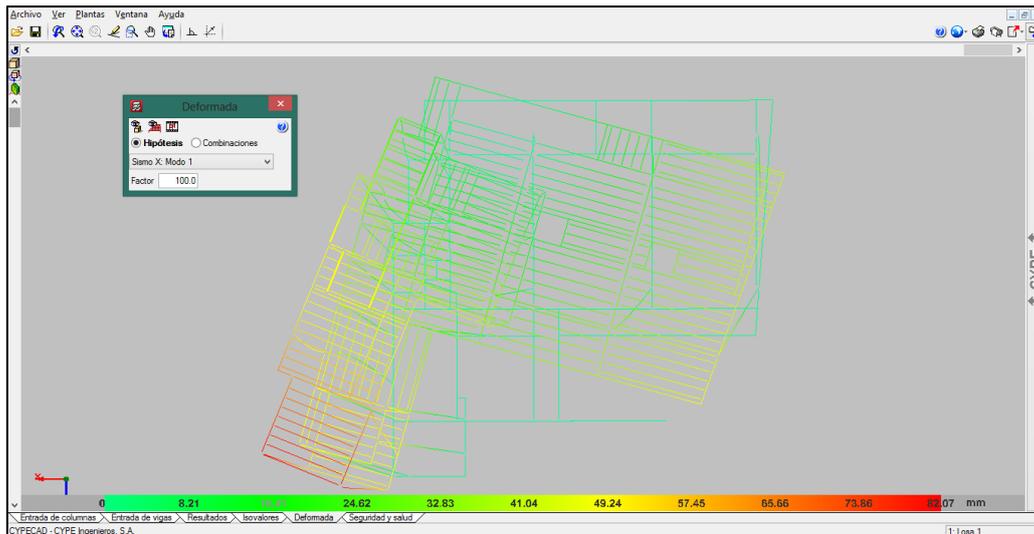


Figura 4-22 Deformaciones producidas al primer modo de vibración Sismo X

4.5. Flechas excesivas en vigas

Las deflexiones excesivas en vigas pueden producir agrietamientos en los muros, descuadres en las puertas y ventanas dado que en gran parte de la estructura se utilizan las vigas como dintel, problemas en los drenajes de cubierta, desalineación de maquinaria y equipos sensibles o deformación visualmente desagradable. Es importante mantener el control de las deflexiones de una forma u otra, de manera que los elementos diseñados principalmente para cumplir con criterios de resistencia ante sobrecargas preestablecidas, se comporten también de modo satisfactorio durante el servicio normal.

Anteriormente, el control de las deflexiones se lograba en forma indirecta limitando los esfuerzos para cargas de servicio en el concreto y en el acero a valores conservadoramente bajos. Los elementos que resultaban por lo general eran más grandes y, en consecuencia, más rígidos que los diseñados por los métodos actuales con base en la resistencia. Además, en la actualidad, se utilizan comúnmente materiales de mayor resistencia y esto también lleva a elementos con secciones transversales menores por lo que disminuye su rigidez. Como consecuencia de estos cambios en las condiciones de la práctica, el control de las deflexiones resulta cada vez más importante.

El reglamento CIRSOC 201-2005 establece:

Los elementos de hormigón armado solicitados a flexión, se deben diseñar con una rigidez adecuada que permita limitar las flechas o cualquier deformación que pudiera afectar en forma negativa, tanto a la resistencia como al comportamiento en servicio de la estructura.

Las alturas o espesores mínimos establecidos en la siguiente tabla se deben aplicar únicamente a los elementos armados en una dirección, que no soporten o que no estén vinculados a tabiques divisorios u otro tipo de elementos no estructurales, susceptibles de sufrir daños por grandes flechas, a menos que el cálculo de las mismas indique que se puede utilizar un espesor menor sin provocar efectos inadmisibles.

Tabla 9.5.a) Altura o espesor mínimo de vigas no pretensadas o losas armadas en una dirección, para el caso en que no se realice un cálculo de las flechas

ELEMENTOS	ALTURA O ESPESOR MÍNIMO, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
	Elementos que no soporten o estén vinculados a tabiques divisorios u otro tipo de elementos susceptibles de sufrir daños por grandes flechas			
Losas macizas armadas en una dirección	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
Vigas o losas nervuradas en una dirección	$l/16$	$l/18,5$	$l/21$	$l/8$

La luz l se expresa en mm.
 Los valores dados en esta tabla son para elementos de hormigón de peso normal ($w_c = 2500 \text{ kg/m}^3$) y armadura con $f_y = 420 \text{ MPa}$.
 Para otras condiciones, los valores se deben modificar como se indica a continuación:
 a) Para hormigón liviano estructural con w_c comprendido entre 1500 y 2000 kg/m^3 , los valores de la Tabla 9.5.a) se deben multiplicar por $(1,65 - 0,0003 w_c)$, valor que debe ser igual o mayor que $1,09$.
 b) Para $f_y \neq 420 \text{ MPa}$, los valores de esta Tabla se deben multiplicar por la expresión $(0,4 + f_y / 700)$.

El reglamento establece que en caso de realizar un análisis de flecha, la misma debe ser menor o igual que los siguientes límites:

Tabla 9.5.b) Flechas máximas admisibles

Tipo de elemento	Deformaciones (Flechas) a considerar	Deformación (flecha) límite
☐ Cubiertas planas que <i>no soportan ni están unidas</i> a elementos no estructurales que puedan sufrir daños por grandes flechas	<i>Flecha instantánea debida a la sobrecarga L</i>	$\frac{\ell}{180}$ (*)
☐ Entrepisos que <i>no soportan ni están unidos</i> a elementos no estructurales que puedan sufrir daños por grandes flechas	<i>Flecha instantánea debida a la sobrecarga L</i>	$\frac{\ell}{360}$
☐ Cubiertas o entrepisos que <i>soportan o están unidos</i> a elementos no estructurales que pueden sufrir daños por grandes flechas	<i>Parte de la flecha total que ocurre después de la construcción de los elementos no estructurales, o sea, la suma de las flechas a largo plazo debidas a las cargas de larga duración y las flechas instantáneas que ocasiona cualquier sobrecarga adicional (***)</i>	$\frac{\ell}{480}$ (**)
☐ Cubiertas o entrepisos que <i>soportan o están unidos</i> a elementos no estructurales que <i>no pueden</i> sufrir daños por grandes deformaciones (flechas)	<i>Parte de la flecha total que ocurre después de la construcción de los elementos no estructurales, o sea, la suma de las flechas a largo plazo debidas a las cargas de larga duración y las flechas instantáneas que ocasiona cualquier sobrecarga adicional (***)</i>	$\frac{\ell}{240}$ (****)

(*) Este límite no tiene por objeto constituirse en un resguardo contra la acumulación de agua. Esto último se debe verificar mediante cálculos adecuados de las flechas, incluyendo las debidas al peso del agua estancada y considerando los efectos a largo plazo de todas las cargas de larga duración, la contraflecha, las tolerancias de construcción y la confiabilidad de las medidas adoptadas para el drenaje.

(**) Este límite se puede exceder siempre que se adopten las medidas adecuadas para prevenir daños en los elementos apoyados o unidos.

(***) Las flechas a largo plazo se deben determinar de acuerdo con el artículo 9.5.2.6. ó 9.5.4.3, pero se pueden reducir en la cantidad calculada de flecha que ocurre antes de vincular los elementos no estructurales. Esta cantidad será determinada en base a datos válidos relacionados con las características de la flecha en función del tiempo, para elementos similares a los que se estén considerando.

(****) Este límite no puede ser mayor que la tolerancia establecida para los elementos no estructurales. Este límite se puede superar si se proporciona una contraflecha tal, que la flecha total menos la contraflecha no supere dicho límite.

En la estructura a analizar se pueden observar vigas de grandes luces, el programa realiza el cálculo de las flechas instantáneas y diferidas en el tiempo de acuerdo a la normativa utilizada, las más destacadas a analizar son:

Vigas sobre planta baja:

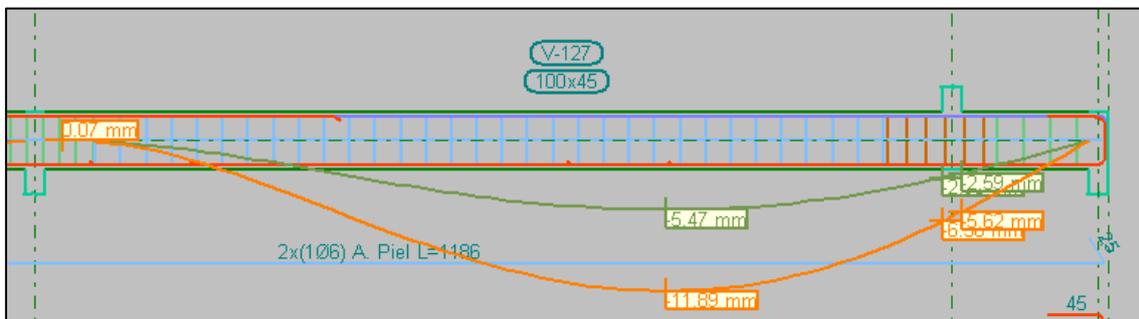


Figura 4-23 V-13 (V-127 en Cype)

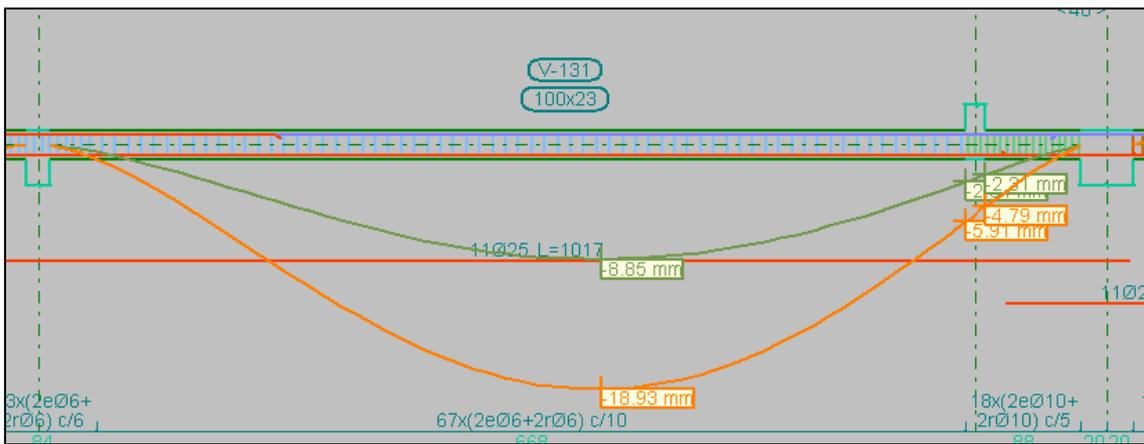


Figura 4-24 V-14 (V-131 en Cype)

Vigas sobre primer nivel

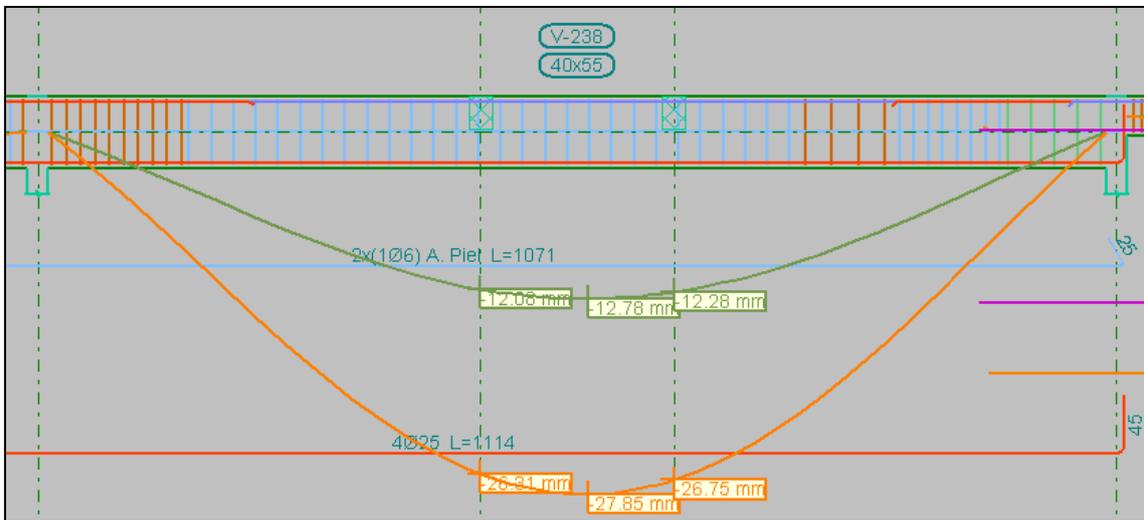


Figura 4-25 V-115 (V-238 en Cype)

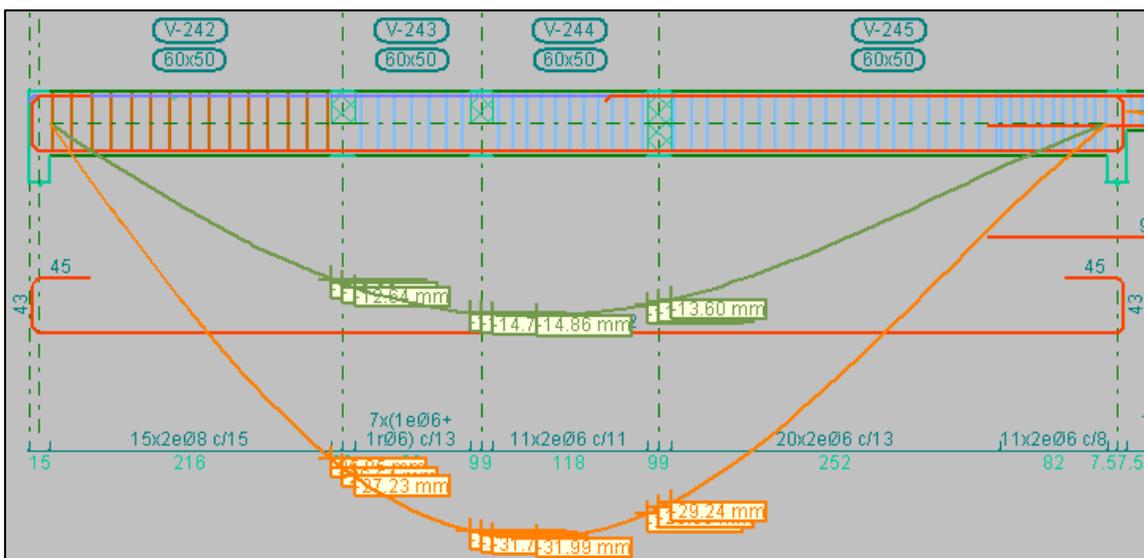


Figura 4-26 V-117 (V-242; V-243; V-244; V-245 en Cype)

En resumen:

N° Viga	N° Viga Cype	Flecha instantánea (mm)	Flecha a plazo infinito (mm)
V-13	V-127	5,47	11,89
V-14	V-131	8,85	18,93
V-115	V-238	12,78	27,85
V-117	V-242 a V-245	14,95	31,99

Las vigas a analizar estéticamente no quedan a la vista dado que el cielorraso suspendido se encuentra a una cota inferior por lo tanto, se aplica la tabla 9.5.a)

Tabla 9.5.b) Flechas máximas admisibles

Tipo de elemento	Deformaciones (Flechas) a considerar	Deformación (flecha) límite
☐ Cubiertas planas que <i>no soportan ni están unidas</i> a elementos no estructurales que puedan sufrir daños por grandes flechas	Flecha instantánea debida a la sobrecarga L	$\frac{\ell}{180}$ (*)
☐ Entrepisos que <i>no soportan ni están unidos</i> a elementos no estructurales que puedan sufrir daños por grandes flechas	Flecha instantánea debida a la sobrecarga L	$\frac{\ell}{360}$
☐ Cubiertas o entrepisos que <i>soportan o están unidos</i> a elementos no estructurales que puedan sufrir daños por grandes flechas	Parte de la flecha total que ocurre después de la construcción de los elementos no estructurales, o sea, la suma de las flechas	$\frac{\ell}{480}$ (**)
☐ Cubiertas o entrepisos que <i>soportan o están unidos</i> a elementos no estructurales que <i>no pueden</i> sufrir daños por grandes deformaciones (flechas)	a largo plazo debidas a las cargas de larga duración y las flechas instantáneas que ocasiona cualquier sobrecarga adicional (**)	$\frac{\ell}{240}$ (***)

(*) Este límite no tiene por objeto constituirse en un resguardo contra la acumulación de agua. Esto último se debe verificar mediante cálculos adecuados de las flechas, incluyendo las debidas al peso del agua estancada y considerando los efectos a largo plazo de todas las cargas de larga duración, la contraflecha, las tolerancias de construcción y la confiabilidad de las medidas adoptadas para el drenaje.

(**) Este límite se puede exceder siempre que se adopten las medidas adecuadas para prevenir daños en los elementos apoyados o unidos.

(***) Las flechas a largo plazo se deben determinar de acuerdo con el artículo 9.5.2.5. ó 9.5.4.3, pero se pueden reducir en la cantidad calculada de flecha que ocurre antes de vincular los elementos no estructurales. Esta cantidad será determinada en base a datos válidos relacionados con las características de la flecha en función del tiempo, para elementos similares a los que se estén considerando.

(****) Este límite no puede ser mayor que la tolerancia establecida para los elementos no estructurales. Este límite se puede superar si se proporciona una contraflecha tal, que la flecha total menos la contraflecha no supere dicho límite.

Dado que Cype realiza el cálculo de flechas de manera automática se analiza la flecha instantánea obtenida por el programa y se la compara utilizando la tabla 9.5.b)

Vigas	Flecha instantánea (mm)	Flecha diferida (mm)	Sección (cm x cm)	Luz (m)	Flecha admisible (mm)
V-13	5,47	11,89	100x45	8,445	35,19
V-14	8,85	18,93	100x45	8,210	34,21
V-115	12,78	27,85	40x55	8,250	34,38
V-117	14,95	31,99	60x55	8,250	34,38

Se puede observar que las vigas analizadas presentan flechas máximas admisibles con la normativa utilizada.

Capítulo 5 - Modificación estructural

Dado que existen elementos estructurales que no cumplen con la normativa utilizada se optó por realizar las modificaciones pertinentes a fin de asegurar la estabilidad estructural:

5.1.1 Refuerzo en Columnas de hormigón:

La opción de reforzar las piezas afectadas es conveniente cuando el objetivo de la reparación sea mejorar las prestaciones originales de la columna y su capacidad portante, absorber excesos de carga o de esfuerzos que podrían comprometer el correcto comportamiento de la estructura o prevenir colapsos. Básicamente, los sistemas de refuerzo se diferencian de los de sustitución por no necesitar una puesta en carga tan cuidadosa ni tener que dimensionar los métodos de apeo para toda la carga.

El refuerzo debe llevarse a cabo cuando la columna no tiene la sección necesaria para cumplir su misión, ya sea debido a la deficiencia en el material o en la ejecución, a la corrosión de las armaduras o al cambio de uso de la estructura, que somete al pilar a cargas superiores a las inicialmente proyectadas. Las técnicas existentes se agrupan, fundamentalmente, en dos posibilidades: el uso de hormigón armado o el refuerzo mediante perfiles metálicos.

Existen dos sistemas fundamentales de refuerzo de un pilar con hormigón armado: el refuerzo mediante el recrecido del pilar original con hormigón armado y el refuerzo mediante la técnica del zunchado.

Refuerzo mediante un recrecido de sección: Es trata de una de los métodos más antiguos, económicos y eficaces que existen. Sin embargo, presenta varios inconvenientes:

- El elemento reparado no puede ponerse en carga hasta pasado por lo menos 28 días
- El recrecido provoca un aumento sensible de las dimensiones del pilar y un consecuente cambio de rigidez que puede afectar a parte de la estructura, por lo que se debe estudiar minuciosamente el nuevo estado tensional de la estructura y la sustentación de las vigas, que descargan ahora en un elemento más ancho.
- El cambio de sección del pilar puede crear un problema estético y de espacio.

El refuerzo se puede realizar con hormigón colado o proyectado, siendo los espesores mínimos los que se contemplan en la siguiente tabla.

Hormigón proyectado:

- Espesor mínimo del recredido.....25 mm

Hormigón colado

- Espesor mínimo del recredido..... 70 mm

Tanto si el hormigón es proyectado como colado, el efecto zuncho provocado por la propia retracción de este mejora la adherencia entre los dos materiales, lo cual es la principal ventaja de este método. Ya que al entrar en carga el conjunto refuerzo-núcleo las cargas se transmiten no solo puntualmente en los extremos del pilar, sino también por fricción entre los dos hormigones. De esta forma se evitan esfuerzos cortantes sobre las losas o viga, como si ocurre en el caso de refuerzos proyectados por perfiles laminados.

A fin de mejorar la adherencia y el trabajo conjunto de ambos hormigones, se debe eliminar la capa de lechada superficial del pilar original y aplicar una película de resina epoxi adecuada para la unión entre hormigones.

Es común en este tipo de refuerzos calcular la columna sin considerar el acero en la columna original ya que no se conoce el estado de las barras de acero del interior, debido a que puede encontrarse en estado de agotamiento.

Para este tipo de refuerzo, las barras de armado deben anclarse tanto en el hormigón del nivel inferior y superior de los pisos.



Figura 5-1 Refuerzo de columna con recredido

Refuerzo mediante perfiles de acero: Se practica en pilares a compresión, flexión o cortante y en general en elementos cuya capacidad resistente no sea la adecuada.

Una serie de fracasos en este tipo de refuerzos, utilizados ampliamente desde hace décadas, ha provocado una cierta desacreditación del sistema. Sin embargo la mayoría de ellos han sido debidos a un mal diseño y ejecución.

El método se basa en disponer un angular metálico en cada una de las esquinas del pilar y una serie de presillas de acero que soldadas a los angulares, lo unen entre si impidiendo su pandeo (columnas grupo 5 CIRSOC 301-2005)

Las presillas que se calientan a temperaturas entre 200 y 400 °C y se sueldan en caliente, entran a trabajar a tracción y al enfriarse aprietan el refuerzo fuertemente contra el hormigón.

En la cabeza del pilar se sitúa una ménsula de apoyo formada por cuatro angulares rigidizados cuyo objetivo es recoger y repartir las cargas procedentes de los elementos que descansan sobre él. El contacto entre los angulares y el hormigón puede mejorarse y rellenando el espacio que queda con un cemento de retracción compensada.

Es igualmente eficaz reforzar la cabeza de pilar atravesándola con un perfil de acero en doble T que descansa sobre el primer conjunto de presillas en ángulo.

En casos de extrema gravedad, pueden emplearse perfiles de gran inercia y rigidez que se colocan tomando una nueva columna en contacto con las esquinas del pilar o a una cierta separación de este.

Otra alternativa es envolver o encamisar el pilar entero con chapas de acero de 4 a 6 mm, soldadas entre sí, rellenando el espacio libre entre chapas y hormigón con un mortero sin retracción o incluso ligeramente expansivo.

En estos dos últimos casos, el peso adicional del material de refuerzo y el cambio de rigidez del pilar reforzado deben ser tenidos en cuenta en el rediseño del resto de la estructura ya que pueden afectar a la capacidad resistente de otros elementos y al reparto de los momentos que concurren en el nudo.

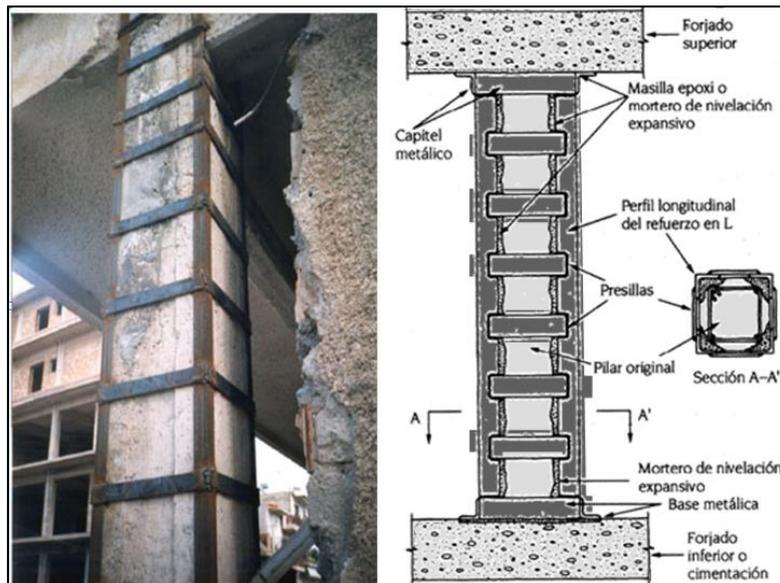


Figura 5-2 Refuerzo con perfiles de acero

Para reforzar las columnas que se encuentran sobrepasadas de su resistencia se optó por generar columnas de hormigón armado de mayor sección sobre las columnas existentes. Se optó por esta tipología de refuerzos teniendo en cuenta la practicidad de este método y la fácil operación en obra, sumado a que permite tener un comportamiento más homogéneo de la columna-refuerzo. Para tal efecto se realiza un pre-dimensionado utilizando una sección mayor sobre las columnas que no verifican en el modelo original. Dado que al modificar la sección cambia la rigidez de la estructura existe una redistribución de esfuerzos por lo que se deberá recalcular la obra, se supone que las nuevas columnas deberían tomar mayor corte y momento flector debido al aumento de rigidez. Considerando que la columna C03 se encuentra exigida a un 118,6% en una combinación con esfuerzos horizontales (viento en $x+$) no se realizó ninguna modificación, solo se modificaron las columnas C31 y C40 y se recalculó para obtener los nuevos esfuerzos.

Para el análisis de las columnas a modificar, se tomó como hipótesis que el acero longitudinal y transversal existente no son tenidas en cuenta en el cálculo pero si la totalidad de la sección de hormigón. Esto es debido a que no se las puede considerar como columnas cortas por lo que existen momentos flectores y efectos de segundo orden que dependen directamente de la flexión del elemento y la distancia de las barras longitudinales para el brazo de palanca El hormigón existente no presenta fisuras ni se encuentra deteriorado por lo que se lo considera en el cálculo.

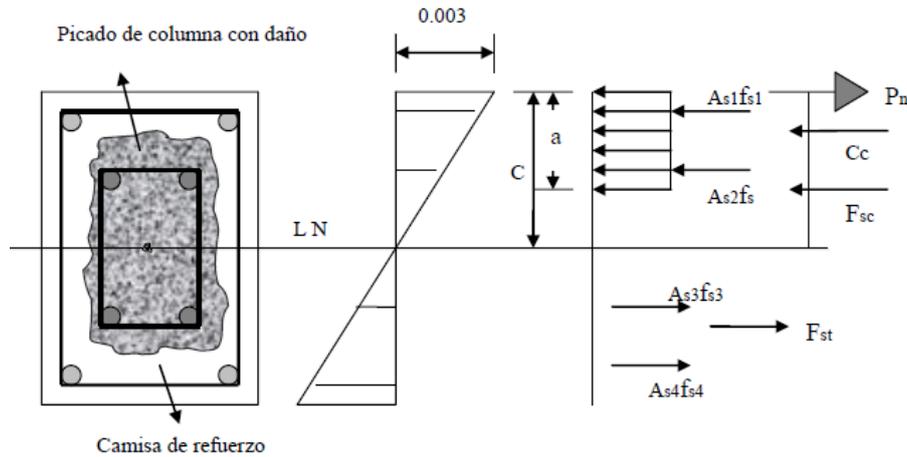


Figura 5-3 Diagrama esfuerzos en columna con aumento de sección

Como las columnas no se encuentran actualmente en riesgo de falla ni deteriorado el hormigón, se utilizó un incremento de sección con un espesor mínimo 25 mm por lado para poder colocar correctamente los anclajes y armar la nueva estructura para evitar nidos de abejas y el correcto llenado de la columna por lo que se deberá colocar hormigón proyectado o “gunitado”.

La propiedad más llamativa del hormigón proyectado es su adherencia al hormigón existente, con la condición de que éste sea sólido, limpio y exento de partes sueltas. La mezcla choca sobre el soporte a una velocidad elevada, taponando las irregularidades, las fisuras y los poros con la ayuda de las partículas más finas, es decir, el cemento y los fillers. A la vez, sobre el soporte se forma una fina capa de pasta de cemento, en la cual se incrustan los granos de árido grueso, efectuándose un puente o lechada de adherencia, lo que garantiza después del endurecimiento una fijación sólida al soporte. Su resistencia al desprendimiento vendrá dada por esta cualidad, variando según la naturaleza de la superficie de aplicación



Figura 5-4 Ejemplo aplicación hormigón gunitado

Para dichas modificaciones se deberá utilizar árido con tamaño máximo de 8 mm y el hormigón gunitado. Dado que se le debe incorporar aire para su aplicación, disminuirá la resistencia característica del hormigón, por lo que se deberá utilizar una dosificación dada por el fabricante (ver anexo Sika).

Una vez realizada las modificaciones de sección en el software, se volvió a calcular la obra para obtener los nuevos esfuerzos, teniendo en cuenta que existe un cambio de rigidez del conjunto. Los datos obtenidos fueron:

Columna	Posición	Esfuerzos pésimos					Referencia		Comb.	Eq.	Com.	Comprobaciones							
		N (t)	Mox (t.m)	Myy (t.m)	Qx (t)	Qy (t)	Mox (t.m)	Myy (t.m)				Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	
C31	Cabeza	26.38	0.69	-1.77	0.88	0.14	0.17	-1.44	0.9 PP...		<input checked="" type="checkbox"/>	✓	✓	9.3	58.1	N.P.	✓	75.9	
	Cabeza	39.65	1.09	-2.18	0.93	0.17	0.21	-1.57	1.2 PP...		<input checked="" type="checkbox"/>	✓	✓	8.8	75.9	N.P.	✓		
	Cabeza	28.37	1.46	-0.74	0.07	0.92	1.33	-0.22	0.9 PP...		<input checked="" type="checkbox"/>	✓	✓	10.0	45.7	N.P.	✓		
	Cabeza	43.04	-1.50	-1.29	0.22	-0.85	-1.30	-0.53	1.2 PP...		<input checked="" type="checkbox"/>	✓	✓	8.3	63.4	N.P.	✓		

Esfuerzo C31

Resumen de las comprobaciones																			
Columna	Posición	Esfuerzos pésimos					Referencia		Comb.	Eq.	Com.	Comprobaciones							
		N (t)	Mox (t.m)	Myy (t.m)	Qx (t)	Qy (t)	Mox (t.m)	Myy (t.m)				Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	
C40	Pie	17.53	-0.51	-3.44	-1.95	0.37	-0.45	-3.08	1.2 PP...		<input checked="" type="checkbox"/>	✓	✓	68.9	83.9	N.P.	✓	83.9	
	Pie	16.76	-0.44	-2.54	-1.44	0.33	-0.40	-2.29	1.2 PP...		<input checked="" type="checkbox"/>	✓	✓	44.1	63.9	N.P.	✓		
	Pie	16.64	-0.53	-2.48	-1.41	0.38	-0.48	-2.23	1.2 PP...		<input checked="" type="checkbox"/>	✓	✓	43.0	64.2	N.P.	✓		

Esfuerzo C40

Se puede observar que, tal como se predijo, las columnas al modificar su sección modificaron su rigidez por lo tanto tienen una mayor capacidad para absorber mayor esfuerzo horizontal. Queda evidenciado que existe una redistribución de esfuerzos al modificar las rigideces de los elementos resistentes.

Columna	Esfuerzos pésimos					Esfuerzos esbeltez		Combinación pésima
	N	M _{xx}	M _{yy}	Q _x	Q _y	M _{xx}	M _{yy}	
	t	tm	tm	t	t	tm	tm	
C31 18x18	47,92	-0,03	-0,01	0,08	0,03	-4,22	-4,22	1,2(PP+CM)+1,6Qa+0,5N
C31 23x30	39,65	1,09	-2,18	0,93	0,17	0,21	-1,57	1,2(PP+CM)+0,5Qa+1,6(+Vx)+0,5N

Comparación esfuerzos pésimos C31

Columna	Esfuerzos pésimos					Esfuerzos esbeltez		Combinación pésima
	N	M _{xx}	M _{yy}	Q _x	Q _y	M _{xx}	M _{yy}	
	t	tm	tm	t	t	tm	tm	
C40 18x18	15,81	-0,14	-1,40	0,12	-0,14	-0,43	-1,88	1,2(PP+CM)+0,5Qa+1,6(-Vx)+0,5N
C40 23x23	17,53	-0,51	-3,44	-1,95	0,37	-0,45	-3,08	1,2(PP+CM)+0,5Qa+1,6(-Vx)+0,5N

Comparación esfuerzos pésimos C40

A su vez se observa que sin modificar de sección la columna C03 en el nuevo sistema estructural no se encuentra sobre-exigida, por lo que existe una redistribución de esfuerzos.

Resumen de las comprobaciones																		
Columna	Posición	Esfuerzos pésimos					Referencia		Comb.	Eq.	Com.	Comprobaciones						
		N (t)	M _{xx} (t-m)	M _{yy} (t-m)	Q _x (t)	Q _y (t)	M _{xx} (t-m)	M _{yy} (t-m)				Disp.	Am.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)
C3	Cabeza	13.05	0.46	0.83	-0.52	0.38	0.36	0.65	1.2 PP...			✓	✓	13.0	63.1	N.P.	✓	84.6
	Pie	14.09	-0.81	-0.92	-0.53	0.37	-0.63	-0.71	1.2 PP...			✓	✓	12.8	84.6	N.P.	✓	
	Pie	9.05	-0.82	-0.36	-0.24	0.45	-0.70	-0.31	0.9 PP...			✓	✓	20.9	58.4	N.P.	✓	
	Pie	13.39	-0.96	-0.48	-0.30	0.47	-0.75	-0.38	1.2 PP...			✓	✓	9.8	71.0	N.P.	✓	

Esfuerzo C03

Columna	Esfuerzos pésimos					Esfuerzos esbeltez		Combinación pésima
	N	M _{xx}	M _{yy}	Q _x	Q _y	M _{xx}	M _{yy}	
	t	tm	tm	t	t	tm	tm	
C03 18x18	14,08	-0,92	-0,94	-0,65	0,54	-1,19	-1,22	1,2(PP+CM)+0,5Qa+1,6(-Vx)+0,5N
C03 18x18	14,09	-0,81	-0,92	-0,53	0,37	-0,63	-0,71	1,2(PP+CM)+0,5Qa+1,6(-Vx)+0,5N

Comparación esfuerzos pésimos C03

Como puede observarse es de suma importancia volver a realizar el cálculo de todo el modelo cada vez que se modifiquen las rigideces de los elementos, ya que la estructura trabaja en conjunto y no como un conjunto de distintos sistemas estructurales aislados, por lo que al modificar un elemento del conjunto se redistribuyen los esfuerzos en toda la estructura.

Con esta modificación de secciones se está asegurando la estabilidad de la estructura para todas las hipótesis dadas por la normativa utilizada.

5.1.2. Disminuir flechas en vigas:

Otro punto a destacar en el cálculo original son las flechas a vigas. Al momento de relevar la obra, la estructura se encontraba apuntalada sobre las vigas a analizar por lo

que se tomaron medidas en antes y después de eliminar los puntales; como referencia se utilizó el nivel de piso terminado de cada nivel a verificar, se procedió a medir el punto más desfavorable con los puntales colocados, retirarlos y medir la flecha instantánea. Los resultados se indican en la siguiente tabla:

Viga	Luz	Medición con puntales	Medición instantánea	Desnivel real	Desnivel Calculo
N°	(m)	(m)	(m)	(mm)	(mm)
V13	8,445	2,510	2,503	7,00	5,47
V14	8,210	2,520	2,514	6,00	8,85
V115	8,250	2,523	2,516	7,00	12,78
V117	8,250	2,505	2,500	5,00	14,95



Figura 5-5 Estructura apuntalada



Figura 5-6 Desapuntalando vigas

Utilizando los datos obtenidos en el modelo estructural de Cype se observó que la flecha instantánea en las vigas analizadas, V13, V14, V115 y V117 es mayor a la obtenida realmente en obra, la viga estructuralmente no se encuentra en riesgo de falla, se realizó una inspección ocular y no presenta fisuras visibles, las mismas por la altura que poseen quedan dentro del cielorraso suspendido por lo que visualmente no afecta a la estética de la arquitectura de la vivienda por lo que se decidió no realizar ningún refuerzo ni análisis adicional.

5.2 Procedimiento de colocación de los elementos constructivos necesarios

El inconveniente se presenta al materializar las modificaciones descriptas en el capítulo anterior ya que se encuentra finalizada la etapa estructural. Para poder llevar a cabo los refuerzos necesarios y asegurar la integridad de la estructura se deberá utilizar un plan de acción a fin de poder realizar de forma correcta las modificaciones propuestas:

5.2.1 Refuerzo en columnas

Para poder realizar las modificaciones de secciones en columnas y que la estructura se comporte de forma correcta se deberá aplicar el siguiente plan de acción:

- 1- Se deberá apuntalar la zona a trabajar.
- 2- Limpiar las columnas, eliminar impurezas y material suelto. La superficie del hormigón existente debe ser preparada para asegurar una perfecta adherencia entre este y el hormigón de reparación. Para ello se picará el hormigón y limpiará mediante arena proyectada o chorro de agua a alta presión.
- 3- Colocar armaduras longitudinales en losa utilizando insertos químicos tipo AnchorFix 2 de Sika en pie y cabeza de acuerdo al cálculo estructural.
- 4- Colocar barras longitudinales y estribos acorde al cálculo la armadura del recrecido. Llenar utilizando hormigón proyectado. Previamente colocar producto Sikadur 32 Fix para adherir hormigón existente con el nuevo. Es un punto importante la interface de unión entre el hormigón nuevo de refuerzo y el existente, es uno de los puntos claves en todo refuerzo. Se debe asegurar una transmisión perfecta y continua de todos los esfuerzos entre hormigones. Para una correcta ejecución y elección del material se debe asegurar la baja relación agua cemento.

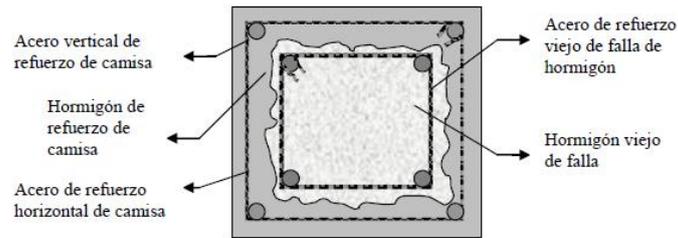


Figura 5-7 Refuerzo de una columna de H°A° aumentando su sección

5.2.2. Procedimiento para reparar errores en ejecución de obra

Con las modificaciones mencionadas anteriormente se asegura la estabilidad de la estructura para las combinaciones de cargas establecidas por el reglamento Cirsoc 201-2005, incluidas las cargas horizontales, pero en el relevamiento realizado en el campo se observaron errores de ejecución por lo que también deben ser corregidos. Se debe contar con mano de obra calificada para poder representar de la forma más real el modelo calculado y se comporte adecuadamente.

Para la corrección de los problemas planteados anteriormente se proponen las siguientes soluciones:

Oquedades en columnas

Solución:

- 1- Lo primero que se debe realizar es eliminar todo material suelto, agrietado, o que suene hueco al ser golpeado.
- 2- Una vez eliminado, el siguiente paso consiste en limpiar las barras de acero con cepillo de alambre eliminando todas las impurezas y otros desperfectos que se pueden crear en el acero de refuerzo.
- 3- Una vez limpias las barras de acero, el siguiente paso consiste en aplicar una lechada de cemento para evitar que el acero vuelva a tomar algún agente externo.
- 4- Por último restaurar la forma original con mortero epóxico o colocar una malla, que se fije al refuerzo, sobre la cual se vierte mortero de cemento, con algún aditivo como puente de unión entre el hormigón existente y nuevo tipo Sikadur 32.

Recubrimiento en armaduras expuestas

El poseer armaduras expuestas a la intemperie produce la corrosión de las mismas y su deterioro a largo plazo. En obra se puede apreciar en diferentes sectores falta de recubrimiento de hierros producto de un deficiente vibrado en los sectores donde se colocaron viguetas pretensadas sobre la armadura inferior interfiriendo el paso del hormigón en el llenado.



Figura 5-7 Falta de recubrimiento armadura longitudinal

Para solucionar este problema se deberá:

- 1- Identificar todos los puntos a sanear.
- 2- Limpiar con cepillo de acero o chorro de arena, en caso de ser necesario, para eliminar todo resto de óxido en los hierros.
- 3- Aplicar Weber.tec dur o similar sobre la zona a colocar el recubrimiento. Weber.tec dur es un mortero reparador de hormigón, utilizado para reparación de hormigones degradados, de alta plasticidad, resistencia y adherencia.

Capítulo 6 - Ensayo de Probetas

A fin de asegurar que la estructura se comporte acorde al cálculo estructural se evaluó la calidad del hormigón del proveedor, tanto resistencia a compresión como la densidad y el asentamiento de la mezcla utilizada. Debido a que la etapa estructural se encontraba realizada, se toma como hipótesis para los alcances del presente trabajo final que la tensión característica del hormigón que se ensayó corresponde a la del resto de la estructura.

La determinación de la resistencia a compresión de probetas de hormigón sirve para conocer la calidad del hormigón fabricado. Esta resistencia puede ser garantizada si las probetas para el ensayo son confeccionadas, protegidas y curadas siguiendo métodos normalizados. Si en cambio, se permite que varíe las condiciones de muestreo, métodos de llenado, compactación, terminación y curado de las probetas, los resultados de resistencia que se obtengan en el ensayo respectivo carecerá de valor, ya que no podrá determinarse si eventuales resistencias bajas son debidas a la mala calidad del hormigón o a fallas cometidas durante las operaciones de preparación de las probetas, previas al ensayo.

6.1 Realización de probetas

Para tal fin se realizaron tres probetas. Los moldes utilizados para realizar las probetas de hormigón deben ser de material no atacable por el cemento, indeformable y de material estanco. Son de forma cilíndrica, para confeccionar una probeta que tenga una base de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, con las tolerancias que fija la norma IRAM 1534:2004.



Figura 6-1 Moldes normalizados cilíndricos

Se prepararon las probetas siguiendo las especificaciones de Norma IRAM 1541:1991 Hormigón de cemento Portland. Hormigón fresco. Muestreo.

Se tomaron muestras luego de haberse descargado los primeros 250 litros y antes de los últimos 250 litros de la misma.

El llenado de las probetas se realizaron en 3 capas cada una; colocando hormigón hasta cubrir la tercera parte de la altura de cada capa del molde. Una vez colocada cada capa se la compactó con 25 golpes utilizando una varilla distribuidos uniformemente sobre la superficie del fondo del molde. La primera capa se debe tener la precaución de realizar la compactación sin golpear el fondo del molde. La compactación de la segunda y tercer capa se realiza atravesando cada una de ellas y penetrando solamente la parte superior de la capa siguiente.

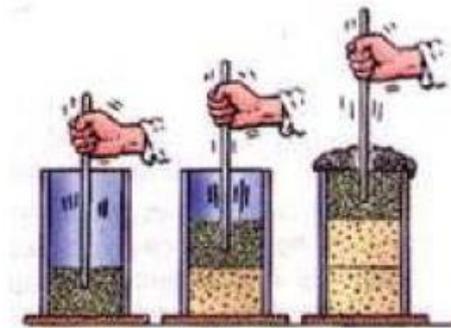


Figura 6-2 Realización probetas de hormigón

Finalmente se enrasó la probeta al nivel del borde superior del molde utilizando una cuchara de albañil, retirando el sobrante de hormigón y trabajándolo para obtener una superficie perfectamente plana y lisa.

Finalmente, se colocaron los moldes sobre una superficie horizontal rígida y libre de vibraciones

La finalidad de compactar el hormigón es de eliminar los huecos y oquedades que puedan quedar dentro de la masa disminuyendo la resistencia.



Figura 6-3 Probetas realizadas en obra

Como se observa en la imagen la probeta n° 3 sufrió una alteración en obra.

Luego se dejaron las probetas 24 hs en obra, almacenadas para evitar golpes, movimientos o vibraciones. Se las cubrió para evitar evaporación de las mismas.

Los procedimientos normalizados requieren que las probetas se curen bajo condiciones normalizadas, el curado controlado puede ser en un cuarto húmedo o en un tanque de almacenamiento con agua con cal. El agua de cal deberá estar saturada con cal hidratada no con cal agrícola para prevenir la lixiviación de la cal de la probeta.

Para dicho curado se utilizó el laboratorio de la UNCo en la cual permanecieron allí hasta cumplir 28 días desde la confección de las mismas.



Figura 6-4 Probetas realizadas

6.2 Ensayos sobre el hormigón endurecido

Si se mantienen constantes la calidad de los materiales constituyentes, las proporciones de las mezclas y las condiciones de colocación y compactación, las propiedades del hormigón endurecido son función de las condiciones de curado y el tiempo transcurrido. El hormigón evoluciona en el tiempo, pues la hidratación del cemento es un proceso lento y continuo, si las condiciones de humedad y temperatura son favorables. En caso contrario se producen alteraciones o hasta interrupción del proceso normal de hidratación provocando una disminución de la calidad del hormigón.

Por este motivo, un hormigón con determinadas características estimadas al realizar la dosificación puede no comportarse como estaba previsto por lo que las propiedades del

mismo deben determinarse en laboratorio mediante la ejecución de ensayos a fin de evaluar diversas características.

Los ensayos pueden ser destructivos o no destructivos. Estos últimos si bien permiten efectuar mediciones a lo largo del tiempo sobre el mismo elemento, en general son determinaciones de difícil evaluación ya que se necesita una amplia experiencia y conocimiento para obtener conclusiones definitivas.

Los ensayos destructivos más comunes para evaluar al hormigón endurecido son los que determinan su resistencia mecánica, aunque existen otros que se utilizan en casos especiales para determinar otras propiedades específicas tales como la permeabilidad, aislación, dilatación, etc.

6.3 Ensayo de compresión:

Las razones por las que se efectúa un ensayo de compresión son varias:

- 1- La mayoría de las propiedades del hormigón endurecido tiene una relación casi directa con la resistencia a compresión. A mayor resistencia resultan, generalmente, hormigones mas rígidos, menos permeables y de mayor calidad, aunque pueden presentar una mayor tendencia a la fisuración si se verifica una mayor contracción por secado y menor extensibilidad.
- 2- Control de calidad. La variabilidad estadística de los resultados de los ensayos permite evaluar los procesos de elaboración, producción, prácticas constructivas, etc. en términos de su constancia o uniformidad.
- 3- Comparar dosificaciones de hormigón. Los cambios en la calidad de los materiales o en las condiciones del medio ambiente pueden detectarse por este medio.
- 4- Puede verificarse el cumplimiento de las especificaciones técnicas.
- 5- Se determina, a través del ensayo de testigos, la resistencia a la compresión de obras ejecutadas que hayan sufrido algún deterioro por incendio, ataques externos, etc.
- 6- Los resultados de resistencia a la compresión pueden utilizarse para organizar procesos constructivos. Pueden indicar el momento para desencofrar, desapuntalar, continuar con las etapas siguientes o poner en servicio a la estructura.
- 7- En caso de la aparición de defectos estructurales, los resultados de compresión pueden colaborar a detectar el origen de los problemas.
- 8- El ensayo es fácil de realizar y económico.

6.3.1 Ensayo:

Luego del moldeo, curado y encabezado de las probetas, antes del ensayo se mide el diámetro y la altura total utilizando calibre o cinta. Luego se pesa la probeta, se calcula el área transversal y se coloca en la máquina de ensayo bien centrada en el plato fijo de

carga mientras que el cabezal móvil deberá tener un dispositivo que le permita rotar libremente o inclinarse pequeños ángulos en cualquier dirección.

Si colocásemos un lubricante entre las caras de la probeta y los platos de la máquina para eliminar la fricción, este lubricante, al estar sometido a una presión, podría inducir fuerzas laterales de tracción en los extremos de la muestra. Esto reduciría la resistencia y la muestra rompería con fisuras verticales (rotura columnar).

La resistencia a compresión está dada por la relación entre la carga que produjo la rotura y la sección transversal de la probeta. El promedio de las resistencias de las probetas moldeadas con cada muestra y ensayadas a la misma edad se considera como resultado de un ensayo.

6.4 Resultados

Pasados los 28 días de elaboradas las probetas, se pesaron y se procedió a realizar el ensayo. Para el mismo se utilizó la prensa de la UNCo.



Figura 6-5 Probetas pasados los 28 días



Figura 6-6 Rotura a compresión

Como observación se destaca que la probeta número 3, sufrió una alteración en obra, en el laboratorio se la encabezó, pero presentó una resistencia menor y una forma inusual de rotura.



Figura 6-7 Rotura probeta N°3

Los resultados del ensayo a compresión se muestran en la tabla 6.1 indicando que la resistencia del hormigón utilizaba era acorde a la solicitada por el cálculo estructural.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE Facultad de Ingeniería Departamento Ingeniería Civil Laboratorio de suelos y Hormigones			ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION Probetas de Hormigon							
			Comitante: Marcelo Bogino Obra:				Solicitud: Fecha: 17/10/2016			
N° LAB	IDENTIFICACION	EDAD (días)	PROBETA				ENSAYO DE RESISTENCIA			
			ALTURA (cm)	DIAMETRO (cm)	PESO (gr)	DENSIDAD (gr/cm³)	SECCION (cm²)	CARGA (Kg)	FACTOR DE CORRECCION	f _d (kg/cm²)
1317	Probeta 1	28	30	15	12940	2,44	176,71	65973,28	1	373
1318	Probeta 2	28	30	15	12775	2,41	176,71	70561,84	1	399
1319	Probeta 3	28	30	15	13000	2,45	176,71	59039,46	1	334

Tabla 6.1: Resultados probetas hormigón

6.5 Curado del hormigón en obra

Posterior a una correcta compactación del hormigón, y con el fin de obtener una durabilidad y resistencia óptima en él, se debe efectuar un proceso de protección y curado, adecuado y necesario, mediante las técnicas que se recomiendan a continuación.

Durante el período de endurecimiento del hormigón, para que la pasta se hidrate, el hormigón no se fisure y desarrolle las propiedades de durabilidad, impermeabilidad y resistencia, se debe:

- Mantener la humedad.
- Mantener la temperatura en el hormigón entre 10°C y 25°C.

- Proteger al hormigón contra nieve, lluvia, viento, cargas, vibraciones, impactos, ataques químicos u otras condiciones adversas.

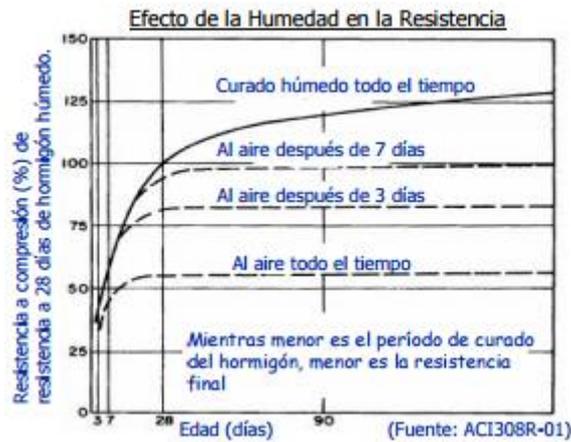


Figura 6-8 Efecto de la humedad en la resistencia

6.5.1 Recomendaciones

Iniciar el proceso de curado inmediatamente posterior al término del acabado superficial en elementos horizontales, e inmediatamente posterior al desencofrar elementos verticales.

No curar con temperatura ambiente menor a 5°C. En estos casos proteger térmicamente al hormigón; algunas alternativas para enfrentar esto son: utilizar membranas de curado, utilización de polietileno alveolar para condiciones climáticas extremas y extender proceso de curado en, al menos, 7 a 10 días para hormigones normales.



Figura 6-9 Métodos de curado

6.6 Conclusiones

Todas las probetas resultaron dar una resistencia a la compresión mayor a 30 MP que es el valor que se utilizó para el cálculo estructural.

Capítulo 7 - Análisis hidráulico

7.1 Introducción

Un sistema de drenaje permite la circulación de las aguas de las napas existentes en la zona de emplazamiento, teniendo en cuenta los niveles topográficos del área y las fuertes pendientes hacia el Río Neuquén como desagüe natural de las escorrentías (superficiales y subterráneas). Su función consistiría en evitar el estancamiento de las aguas y la acumulación de sales en el suelo.

El origen de las aguas se debe a condiciones naturales (napas existentes y lluvias) y la influencia de los nuevos usos como riegos de parques en toda la zona del barrio.

Un sistema de drenaje conduce el agua por medio de tuberías o de una red de canales, hacia un punto de desagüe definido de modo de alejarlas convenientemente sin afectar el entorno y el ambiente.

Es importante evitar la acumulación de sales de modo de controlar la agresividad sobre los revoques, hormigones, mampuestos, armaduras, razón por la cual no es deseable que estén en permanente contacto con la vivienda. Si no se tuviera en cuenta una permanente humedad, se podría generar su propagación hacia las columnas de hormigón armado, lo que podría provocar el incremento de la oxidación de las armaduras, con el consiguiente aumento de su volumen y rotura de los recubrimientos. En nuestro caso, si no se detiene el avance de la humedad a mayor brevedad, se puede producir la oxidación total del hierro en los elementos estructurales en el sector, lo que comprometería la estructura resistente.

7.2 Análisis topográfico del terreno

La problemática que se registra, se origina porque el área presenta importantes desniveles topográficos hacia el Río Neuquén, lo que claramente muestra que el desagüe de las aguas es naturalmente hacia dicho río. El barrio, está emplazado en una zona donde se identifican significativos escurrimientos aluvionales superficiales y subterráneos, que fueron puestos de manifiesto, además de su observación a simple vista, en el estudio del Plan Maestro Pluvioaluvional de la ciudad de Neuquén.

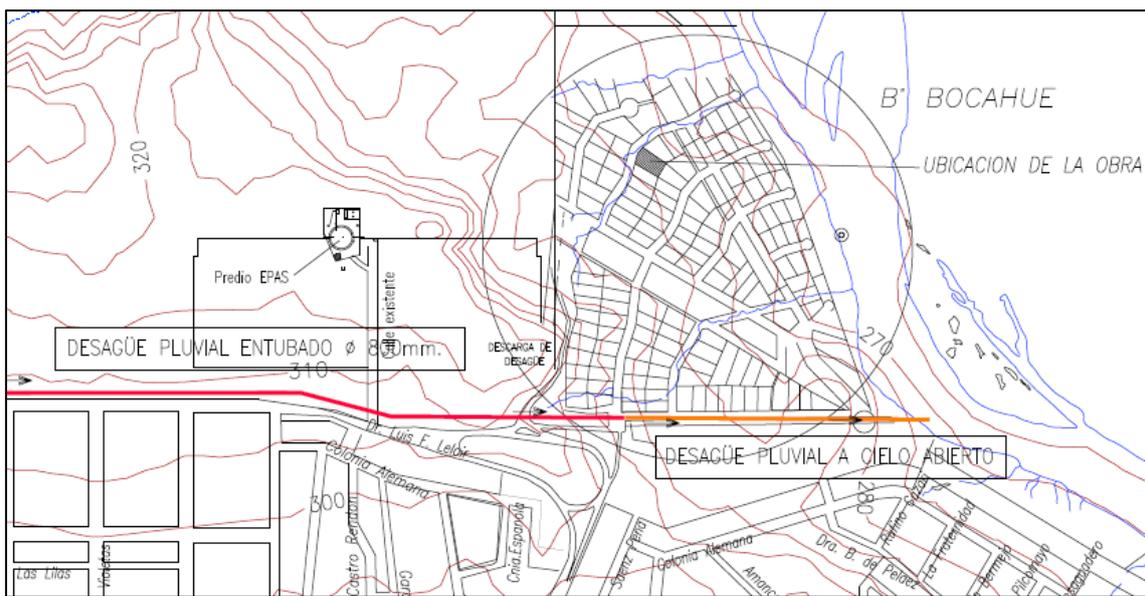


Figura 7-1 Ubicación de lote



Figura 7-2 Desagüe a cielo abierto acceso barrio

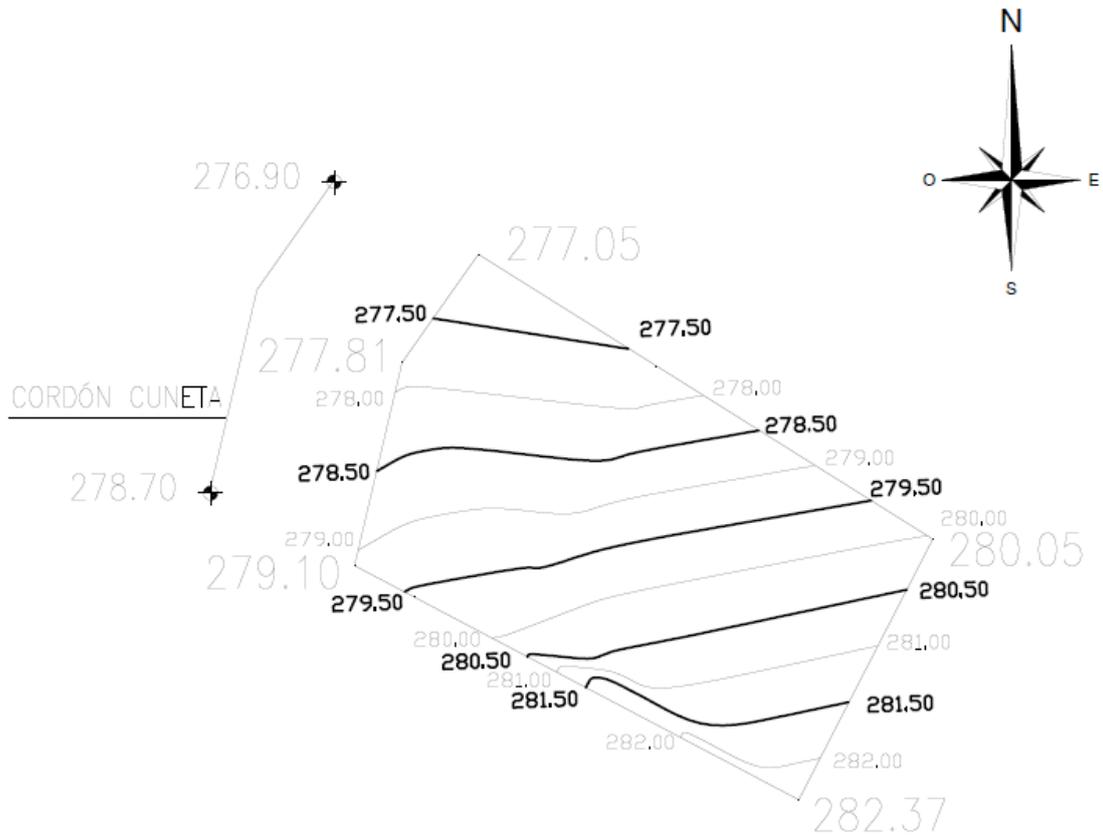


Figura 7-3 Curvas de nivel lote

Esta vivienda, en particular, fue proyectada y construida excavando la arenisca consolidada presente en el terreno (ver estudio de suelos adjunto), lo que colaboró para crear en dicho lugar un “sumidero” hacia donde se dirigen las aguas circundantes, que previo a ello continuaban escurriendo por su cauce natural. Debido a esta excavación y construcción, por el nivel de las cámaras de salida (pluviales y cloacales), se ven afectados para escurrir a gravedad hasta el punto de desagüe, fuera del predio en cuestión.

Relevando en obra, se observó que el proyecto original posee el nivel +0,00 de la planta baja a 0,10 metros debajo del punto más bajo del cordón cuneta de la calle, con esta situación resulta imposible descargar por gravedad el agua pluvial. Con el mismo concepto el agua cloacal dependerá de la tapada de la red cloacal. Tomando como valor la cañería cloacal y descarga pluvial existente debajo de la fundación se observa que las mismas se encuentran a 0,60 cm debajo del nivel +0,00 de cocheras.

Como primera medida se realizó una inspección ocular con relevamiento fotográfico en la obra y se observó que se encuentra gran cantidad de agua estancada localizada en 3 sectores:

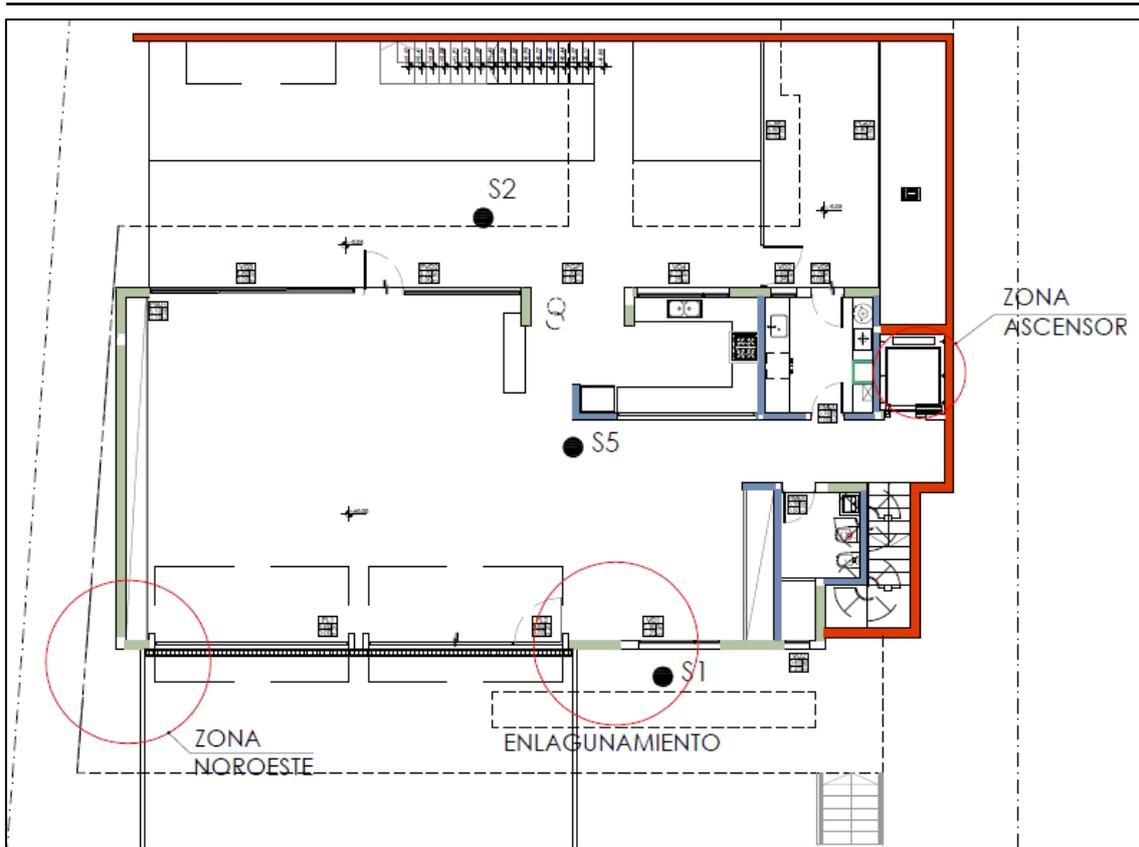


Figura 7-4 Sectores presencia de agua



Figura 7-5 Zona ascensor



Figura 7-6 Zona Noroeste



Figura 7-7 Enlagueamiento

A fin de aliviar tensiones sobre el muro de hormigón armado, en el proyecto original se proyectó un drenaje perimetral con cañería PVC 160 mm que rodea la totalidad del tabique, el cual se ranuró y cubrió con canto rodado y envuelto en manta geotextil acorde al detalle adjunto. Para que dicho drenaje coincida en su punto inferior con el pluvial proveniente de la cubierta; en el punto más alejado del muro, la cañería comienza a una altura aproximada de 60 cm por encima de la fundación del tabique.

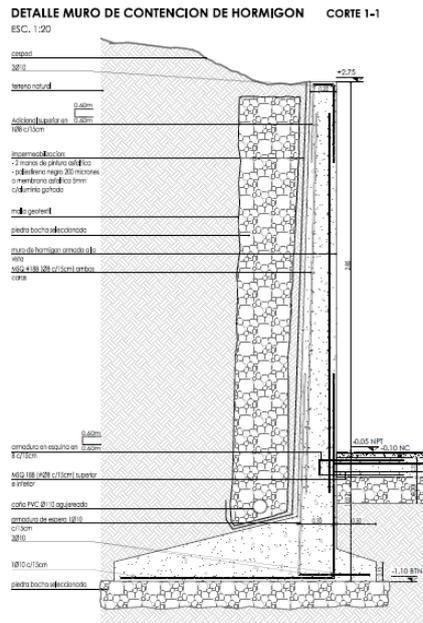


Figura 7-8 Detalle drenaje situación ideal

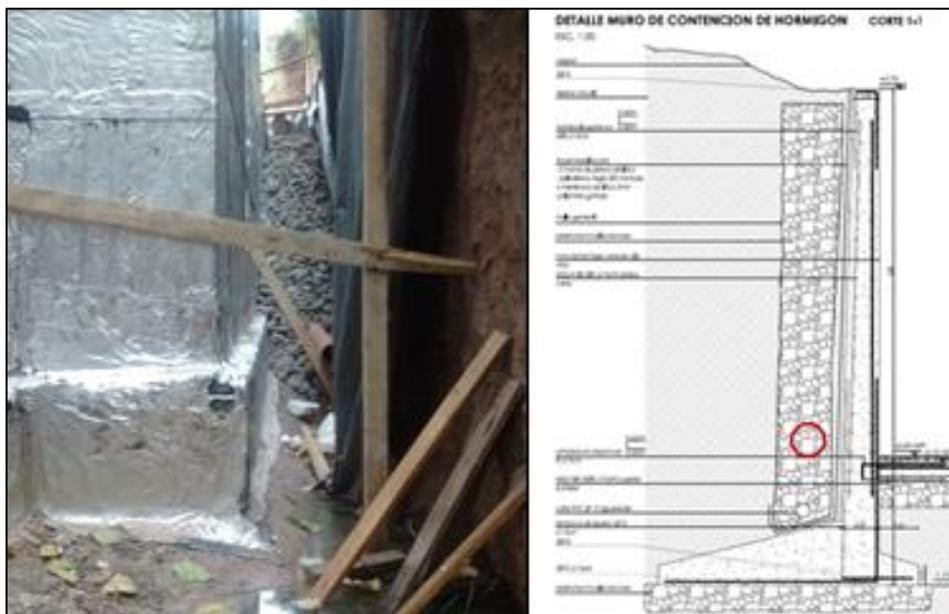


Figura 7-9 Detalle situación real



Figura 7-10 Drenaje muro H°A°

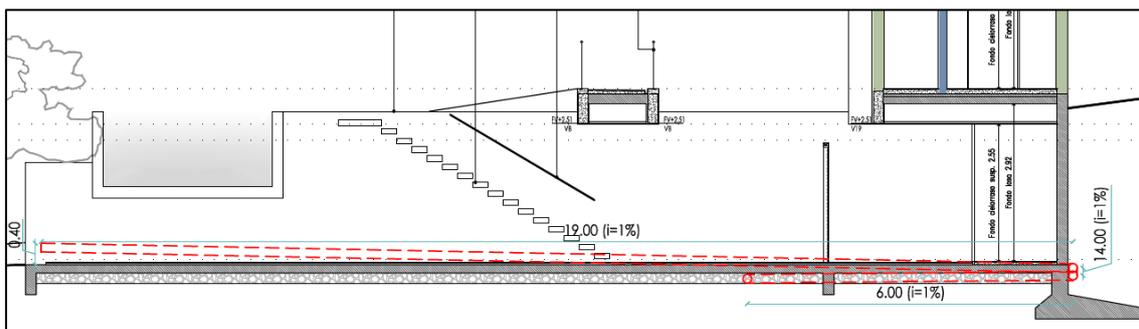


Figura 7-11 Situación real drenaje de muro H°A°

Como se puede observar en la siguiente figura, el drenaje generado no permite aliviar tensiones dentro del bajo recorrido del ascensor:

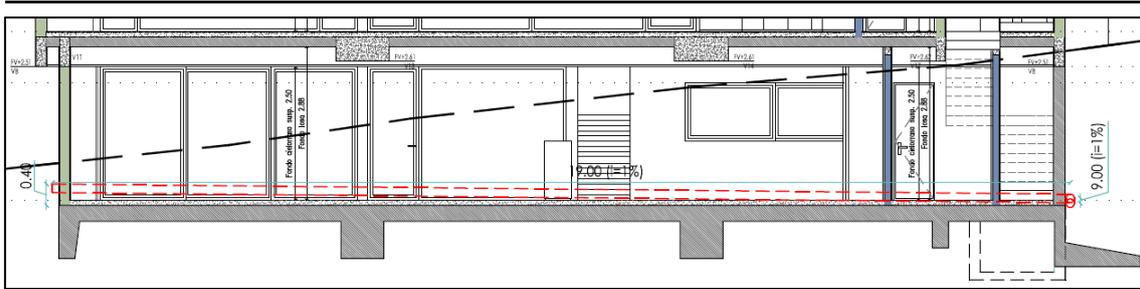


Figura 7-10 Ubicación drenaje en bajo recorrido ascensor

7.3 Proceso de movimiento de suelos en fundación

Relevando datos con el personal encargado de la primera etapa de la obra, respecto del movimiento de suelos realizado, se informó que:

1. Originalmente se proyectó, como sistema de fundación, platea de hormigón armado. Al comenzar el movimiento de suelos se encontraron con la dificultad de mover el terreno ya que era muy resistente por lo que el ingeniero calculista modificó la fundación a bases aisladas.
2. Se realizó el movimiento de suelos para ejecutar en una primera etapa los tabiques de hormigón armado, para ello se excavó hasta $-1,25$ metros debajo de la vivienda y se realizaron los muros.



Figura 7-13 Realizando movimiento de suelos



Figura 7-14 Realizando movimiento de suelos



Figura 7-15 Presencia de agua en fundaciones

3. Luego se realizó el movimiento de suelos de las bases y caja de bajo recorrido del ascensor el cual posee su punto más bajo a 1,50 m debajo del piso terminado de planta baja y se realizó el llenado de la fundación.



Figura 7-16 Agua en bajo recorrido ascensor



Figura 7-17 Bajo recorrido ascensor



Figura 7-18 Presencia de agua en hormigonado de fundaciones

4. Al ejecutar el movimiento de suelos de las bases se observó que afloraba agua subterránea, esto es debido a que al romper la capa de arenisca consolidada favoreció que el agua escurra hacia el interior de las bases, vigas y caja de ascensor dado el cambio de permeabilidad por lo que se trabajó bombeando el agua de forma permanente.

Mediante las imágenes obtenidas en la realización de la fundación se evidencia la falta de hormigón sobre la caja de ascensor (figura 1-16 y figura 7-17) favoreciendo el escurrimiento de agua hacia el interior del mismo.

Debajo de cada elemento estructural (fundación de tabiques, vigas, bases y losa) se colocó una capa de relleno de piedra bocha de 25 centímetros de profundidad y en la parte superior se colocó polietileno de 200 micrones cubriendo toda la fundación.



Figura 7-19 Polietileno 200 micrones debajo de fundación

7.4 Análisis de caudal

Teniendo en cuenta la problemática descrita se realizó un análisis de caudal de escurrimiento para tomar magnitud del volumen de líquido que circulaba, tanto como procedencia y dirección ya que se observó que la misma provenía desde el sector sureste del lote, ayudada en gran parte por la topografía de la arenisca consolidada que acompaña a la del terreno.

Se procedió a bombear en distintas etapas controlando el tiempo de bombeo y tomando niveles, por lo que se utilizó como referencia el nivel +0,00 del piso terminado de planta baja, utilizando la caja del bajo recorrido del ascensor como zona de captación y se relevó tanto el tiempo de bombeo como el de recuperación.

Las dimensiones de la zona de captación son de 1,90 x 1,50 x 1,35 metros de alto ($3,85\text{m}^3$).

Paralelamente se tomaron niveles en el sector de enlagueamiento y la cara norte de la vivienda observando la respuesta al variar los niveles en la caja de ascensor.

Los datos obtenidos fueron:

Planilla N° 1: Registro de niveles de agua en caja del ascensor

Fecha	Hora	Desnivel	Recuperación		Depresión Desnivel (m)	Volumen m3	Q		Observaciones	Cota
			Tiempo (Hr)	Desnivel (m)			(m3/Hr)	l/seg		
23/6/16	14:28:00	1,06	3,29	0,1		0,255	0,08	0,02	Se deprimio primero. Desde las 14,28 se recuperó	275,90
23/6/16	17:57:00	0,96								276,00
24/6/16	09:23:00	0,53	3,13		-0,43	-1,10	-0,35	-0,10	Se puso en marcha la bomba	276,43
24/6/16	12:36:00	0,96								276,00
24/6/16	12:36:00	0,96	21,05	0,38		0,97	0,05	0,01	Sin bombeo	276,00
25/6/16	09:40:00	0,58								276,38
25/6/16	09:40:00	0,58	20,00	0,30		0,77	0,04	0,01		276,38
27/6/16	17:34:00	0,28								276,68
										Max. Nivel
27/6/16	22:36:00	0,28	11,00		-0,79	-2,01	-0,18	-0,05	Con bombeo	276,68
28/6/16	09:36:00	1,07								275,89
28/6/16	09:36:00	1,07	2,21	0,12		0,31	0,14	0,04	Sin bombeo	275,89
28/6/16	11:57:00	0,95								276,01
28/6/16	11:57:00	0,95	13,00	0,36		0,92	0,07	0,02	Sin bombeo	276,01
29/6/16	12:57:00	0,59								276,37

Planilla N° 2: Registro de niveles de agua en frente de la casa (Foto N° 1), Esquina NO (Foto N° 2) y caja del ascensor (Foto N° 3)

Fecha	Hora	Desnivel	Lugar de la medición	Observaciones	Cota
05-07-16	17:15:00	0,28	Enlagueamiento del frente de la casa	No se deprimio napa. Sin lluvias	276,68
		0,47	Esquina NO de la casa	Mínimo riego vecino. Nivel de	276,49
		0,49	Caja del ascensor	las aguas está estabilizado.	276,47
					Mas bajo

Tabla 7-1 Análisis de caudal agua subterránea

Se pudo observar que al bombear por completo la caja de ascensor, el agua ingresaba desde abajo de la fundación del interior de la vivienda hacia adentro y no desde el exterior, por lo que se infiere que la piedra bocha colocada en la etapa de fundación se encuentra saturada de agua, esto es lógico ya que posee una permeabilidad mucho mayor que la arenisca consolidada del resto del terreno a ese nivel favoreciendo la captación.

También se concluye que se realizó un hormigonado deficiente en el bajo recorrido del ascensor, producto de la presencia de agua proveniente del terreno.

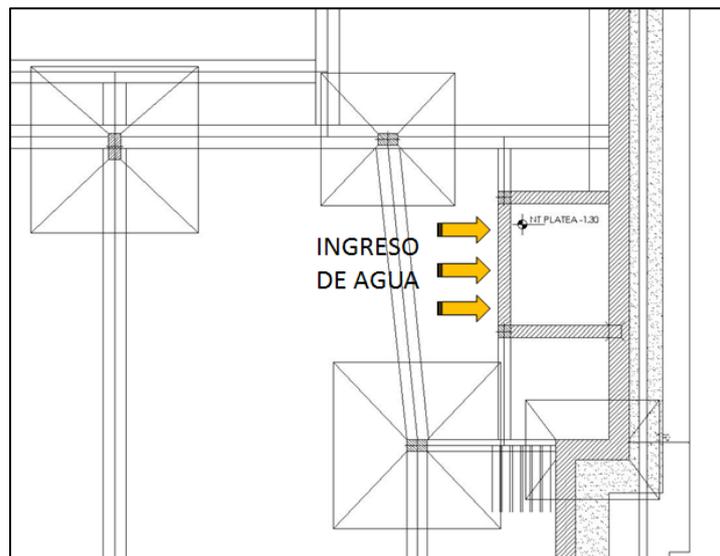


Figura 7-20 Ingreso de agua al bombear bajo recorrido



Figura 7-21 Hormigón lavado bajo recorrido ascensor

Para poder evaluar el comportamiento del agua se realizaron calicatas a los niveles definidos por el estudio de suelos y se corroboró que la arenisca consolidada se encontraba al mismo nivel del indicado. Al realizar la perforación se observó que el agua comenzó a emerger y saturar el pozo de forma inmediata.

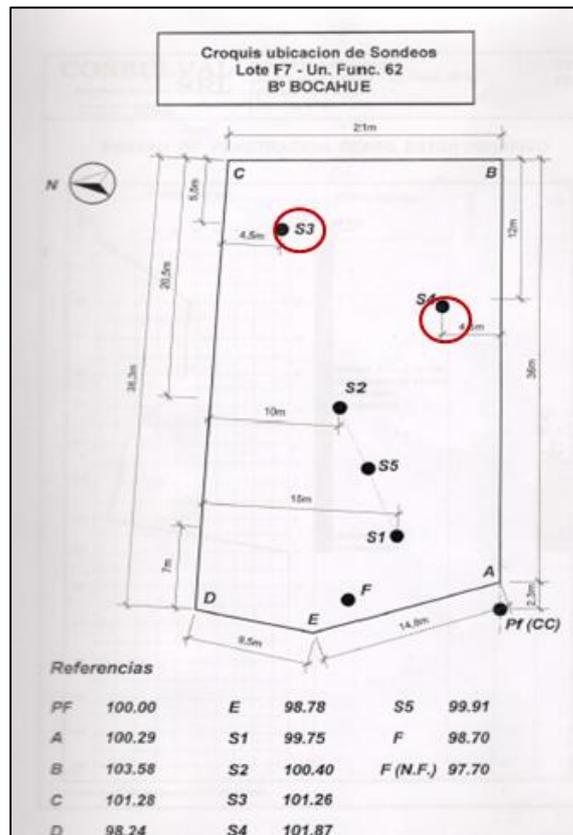


Figura 7-22 Ubicación de calicatas estudio de suelos



Figura 7-23 Calicata sector S3

Figura 7-24 Calicata sector S4

Otro inconveniente observado es que el bajo recorrido del ascensor posee una cota final menor al del resto de la vivienda por lo que el agua contenida dentro y por debajo de la fundación no tiene forma de evacuar a menos que se genere un drenaje a mayor profundidad que la piedra bocha colocada debajo.

Con los datos obtenidos se realizaron perfiles del comportamiento del nivel de agua de la situación original antes y después de comenzada la obra.

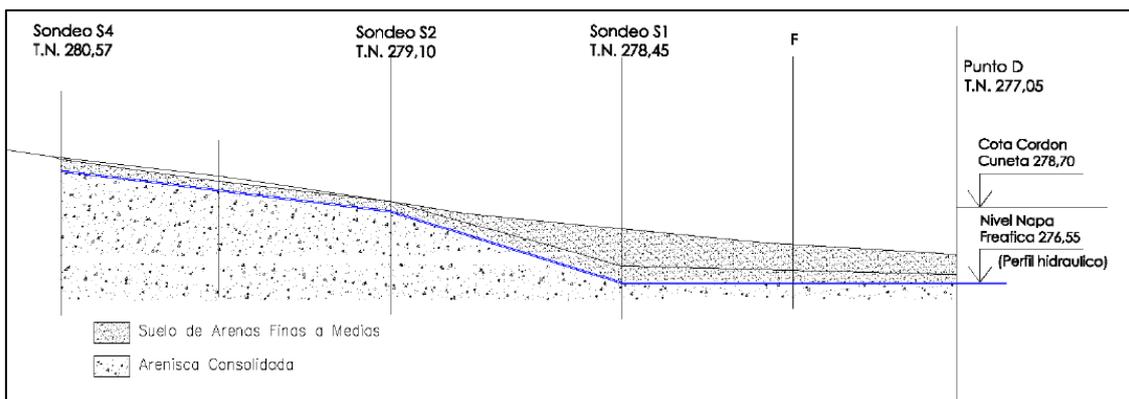


Figura 7-25 Corte B-D Situación previa al inicio de obra

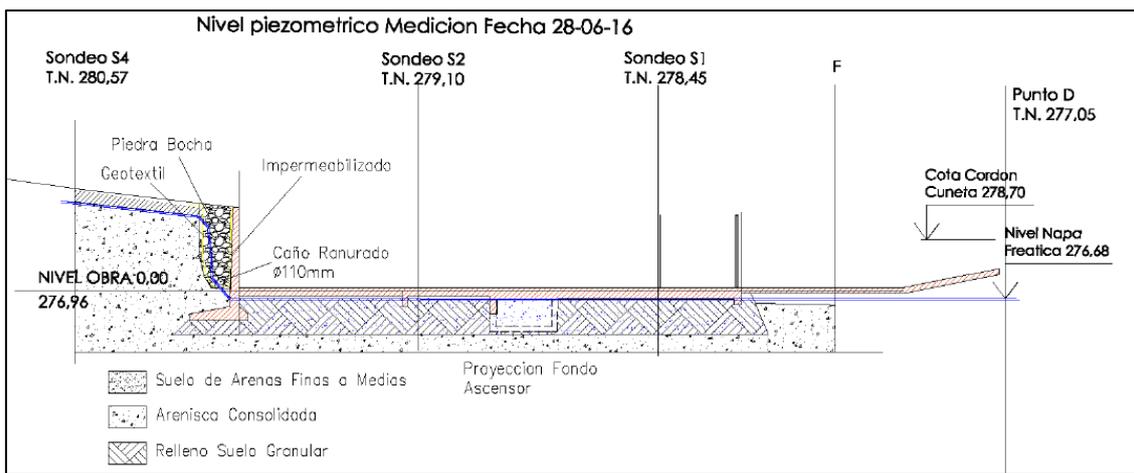


Figura 7-26 Corte B-D con obra en ejecución

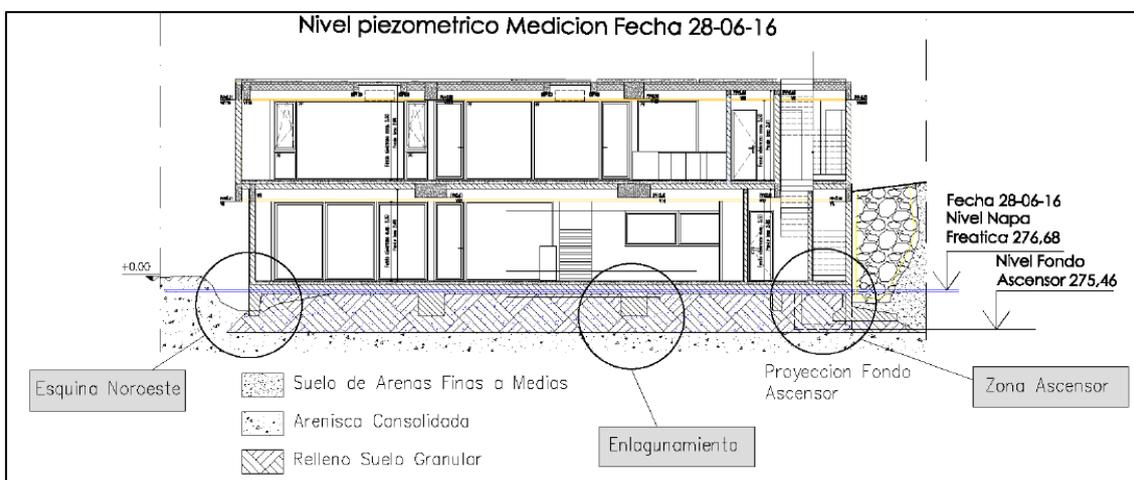


Figura 7-27 Corte A-A con obra en ejecución

7.5 Solución adoptada

Para poder sanear la problemática hidráulica se optó por canalizar el agua proveniente del terreno mediante drenes y alejarla del lugar en estudio. Para tal fin se propuso la construcción de un dren perimetral en el sector Este del lote a fin de captar las aguas provenientes de lotes aguas arriba y sobre la zona de estancamiento y enlagunamiento con el fin de deprimir la napa y eliminar el agua debajo de la fundación.

La reglamentación del barrio donde se encuentra la obra posee un artículo que permite utilizar la vereda para el paso de servidumbre:

Artículo 4.5. Reglamento Barrio Bocahue:

“4.5. *SERVIDUMBRES:* Se establece una servidumbre permanente, perpetua y gratuita, para el paso de cañerías, cables, conductos y otros elementos destinados a la

instalación de servicios generales, como agua, cloacas, desagües, teléfonos, red eléctrica y gas, CATV, no siendo motivo de indemnización o compensación alguna. La servidumbre podrá afectar para ello una franja máxima de 2 metros calculada desde los ejes del predio, y nunca superior a los espacios de los retiros establecidos.”

Por tal motivo se realizara una conducción a gravedad y evitar el bombeo con los problemas que el mismo conlleva.

Con los datos recopilados, se definieron las obras a realizar en el:

- Los drenajes existentes se encuentran ubicados a mayor nivel de la estructura del piso de planta baja, razón por la cual no contribuyen a desagotar el agua allí localizada. Desaguarán en una cámara de inspección para ser conducidos a la cámara principal a construir en el frente de la vivienda que actuará como cámara de inspección que concrete la totalidad de las aguas de drenaje y pluviales.
- Los pluviales ya instalados serán conducidos a la cámara principal.
- Puesto que la piscina no posee desagote a gravedad, se propone vaciarla utilizando bomba, que vuelque en la cámara I a construir cerca de misma. Desde allí será conducido por una cañería hasta la cámara principal. Esta cañería se instalará a una cota superior al dren.
- Se construirán nuevos drenajes al este y norte del lote (tramo 1-2) en forma perimetral para coleccionar los excedentes del agua de lluvia que se infiltra y del excedente de riegos vecinos y que escurren sobre la arenisca consolidada existente en el predio.
- Se construirán nuevos drenajes al norte del lote (tramo 3-4) para coleccionar el agua del subsuelo; el nivel será debajo del material granular colocado bajo el contrapiso del subsuelo.
- La cámara principal se conectará por una cañería de desagüe al cordón cuneta existente aguas abajo del frente de la vivienda. La importante pendiente de la calzada existente permitirá que, a poca distancia, las aguas subterráneas sumadas al agua de lluvia de los pluviales desagüen por gravedad a la calle.
- En el proyecto original no se contempló el drenaje del agua de lluvias en el sector del patio, por lo que se generará una canaleta perimetralmente a la vivienda que descargará a gravedad sobre el cordón cuneta en el tramo de mayor cota.

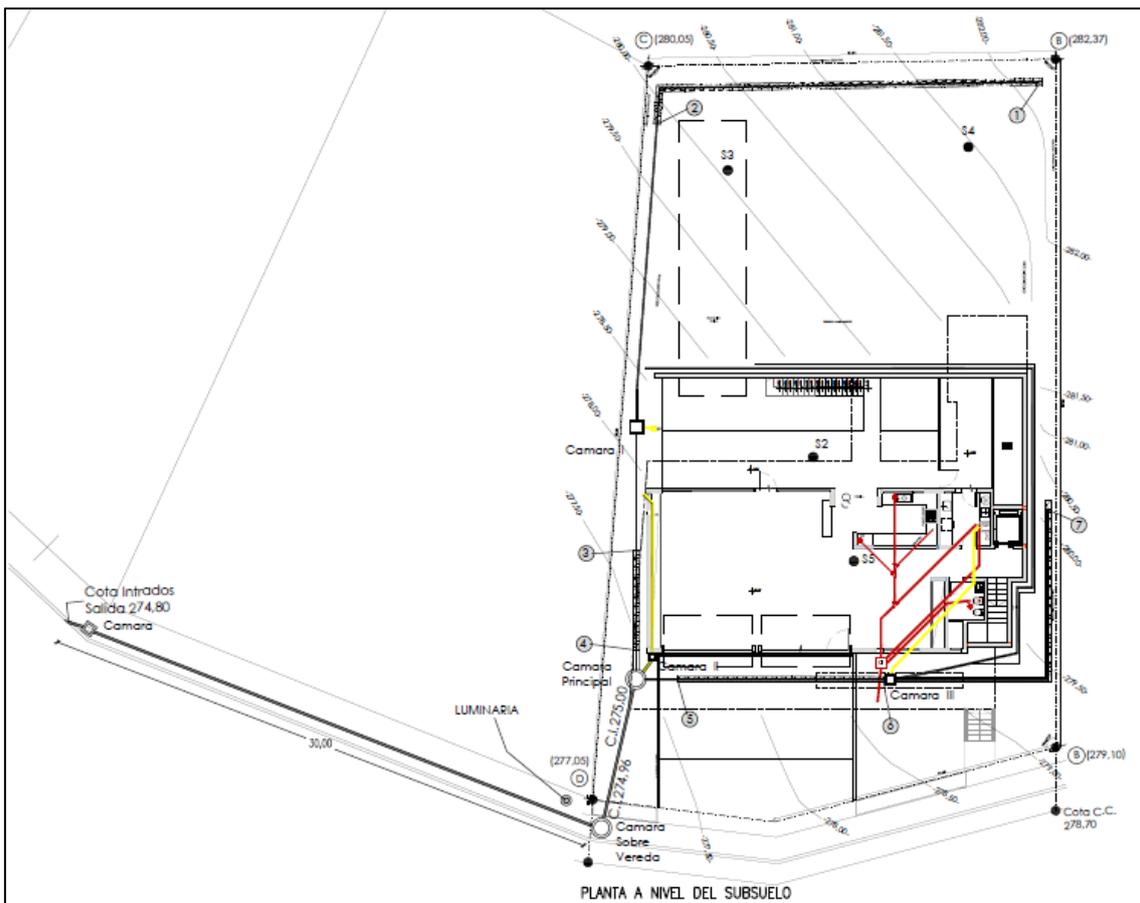


Figura 7-28 Vista en planta proyecto hidráulico

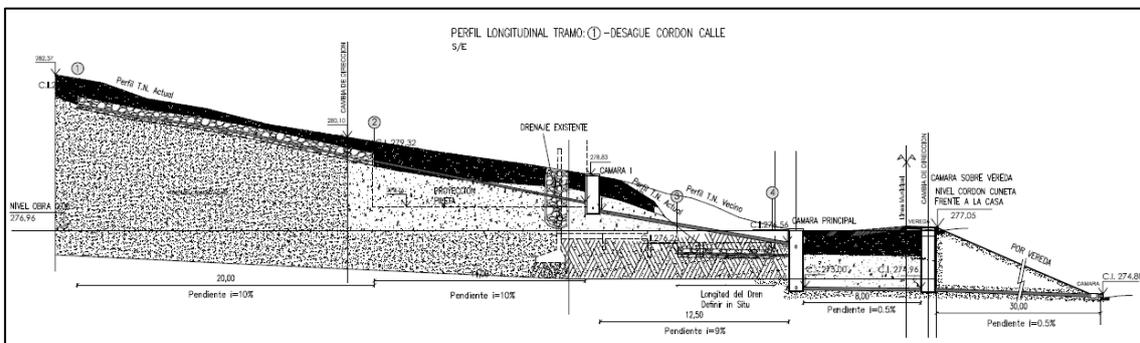


Figura 7-29

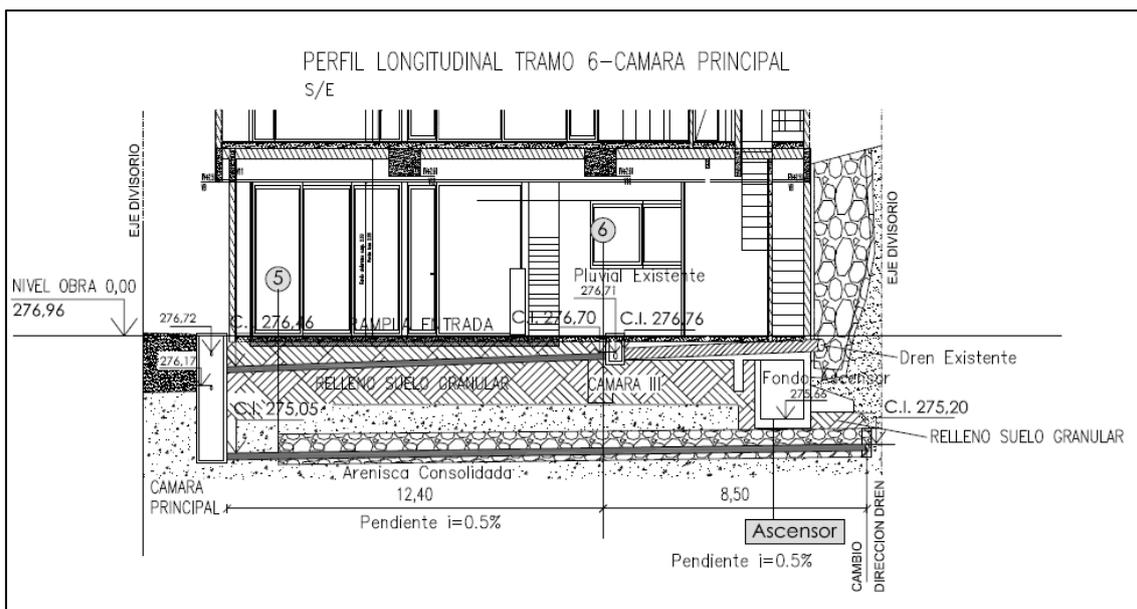


Figura 7-30

Es de especial precaución respetar las pendientes indicadas ya que se debe lograr obtener una baja velocidad de escurrimiento para no favorecer el arrastre de material.

El dren se debe realizar con canto rodado de tamaño 3 a 5 cm y utilizar una malla geotextil de 150 gr/m, esta malla cumple la función únicamente de separador entre el terreno natural y la piedra bocha a fin de no saturar la piedra bocha con sedimentos por posible arrastre de material.

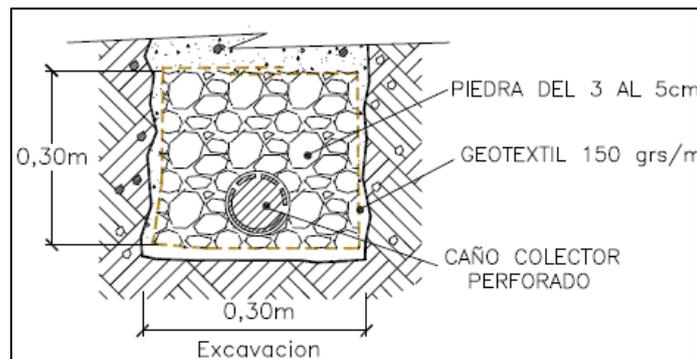


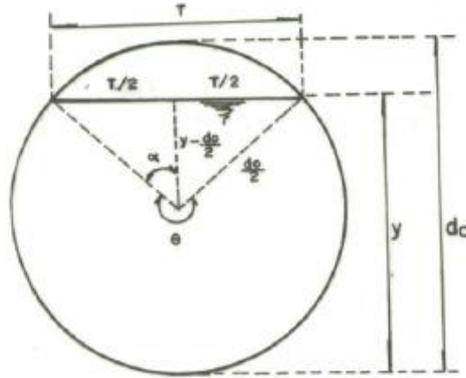
Figura 7-31 Detalle dren a realizar

7.5 Dimensionamiento de conducción

Para dimensionar la cañería principal de conducción se utilizara la tabla de Woodward-Posey la cual se basa en la fórmula de Manning para el cálculo de velocidad de agua en canales abiertos y tuberías.

Flujo uniforme en conductos circulares

El flujo uniforme en conductos circulares es el supuesto fundamental para el diseño de colectores en sistemas de alcantarillados de aguas residuales y pluviales. Es ésta la razón por la cual, a continuación, se hace un desarrollo teórico y amplio de la hidráulica de conductos circulares.



Elementos geométricos del flujo en conductos circulares

Las ecuaciones básicas para el cálculo de flujo uniforme en canales circulares son:

$$\theta = 2 \cos^{-1} \left(1 - \frac{2y}{d_0} \right)$$

$$\alpha = \left(\pi - \frac{\theta}{2} \right)$$

$$\frac{y}{d_0} = \left(\frac{1 + \cos \alpha}{2} \right)$$

Por lo tanto:

$$\frac{y}{d_0} = \frac{1}{2} \left[1 - \cos \left(\frac{\theta}{2} \right) \right]$$

$$T = 2 \sqrt{y(d_0 - y)}$$

$$P = \theta \frac{d_0}{2}$$

$$A = \frac{d_0^2}{8} (\theta - \operatorname{sen} \theta) \quad \rightarrow \quad \text{Area mojada}$$

$$R_H = \frac{d_0}{4} \frac{(\theta - \operatorname{sen} \theta)}{\theta} \quad \rightarrow \quad \text{Radio hidraulico}$$

Retomando la ecuación de Manning para la velocidad del flujo en un canal circular se obtiene:

$$v = \frac{\phi R_H^{2/3} S_0^{1/2}}{n} \quad \rightarrow \quad \text{Ec. de Manning}$$

Reemplazando la ecuación para el radio hidráulico en la ecuación anterior, se obtiene la velocidad del flujo para una sección circular parcialmente llena del siguiente modo:

$$v = \frac{\phi}{n} \left(\frac{d_0}{4} \right)^{2/3} \left(\frac{\theta - \text{sen}\theta}{\theta} \right)^{2/3} S_0^{1/2}$$

Es decir

$$v = \frac{\phi d_0^{2/3} S_0^{1/2}}{4^{2/3} n} \left(\frac{\theta - \text{sen}\theta}{\theta} \right)^{2/3}$$

La ecuación para la velocidad del flujo en un conducto circular completamente lleno se obtiene haciendo $\theta = 2\pi$ en la ecuación:

$$v_{Lleno} = \frac{\phi d_0^{2/3} S_0^{1/2}}{4^{2/3} n} \left(\frac{2\pi - \text{sen}2\pi}{2\pi} \right)^{2/3}$$

$$v_{Lleno} = \frac{\phi}{n} \left(\frac{d_0}{4} \right)^{2/3} S_0^{1/2}$$

Reorganizando los términos se obtiene

$$v_{Lleno} = \frac{\phi d_0^{2/3} S_0^{1/2}}{4^{2/3} n}$$

Suponiendo constante el coeficiente de rugosidad n , y dividiendo la ecuación del conducto con sección llena respecto de la parcialmente llena se obtiene la siguiente relación de velocidades:

$$\frac{v}{v_{Lleno}} = \left(\frac{\theta - \text{sen}\theta}{\theta} \right)^{2/3}$$

Esta ecuación expresa la relación entre la velocidad del flujo en un conducto circular, para una profundidad dada, $y < d_0$ y la velocidad del flujo en el mismo conducto cuando este se encuentra totalmente lleno, es decir, cuando $y = d_0$.

Este mismo procedimiento se realiza para hallar la relación entre el caudal de flujo en un conducto circular parcialmente lleno, y el caudal del flujo en el mismo conducto completamente lleno.

Retomando la ecuación de Manning, para el caudal, se obtiene:

$$Q = \frac{\phi}{n} AR_H^{2/3} S_0^{1/2}$$

Reemplazando en la ecuación para el radio hidráulico y la ecuación para el área mojada en la ecuación anterior, se obtiene el caudal de flujo para una conducción circular parcialmente llena:

$$Q = \frac{\phi d_0^2}{n 8} (\theta - \text{sen}\theta) \left(\frac{d_0}{4}\right)^{2/3} \left(\frac{(\theta - \text{sen}\theta)}{\theta}\right)^{2/3} S_0^{1/2}$$

Reorganizando términos se obtiene:

$$Q = \left[\frac{\phi d_0^{8/3} S_0^{1/2}}{(2)4^{5/3}n} \right] \left[\frac{(\theta - \text{sen}\theta)^{5/3}}{\theta^{2/3}} \right]$$

Dado que la sección circular posee los mismos parámetros se generó una tabla con los diferentes valores dados h y d:

TABLAS DE WOODWARD Y POSEY

$\frac{h}{d}$	$\frac{Q \cdot n}{d^{8/3} \sqrt{J}}$	$\frac{Q \cdot n}{h^{8/3} \sqrt{J}}$	$\frac{\Omega}{d^2}$	$\frac{R}{d}$	$\frac{h}{d}$	$\frac{Q \cdot n}{d^{8/3} \sqrt{J}}$	$\frac{Q \cdot n}{h^{8/3} \sqrt{J}}$	$\frac{\Omega}{d^2}$	$\frac{R}{d}$
0,01	0,000047	10,12	0,0013	0,0066	0,51	0,161	0,970	0,4027	0,2531
0,02	0,00021	7,11	0,0037	0,0132	0,52	0,166	0,952	0,4127	0,2562
0,03	0,00050	5,76	0,0069	0,0197	0,53	0,172	0,934	0,4227	0,2592
0,04	0,00093	4,97	0,0105	0,0262	0,54	0,177	0,917	0,4327	0,2621
0,05	0,00149	4,41	0,0147	0,0325	0,55	0,182	0,899	0,4426	0,2649
0,06	0,00221	4,00	0,0192	0,0389	0,56	0,188	0,882	0,4526	0,2676
0,07	0,00306	3,68	0,0242	0,0451	0,57	0,193	0,865	0,4625	0,2703
0,08	0,00406	3,43	0,0294	0,0513	0,58	0,199	0,849	0,4724	0,2728
0,09	0,00522	3,20	0,0350	0,0575	0,59	0,204	0,833	0,4822	0,2753
0,10	0,00651	3,02	0,0409	0,0635	0,60	0,209	0,818	0,4920	0,2776
0,11	0,00795	2,86	0,0470	0,0695	0,61	0,215	0,802	0,5018	0,2799
0,12	0,00954	2,72	0,0534	0,0755	0,62	0,220	0,787	0,5115	0,2821
0,13	0,01127	2,60	0,0600	0,0813	0,63	0,225	0,773	0,5212	0,2842
0,14	0,01314	2,48	0,0668	0,0871	0,64	0,231	0,758	0,5308	0,2862
0,15	0,0151	2,38	0,0739	0,0929	0,65	0,236	0,744	0,5404	0,2882
0,16	0,0173	2,29	0,0811	0,0985	0,66	0,241	0,730	0,5499	0,2900
0,17	0,0196	2,21	0,0885	0,1042	0,67	0,246	0,716	0,5594	0,2917
0,18	0,0220	2,13	0,0961	0,1097	0,68	0,251	0,703	0,5687	0,2933
0,19	0,0246	2,06	0,1039	0,1152	0,69	0,256	0,689	0,5780	0,2948
0,20	0,0273	1,99	0,1118	0,1206	0,70	0,261	0,676	0,5872	0,2962
0,21	0,0302	1,93	0,1199	0,1259	0,71	0,266	0,663	0,5964	0,2975
0,22	0,0331	1,88	0,1281	0,1312	0,72	0,271	0,650	0,6054	0,2987
0,23	0,0361	1,82	0,1365	0,1364	0,73	0,275	0,637	0,6142	0,2998
0,24	0,0394	1,77	0,1449	0,1416	0,74	0,280	0,625	0,6231	0,3008
0,25	0,0427	1,72	0,1535	0,1466	0,75	0,284	0,612	0,6319	0,3017
0,26	0,0462	1,68	0,1623	0,1516	0,76	0,289	0,600	0,6405	0,3024
0,27	0,0497	1,63	0,1711	0,1566	0,77	0,293	0,588	0,6489	0,3031
0,28	0,0534	1,59	0,1800	0,1614	0,78	0,297	0,576	0,6573	0,3036
0,29	0,0571	1,55	0,1890	0,1662	0,79	0,301	0,564	0,6655	0,3039
0,30	0,0610	1,51	0,1982	0,1709	0,80	0,305	0,553	0,6736	0,3042
0,31	0,0650	1,481	0,2074	0,1756	0,81	0,308	0,541	0,6815	0,3043
0,32	0,0691	1,440	0,2167	0,1802	0,82	0,312	0,530	0,6893	0,3043
0,33	0,0733	1,407	0,2260	0,1847	0,83	0,315	0,518	0,6969	0,3041
0,34	0,0776	1,380	0,2355	0,1891	0,84	0,318	0,507	0,7043	0,3038
0,35	0,0820	1,346	0,2450	0,1935	0,85	0,321	0,495	0,7115	0,3033
0,36	0,0864	1,318	0,2546	0,1978	0,86	0,324	0,484	0,7186	0,3026
0,37	0,0909	1,289	0,2642	0,2020	0,87	0,325	0,473	0,7254	0,3018
0,38	0,0956	1,262	0,2739	0,2062	0,88	0,328	0,462	0,7320	0,3007
0,39	0,1003	1,235	0,2836	0,2102	0,89	0,330	0,451	0,7384	0,2995
0,40	0,1051	1,209	0,2934	0,2142	0,90	0,3325	0,440	0,7440	0,2980
0,41	0,1099	1,184	0,3032	0,2182	0,91	0,3338	0,429	0,7504	0,2963
0,42	0,1147	1,160	0,3130	0,2220	0,92	0,3345	0,418	0,7565	0,2944
0,43	0,1197	1,137	0,3229	0,2258	0,93	0,3351	0,407	0,7612	0,2921
0,44	0,1248	1,114	0,3328	0,2295	0,94	0,3352	0,396	0,7662	0,2895
0,45	0,1298	1,092	0,3428	0,2331	0,95	0,3351	0,384	0,7707	0,2865
0,46	0,1353	1,070	0,3527	0,2366	0,96	0,3338	0,372	0,7749	0,2829
0,47	0,1400	1,049	0,3627	0,2401	0,97	0,3325	0,360	0,7785	0,2787
0,48	0,1454	1,030	0,3727	0,2435	0,98	0,329	0,348	0,7817	0,2735
0,49	0,151	1,010	0,3827	0,2468	0,99	0,325	0,334	0,7844	0,2666
0,50	0,156	0,990	0,3927	0,2500	1,00	0,312	0,312	0,7854	0,2500

Tabla de Woodward-Posey

Para esta problemática se adoptó la relación $h/D=0,8$ para evitar que en el caso más desfavorable se colmate la tubería, asegurando que el agua escurra a gravedad y pelo libre. Conociendo todos los parámetros menos el diámetro de la cañería se ingresa a la Tabla de Woodward-Posey y mediante la expresión ofrecida por la misma, se calcula el

diámetro mínimo permitido del conducto con una pendiente de 0.005 m/m, tomando como coeficiente de rugosidad 0,001 dado que se proyectó la cañería con cañería PVC.

Material	AGUAS LIMPIAS Coeficiente k_s (mm)	AGUAS RESIDUALES Coeficiente k_s (mm)	Coeficiente "n" de Manning
PE – PP - PVC	0.010-0.025	0.010-0.025	0.008-0.011
Poliéster - PRFV	0.010-0.025	0.010-0.025	0.008-0.011
Hormigón	0.60-1.20	1.00-1.50	0.013-0.016
Hormigón armado	0.40-1.00	0.60-0.80	0.011-0.016
Gres	0.125-0.250	0.50-1.00	0.008-0.011
Fundición	0.10-0.40	0.60-0.80	0.011-0.014
Fibrocemento	0.025-0.040	0.30-0.40	0.009-0.012

Valores de rugosidad "n" de distintos materiales

Debe verificarse que el caudal en cualquier conducto sea menor o igual al caudal máximo calculado por lo que se tomó como referencia el caudal dado por la bomba para desagotar la pileta.

Si en algún caso, no se cumpliera esta condición, se deberá verificar el cálculo utilizando la pendiente del tramo en cuestión. De obtener un valor desfavorable se deberá incrementar el diámetro de la cañería. La cañería de conducción se la dimensiona como un canal abierto, (para el máximo caudal la misma no trabajará llena), por lo que se verifica la relación de llenado H/D. Para tal fin se utilizó la ecuación de Woodward y Posey que se basa en el principio de la hidráulica de canales.

Para obtener el caudal máximo esperado se evaluaron las diversas situaciones adoptando la más desfavorable. Dado que los pluviales proyectados originalmente en la vivienda concurren a la cámara principal y allí conducen el agua por gravedad se tomó como situaciones:

- Escorrentía debida a la máxima precipitación esperada
- Desagüe de piscina
- Escorrentía subterránea

Escorrentía lluvia:

Se tomó como dato para el cálculo del caudal la precipitación ocurrida el día 07 de abril de 2014 de 118 mm/día. En la siguiente figura se indica el área de influencia de precipitaciones que descargan a pluviales proyectados.

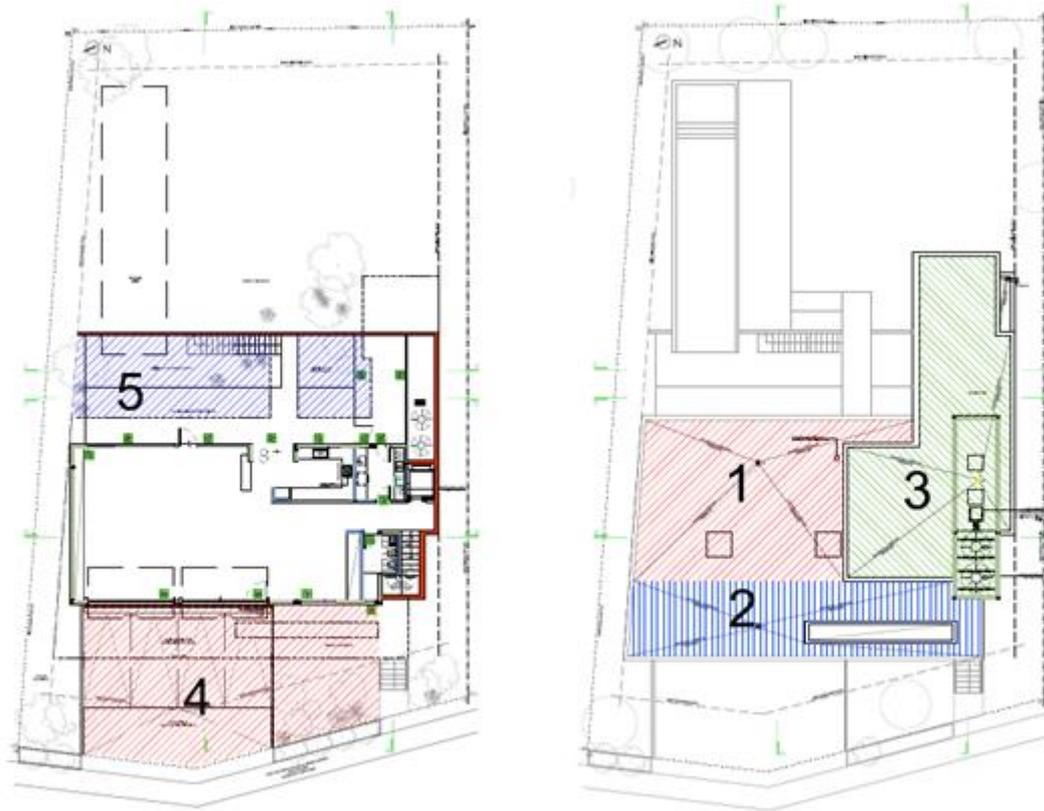


Figura 7-32 Área de influencia de precipitación

Se considera que el agua caída en el patio descargará sobre el cordón cuneta con una canaleta circulando perimetralmente a la vivienda, por lo que dicho caudal no escurriría hacia el drenaje a construir, por lo tanto no es tenido en cuenta para el cálculo.

Los datos de caudales figuran en la siguiente tabla:

Zonas de captación	Área de influencia	Precipitación	Caudal
	(m ²)	(mm/día)	(l/s)
1	94	118	0,190
2	62	118	0,129
3	100	118	0,136
4	130	118	0,178
5	67	118	0,091
6	300	118	0,410

Caudal total: 1,134 l/seg

Desagüe piscina: Como la piscina no cuenta con desagüe, el mismo se proyectó por bombeo y descargando en pluviales existentes.

Dado que la bomba ya se encuentra obra se tomaron los datos de uso:



Figura 7-33 Caudal máximo: 22 m³/h = 6,11 l/s

Escorrentía subterránea:

Como se explicó anteriormente, para evaluar el comportamiento del terreno se utilizó como cámara de captación el bajo recorrido del ascensor. Si bien no se conoce como circula el agua en el terreno, se debería realizar un análisis hidrológico de la zona, se tomó como hipótesis simplificativa que en todo el lote se comporta de igual modo que en la cámara de captación. Por tal motivo, se utilizaron los datos obtenidos y se extrapoló en todo el lote.

Área total de captación: 2,85 m² ----- Caudal: 0,04 l/seg

Área total de la vivienda: 280 m² ----- Caudal: 4,2 l/seg

Las combinaciones que se realizan es considerando que no se descargará la piscina en el día de máxima lluvia, pero siempre estará presente la escorrentía subterránea. Si bien, la misma fluctúa dependiendo del riego de lotes vecinos, del clima, de la estación del año, los datos variables por lo que se considera que el máximo caudal tomado en obra será de forma permanente. Para poder conocer con mayor precisión el comportamiento del agua subterránea se deberá realizar un análisis hidrológico en toda la zona, análisis que excede el presente informe.

Combinaciones adoptadas:

Agua de lluvia + agua subterránea = 5,334 l/seg

Descarga de piscina + agua subterránea = 10,321 l/seg

Se puede observar que el caso más desfavorable será el día que se descargue la piscina.

Para las 2 condiciones se dimensionó con cañerías independientes dado que el diámetro máximo a utilizar de cañería es 110 mm:

TABLAS DE WOODWARD Y POSEY

$\frac{h}{d}$	$\frac{Q \cdot n}{d^{5/3} \sqrt{i}}$	$\frac{Q \cdot n}{h^{5/3} \sqrt{i}}$	$\frac{\Omega}{d^2}$	$\frac{R}{d}$	$\frac{h}{d}$	$\frac{Q \cdot n}{d^{5/3} \sqrt{i}}$	$\frac{Q \cdot n}{h^{5/3} \sqrt{i}}$	$\frac{\Omega}{d^2}$	$\frac{R}{d}$
0,01	0,000047	10,12	0,0013	0,0066	0,51	0,161	0,970	0,4027	0,2531
0,02	0,00021	7,11	0,0037	0,0132	0,52	0,166	0,952	0,4127	0,2562
0,03	0,00050	5,76	0,0069	0,0197	0,53	0,172	0,934	0,4227	0,2592
0,04	0,00093	4,97	0,0105	0,0262	0,54	0,177	0,917	0,4327	0,2621
0,05	0,00149	4,41	0,0147	0,0325	0,55	0,182	0,899	0,4426	0,2649
0,06	0,00221	4,00	0,0192	0,0389	0,56	0,188	0,882	0,4526	0,2676
0,07	0,00306	3,68	0,0242	0,0451	0,57	0,193	0,865	0,4625	0,2703
0,08	0,00406	3,43	0,0294	0,0513	0,58	0,199	0,849	0,4724	0,2728
0,09	0,00522	3,20	0,0350	0,0575	0,59	0,204	0,833	0,4822	0,2753
0,10	0,00651	3,02	0,0409	0,0635	0,60	0,209	0,818	0,4920	0,2776
0,11	0,00795	2,86	0,0470	0,0695	0,61	0,215	0,802	0,5018	0,2799
0,12	0,00954	2,72	0,0534	0,0755	0,62	0,220	0,787	0,5115	0,2821
0,13	0,01127	2,60	0,0600	0,0813	0,63	0,225	0,773	0,5212	0,2842
0,14	0,01314	2,48	0,0668	0,0871	0,64	0,231	0,758	0,5308	0,2862
0,15	0,01511	2,38	0,0739	0,0929	0,65	0,236	0,744	0,5404	0,2882
0,16	0,0173	2,29	0,0811	0,0985	0,66	0,241	0,730	0,5499	0,2900
0,17	0,0196	2,21	0,0885	0,1042	0,67	0,246	0,716	0,5594	0,2917
0,18	0,0220	2,13	0,0961	0,1097	0,68	0,251	0,703	0,5687	0,2933
0,19	0,0246	2,06	0,1039	0,1152	0,69	0,256	0,689	0,5780	0,2948
0,20	0,0273	1,99	0,1118	0,1206	0,70	0,261	0,676	0,5872	0,2962
0,21	0,0302	1,93	0,1199	0,1259	0,71	0,266	0,663	0,5964	0,2975
0,22	0,0331	1,88	0,1281	0,1312	0,72	0,271	0,650	0,6054	0,2987
0,23	0,0361	1,83	0,1365	0,1364	0,73	0,275	0,637	0,6142	0,2998
0,24	0,0394	1,77	0,1449	0,1416	0,74	0,280	0,625	0,6231	0,3008
0,25	0,0427	1,72	0,1535	0,1466	0,75	0,284	0,612	0,6319	0,3017
0,26	0,0462	1,68	0,1623	0,1516	0,76	0,289	0,600	0,6405	0,3024
0,27	0,0497	1,63	0,1711	0,1566	0,77	0,293	0,588	0,6489	0,3031
0,28	0,0534	1,59	0,1800	0,1614	0,78	0,297	0,576	0,6573	0,3036
0,29	0,0571	1,55	0,1890	0,1662	0,79	0,301	0,564	0,6656	0,3039
0,30	0,0610	1,51	0,1982	0,1709	0,80	0,305	0,553	0,6736	0,3042
0,31	0,0650	1,481	0,2074	0,1756	0,81	0,308	0,541	0,6815	0,3043
0,32	0,0691	1,440	0,2167	0,1802	0,82	0,312	0,530	0,6893	0,3043
0,33	0,0733	1,407	0,2260	0,1847	0,83	0,315	0,518	0,6969	0,3041
0,34	0,0776	1,380	0,2355	0,1891	0,84	0,318	0,507	0,7043	0,3038
0,35	0,0820	1,348	0,2450	0,1935	0,85	0,321	0,496	0,7115	0,3033
0,36	0,0864	1,318	0,2546	0,1978	0,86	0,324	0,484	0,7186	0,3026
0,37	0,0909	1,289	0,2642	0,2020	0,87	0,325	0,473	0,7254	0,3018
0,38	0,0955	1,262	0,2739	0,2062	0,88	0,326	0,462	0,7320	0,3007
0,39	0,1003	1,235	0,2836	0,2102	0,89	0,330	0,451	0,7384	0,2995
0,40	0,1051	1,209	0,2934	0,2142	0,90	0,3325	0,440	0,7440	0,2980
0,41	0,1099	1,184	0,3032	0,2182	0,91	0,3338	0,429	0,7504	0,2963
0,42	0,1147	1,160	0,3130	0,2220	0,92	0,3345	0,418	0,7565	0,2944
0,43	0,1197	1,137	0,3229	0,2258	0,93	0,3351	0,407	0,7612	0,2921
0,44	0,1248	1,114	0,3328	0,2295	0,94	0,3352	0,396	0,7662	0,2895
0,45	0,1298	1,092	0,3428	0,2331	0,95	0,3351	0,384	0,7707	0,2865
0,46	0,1353	1,070	0,3527	0,2366	0,96	0,3338	0,372	0,7749	0,2829
0,47	0,1400	1,049	0,3627	0,2401	0,97	0,3325	0,360	0,7785	0,2787
0,48	0,1454	1,030	0,3727	0,2435	0,98	0,329	0,348	0,7817	0,2735
0,49	0,151	1,010	0,3827	0,2468	0,99	0,325	0,334	0,7844	0,2666
0,50	0,156	0,990	0,3927	0,2500	1,00	0,312	0,312	0,7854	0,2500

$$\frac{h}{d} = 0,8 \rightarrow \frac{Qn}{d^{8/3} \sqrt{i}} = 0,305$$

$$d = \left(\frac{Qn}{0,305 \sqrt{i}} \right)^{3/8}$$

$$d_{min[m]} = \left(\frac{Q_{[m^3/s]} 0,01}{0,305 \sqrt{0,005}} \right)^{3/8}$$

Condición Analizada	Caudal (m ³ /seg)	Diámetro mínimo interno (m)	Diámetro adoptado (m)
Descarga piscina	6,11x10 ⁻³	0,11	0,11
Escorrentía subterránea	4,21x10 ⁻³	0,09	0,11

Resumiendo:

Diámetro mínimo necesario piscina: 0,11 m

Diámetro mínimo necesario escorrentía subterránea: 0,09 m

Se adopta colocar en la salida de la cámara principal dos cañerías de diámetro 0,11 m que descarguen a gravedad a cordón cuneta aguas debajo de la vivienda.

7.5 Procedimiento de ejecución.

Se deberá asegurar asegurar que se utilicen los materiales adecuados como así también la mano de obra y la forma de trabajar deberá seguir un procedimiento. Asimismo, durante el tiempo de la ejecución de las tareas, se deberá tener un caudal controlado para evitar el arrastre de material o posible socavación del terreno y poder realizar las tareas sin presencia de agua por lo que se propone el siguiente plan de acción:

1- Construir cámara principal ubicada al Noroeste del terreno

Para dicha tarea se realizará una cámara de hormigón armado realizada in situ con dimensiones de 1,00 x 1,00 metros. La profundidad dependerá de las cañerías que ingresen a la cámara, considerando las pendientes adoptadas la profundidad de la misma será de 1,80 metros respecto al piso terminado de planta baja, la misma deberá ser ajustada en obra verificando que la cañería de salida quede por debajo respecto a todas las de entrada.

2- Realizar el tramo 3-4 y 5-6

Ambos tramos se pueden realizar en forma paralela

3- Instalar la cámara I ubicada al norte. Para dicha cámara se recomienda el uso de cámaras prefabricadas de 0,6 x 0,6 m.

4- Instalar cañerías del tramo 1-2

5- Instalar cañerías del 6-7

Esta solución no contempla costos ni tiempos de ejecución lo cual no se puede obviar. En obra se colocó una altura promedio de 3,30 m de relleno granular sobre el lateral del muro de hormigón armado del bajo recorrido del ascensor, realizar el movimiento para poder instalar el tramo 6-7 implica un costo adicional al cliente y demoras en los tiempos de obra, por tal motivo se propone otra alternativa, evitar realizar el tramo 6-7 desde el bajo recorrido del ascensor, e impermeabilizarlo utilizando productos adecuados.

El bajo recorrido del ascensor presenta dos problemáticas que favorecen a la filtración de agua en su interior, sobre la cara norte el hormigón se encuentra deteriorado permitiendo el paso de agua a la cámara y sobre la cara sur se puede evidenciar una falta de hormigonado entre el bajo recorrido y el muro superior:

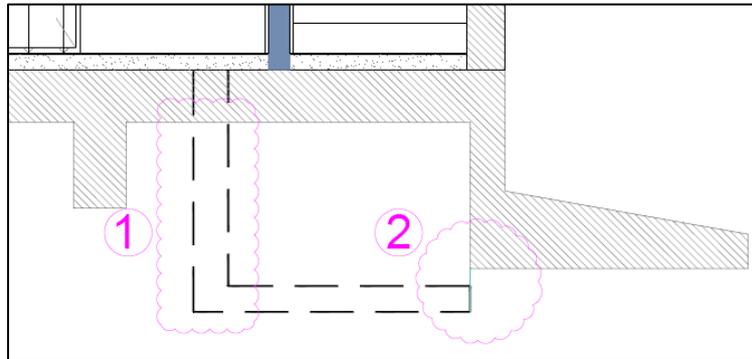


Figura 7-34 Situación real bajo recorrido ascensor



2- Zona sin hormigonar

1- Hormigón con oquedades

Dado el estado en el que se encuentran los muros del bajo recorrido se desecha la opción de sellar las fisuras con pintura asfáltica dada la presión que debe soportar y el estado en el que se encuentra el hormigón, para tal fin se propone como solución utilizar productos diseñados especialmente este tipo de inconvenientes:

- En primer lugar deberá estar en funcionamiento el sistema de drenaje para asegurar que el nivel de la napa esté por debajo de los niveles de la construcción.
- Lo expuesto en el punto anterior permitirá vaciar la totalidad del agua dentro del bajo recorrido y limpiar todas las paredes del muro de hormigón.

- Sobre la cara situada en el muro de hormigón armado, se deberán limpiar el hierro con cepillo de acero y colocar la armadura restante, la misma se deberá anclar a la losa inferior utilizando insertos químicos tipo AnchorFix 2 de Sika y realizar el vertido de hormigón con aditivo acelerante de fragüe.
- Previamente a la aplicación de los productos impermeabilizantes se deberá remover los sectores muy deteriorados y luego impregnar con impermeabilizaciones cementicias o similares sobre el hormigón tipo Monotop 107 de Sika. Posteriormente se reponen los muros con mortero amasado con agua e hidrófugo con proporciones adecuadas.
- Las armaduras que se encuentren afectadas por el óxido deberán ser tratadas mediante el empleo de cepillo de acero o chorro de arena, para lograr su total limpieza, reemplazando algún tramo de hacer en caso de que su sección efectiva se encontrase disminuido.
- Las esquinas son puntos fríos de cualquier estructura y favorecen a la filtración de agua, por lo que se recomienda colocar juntas estancas selladas utilizando sellador elastomérico poliuretánico tipo Sikaflex 1ª plus o similar.
- En fisuras y grietas se deberá aplicar un mortero obturador de agua tipo weber.tec imperstop o similar, el cual genera taponamiento instantáneo de filtración y vías de agua, a través de fisuras o roturas (aun con presencia de agua), puede soportar presión y contra presión ya que adquiere alta resistencia en corto tiempo

Propiedades Físicas / Mecánicas		
Resistencia a la compresión	(Según IRAM 1622)	
	3 días	~ 21 MPa
	7 días	~ 25,5 MPa
	28 días	~ 34 MPa
Resistencia a la Flexión	(Según IRAM 1622 / 20°C)	
	3 días	~ 5 MPa
	7 días	~ 6,7 MPa
	28 días	~ 7,5 MPa
Resistencia a la Tracción	7 días: ~ 1,45 MPa (falla del sustrato de hormigón) 28 días: ~ 1,75 MPa (falla del sustrato de hormigón)	

Especificaciones técnicas de weber.tec imperstop

Capítulo 8 - Estudio cloacal

8.1 Introducción

En cuanto a la infraestructura cloacal:

1. El sistema cloacal de la vivienda se encuentra proyectado por debajo del nivel de la calzada.
2. El barrio no cuenta con conforme a obra de redes colectoras por lo que se desconoce la profundidad de la misma.

La propuesta del proyecto original es eliminar los afluentes cloacales por bombeo, situación ésta que debería ser aprobada por el organismo competente y además conlleva a diversos problemas de operación y mantenimiento, especialmente ante cortes de electricidad y/o rotura de la bomba, lo que originará malos olores.

En el caso de los desagües cloacales de una vivienda las Normas definen cómo debe ser la instalación (cañerías, ventilaciones, conexión domiciliaria, etc):

Salida conexión perpendicular a línea municipal, lugar conveniente, acceso común con ángulo mínimo reglamentario de desagüe 90° y pendiente máxima y mínima de acuerdo a la cañería a colocar (1:20 a 1:60 para diámetro 100 cm y 1:20 a 1:100 para 150 cm diámetro) con una tapada mínima de 50 cm. Pendientes mayores pueden producir la separación de sólidos y líquidos, mientras que pendientes menores pueden producir el depósito de sólidos, por lo que se exige en estos casos la instalación de sistemas de inundación para el lavado de las cañerías.

8.2 Desagüe de artefactos situados bajo nivel de vereda

Las posibles soluciones para evacuar las aguas pueden ser:

Por gravedad: Cuando la profundidad y el funcionamiento de la colectora lo permitan. Salvo en casos especiales no se admitirán desagües por bombeo de artefactos que puedan desaguar por gravitación. Se debe asegurar que ninguna obstrucción en la colectora provoque inundación.

Por bombeo: La descarga de los artefactos se realizara a un pozo impermeable, siendo de 500 litros su capacidad máxima. Se debe tratar de evitar que la capacidad sea mayor para evitar que el líquido permanezca mucho tiempo en el pozo y aumente su septización.

8.3 Análisis de la situación

En el proyecto original se consideró eliminar los afluentes con bomba. Construir un pozo bombeo implica instalar equipos electrobombedores que exigen operación y mantenimiento continuo para un correcto funcionamiento; ello requiere contar con personal especializado para tal fin.

Se toma como otra posible solución, utilizar un sistema individual, lo que debe ser aprobado por el organismo competente. Uno de los inconvenientes que se presenta es en el destino final del efluente (líquido tratado) que debe ser el terreno, que en este caso está construido por un estrato de suelo fino de baja profundidad sobre arenisca consolidada lo que no permite la infiltración del líquido. Otra opción es el bombeo del líquido tratado fuera del predio lo que implica la instalación de un bombeo y su correspondiente mantenimiento y costos de energía. Además no existe punto de desagüe para impulsar líquido septizado.

Adicionalmente para este tipo de afluentes se debe, necesariamente, cumplir los siguientes requisitos:

- Se necesitan estratos favorables a la infiltración luego del primer metro de profundidad
- La distancia mínima de cualquier punto del pozo a una vivienda debe ser, al menos, de 6 metros y por las dimensiones del terreno es imposible proyectarla
- La distancia del pozo a cualquier árbol debe ser como mínimo 5 metros.

Puesto que el barrio cuenta con red de colectoras cloacales, lo más aconsejable desde todo punto de vista (ambiental, económico y de sentido común), es la descarga de desechos cloacales por gravedad, a la red del barrio, en un punto inferior al proyectado. De ser necesario se podrá recurrir al Artículo 4.5. del barrio Bocahue para el paso de servidumbre.

8.4 Estudio de diferentes propuestas

En obra se relevaron los diferentes niveles de la calzada, en su punto más bajo el nivel de calzada se encuentra 10 cm por debajo del nivel de piso terminado; como ocurre con el análisis pluvial, la cañería cloacal prevista se encuentra a 50 cm debajo del nivel de piso terminado, la pendiente pronunciada de la calzada favorece un gran desnivel en corta distancia por lo que se analizó y proyectó la conexión a la red en un punto más alejado de la vivienda, que favorezca el escurrimiento a gravedad. Información

proporcionada por el personal de mantenimiento del barrio aseguran que la red cloacal posee una tapada de 120 centímetros, la misma ubicada en centro del pavimento.

Con la información obtenida se concluyó realizar el tendido de cañería, en un todo de acuerdo con la Normativa del EPAS hasta el punto de conexión a la red cloacal. Para ello deberá romperse el pavimento hasta la red colectora en el punto indicado y respetando una tapada mínima de 50 centímetros.

Al colocar la cañería se deberá tener en cuenta:

- 1- El fondo de la zanja deberá ser firme y estar libre de piedras, raíces o afloramientos rocosos.
- 2- La cañería deberá apoyarse sobre un lecho de arena de 10 cm de espesor
- 3- Se debe cubrir la cañería hasta las $\frac{3}{4}$ partes de su diámetro con arena o tierra tamizada
- 4- Luego de compactar se debe cubrir con otra capa de 25 cm de arena o tierra tamizada
- 5- Finalmente compactar y completar la tapada con material de relleno

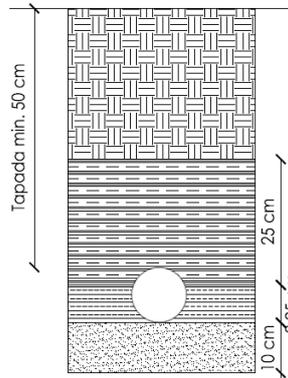


Figura 8-1 Detalle tapada

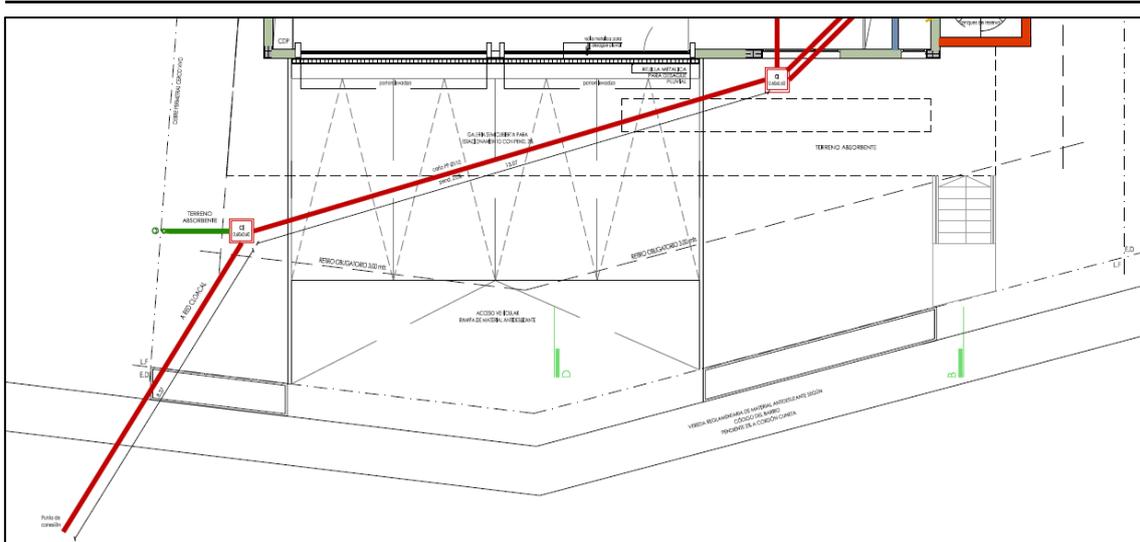


Figura 8-2 Vista en planta

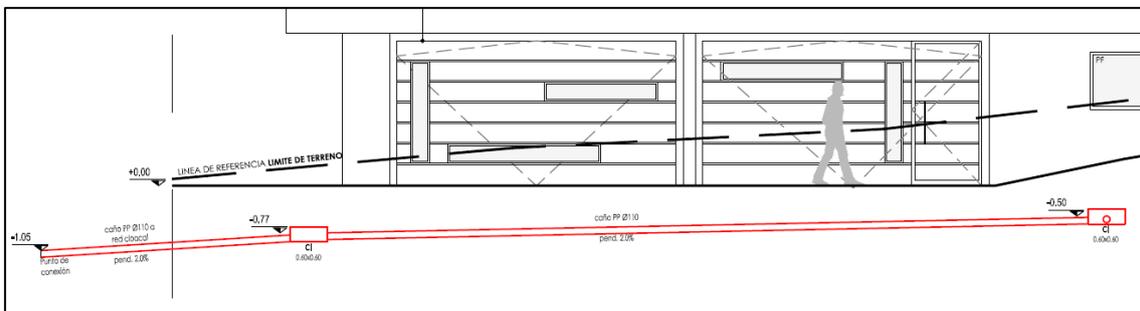


Figura 8-3 Vista frontal

Como se puede observar se modificó el proyecto original de sistema pluvial y cloacal. Los mismos no tenían previstos como evacuar los efluentes ni aguas pluviales y a su vez se solucionó una problemática evidenciada a los comienzos de la obra del agua subterránea.

Capítulo 9 – Conclusión

A la hora de proyectar una obra edilicia se debe tener en cuenta una gran cantidad de detalles, lo que obliga a profesionales de diferentes áreas a trabajar de forma colaborativa para un fin en común que es darle integridad, seguridad estructural y funcionalidad para la cual se proyectó.

En la elaboración del cálculo estructural es necesario realizar una verificación de todos los elementos estructurales actuantes, considerando los valores establecidos por la normativa a utilizar y poseer. Se debe evaluar la estructura bajo cargas horizontales y evitar grandes esfuerzos torsionales.

Es fundamental una correcta ejecución de las tareas en obra, por lo que se debe contar con mano de obra calificada. La documentación a entregar debe poseer un nivel de detalle acorde a la envergadura del proyecto y es necesario un contar con un profesional en obra para asegurar la correcta ejecución de las diferentes tareas.

No se debe dejar de lado que inconvenientes no previstos, errores de ejecución o falta de información por parte del proyecto original se traducen costo adicional al propietario e incremento en tiempos de obra.

ANEXO I

A continuación se presentan los esfuerzos p^{ésimos} del cálculo estructural original:

Resumen de las comprobaciones													
Columnas	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos p ^{ésimos}						Pésima	Aprov. (%)	Estado
					Naturaliza	N (t)	Mxx (t-m)	Myy (t-m)	Qx (t)	Qy (t)			
C1	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	12.01	1.08	-0.30	0.15	0.62	N,M	68.8	Cumple
				Cabeza	G, S	8.26	0.85	-0.19	0.15	0.56	N,M	52.4	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	12.64	1.09	0.32	-0.17	0.61	N,M	70.7	Cumple
				Cabeza	G, V	8.50	0.84	0.23	-0.17	0.55	N,M	53.2	Cumple
	Losa 1	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	12.26	-0.93	0.31	0.15	0.62	N,M	61.7	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	12.90	-0.91	-0.33	-0.17	0.61	N,M	62.2	Cumple
C2	Losa 1	0.00/3.16	18x30	Pie	G, Q, N, S	42.40	1.19	-1.46	-0.08	-0.68	N,M	69.3	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	41.83	-1.17	1.43	-0.08	-0.69	N,M	68.0	Cumple
				Pie	G, Q, N	48.61	1.40	-1.86	-0.12	-0.74	N,M	84.3	Cumple
				Cabeza	G, V, N	41.43	-1.22	1.41	-0.07	-0.76	N,M	67.7	Cumple
	Fundación	-0.71/0.00	18x30	Pie	G, Q, N, S	42.40	1.19	-1.46	-0.08	-0.68	N,M	69.3	Cumple
				Pie	G, Q, N	48.61	1.40	-1.86	-0.12	-0.74	N,M	84.3	Cumple
C3	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Pie	G, Q, N, S	13.40	-1.18	-0.61	-0.35	0.54	N,M	87.9	Cumple
				Pie	G, S	9.06	-1.00	-0.46	-0.28	0.51	N,M	72.0	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	14.08	-1.19	-1.22	-0.65	0.54	N,M	118.6	No cumple
				Pie	G, V	9.28	-1.00	-1.00	-0.57	0.51	N,M	99.4	Cumple
	Losa 1	-0.18/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	13.40	-1.18	-0.61	-0.35	0.54	N,M	87.9	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	14.08	-1.19	-1.22	-0.65	0.54	N,M	118.6	No cumple
C4	Losa 1	0.00/3.16	18x30	Pie	G, Q, N, S	32.49	-0.88	-0.96	-0.19	0.00	N,M	49.3	Cumple
				Cabeza	G, Q, S	31.31	-0.84	0.91	-0.25	-0.04	N,M	47.2	Cumple
				Pie	G, Q, N	37.54	1.04	-1.20	-0.27	-0.12	N,M	58.9	Cumple
				Cabeza	G, Q	36.42	-1.00	1.14	-0.28	-0.15	N,M	56.6	Cumple
	Fundación	-0.71/0.00	18x30	Pie	G, Q, N, S	32.49	-0.88	-0.96	-0.19	0.00	N,M	49.3	Cumple
				Pie	G, Q, N	37.54	1.04	-1.20	-0.27	-0.12	N,M	58.9	Cumple
C5	Losa 2	0.00/3.16	2xUPN 200(I)	Cabeza	G, Q, N, S	22.74	1.99	-1.37	0.84	1.01	PM _x M _y V _x V _y T	64.7	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	22.63	0.10	-1.10	-0.94	0.31	PM _x M _y V _x V _y T	32.1	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	23.46	-1.10	-0.04	0.05	1.44	PM _x M _y V _x V _y T	35.8	Cumple
				Cabeza	G, Q, S	21.97	1.95	-1.37	0.84	0.99	PM _x M _y V _x V _y T	63.6	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	23.30	2.66	-0.16	0.05	1.44	PM _x M _y V _x V _y T	62.5	Cumple
				Cabeza	G, Q, S	22.53	2.63	-0.16	0.05	1.43	PM _x M _y V _x V _y T	61.4	Cumple
C6	Losa 1	0.00/3.16	2xUPN 200(I)	Pie	G, Q, N	94.87	0.12	-0.21	-0.32	-0.18	PM _x M _y V _x V _y T	77.7	Cumple
				Pie	G, V, N	73.80	0.21	-0.17	-0.25	-0.30	PM _x M _y V _x V _y T	62.3	Cumple
				Cabeza	G, V, N	73.64	-0.59	0.48	-0.25	-0.30	PM _x M _y V _x V _y T	71.1	Cumple
				Cabeza	G, Q, N	94.71	-0.34	0.61	-0.32	-0.18	PM _x M _y V _x V _y T	84.7	Cumple
C7	Losa 2	0.00/3.16	2xUPN 200(I)	Pie	G, Q, V, N	20.66	0.23	-1.92	-1.53	-0.24	PM _x M _y V _x V _y T	42.1	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	19.97	2.51	-0.46	-0.41	-2.35	PM _x M _y V _x V _y T	60.8	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	20.50	-0.40	2.06	-1.53	-0.24	PM _x M _y V _x V _y T	46.1	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	19.81	-3.63	0.61	-0.41	-2.35	PM _x M _y V _x V _y T	80.8	Cumple
				Cabeza	G, S	16.78	-3.46	0.55	-0.36	-2.24	PM _x M _y V _x V _y T	75.0	Cumple
C8	Losa 1	0.00/3.16	2xUPN 200(I)	Pie	G, V, N	36.28	0.75	0.02	0.03	-1.10	PM _x M _y V _x V _y T	40.8	Cumple
				Pie	G, Q, N	53.26	1.06	-0.01	-0.02	-1.55	PM _x M _y V _x V _y T	59.0	Cumple
				Cabeza	G, V, N	36.12	-2.11	-0.06	0.03	-1.10	PM _x M _y V _x V _y T	65.4	Cumple
				Cabeza	G, Q, N	53.10	-2.97	0.03	-0.02	-1.55	PM _x M _y V _x V _y T	93.4	Cumple
C9	Losa 2	0.00/3.16	2xUPN 200(I)	Cabeza	G, Q, N, S	12.33	3.69	-0.18	0.16	1.79	PM _x M _y V _x V _y T	71.2	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	11.57	-0.60	0.83	0.87	1.31	PM _x M _y V _x V _y T	27.7	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	12.49	-0.99	0.23	0.16	1.79	PM _x M _y V _x V _y T	28.0	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	11.38	2.78	-1.42	0.86	1.29	PM _x M _y V _x V _y T	69.6	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	12.34	3.69	-0.18	0.16	1.79	PM _x M _y V _x V _y T	71.2	Cumple
C10	Losa 1	0.00/3.16	40x18	Pie	G, Q, N, S	47.63	-1.48	1.38	0.68	0.15	N,M	52.8	Cumple
				Cabeza	G, Q, S	45.22	1.37	-1.31	0.67	0.22	N,M	49.6	Cumple
				Pie	G, Q, N	58.31	-2.05	1.72	0.83	0.21	N,M	68.5	Cumple



Resumen de las comprobaciones													
Columnas	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado
					Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)			
				Cabeza	G, Q	56.74	1.96	-1.67	0.83	0.23	N,M	65.9	Cumple
	Fundación	-0.42/0.00	40x18	Pie	G, Q, N, S	47.63	-1.48	1.38	0.68	0.15	N,M	52.8	Cumple
				Pie	G, Q, N	58.31	-2.05	1.72	0.83	0.21	N,M	68.5	Cumple
C11	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Pie	G, Q, N, S	8.44	-0.19	0.72	0.46	0.00	N,M	38.3	Cumple
				Pie	G, S	5.78	-0.13	0.53	0.36	0.00	N,M	27.7	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	8.52	-0.20	0.85	0.55	0.00	N,M	43.6	Cumple
	Losa 2	-0.23/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	8.44	-0.19	0.72	0.46	0.00	N,M	45.8	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	8.52	-0.20	0.85	0.55	0.00	N,M	52.4	Cumple
C12	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.95	0.10	0.56	0.43	-0.10	N,M	32.1	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	-1.18	-0.12	-0.45	0.43	-0.10	N,M	27.5	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	-0.95	0.11	0.66	0.51	-0.10	N,M	37.6	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	-1.18	-0.13	-0.54	0.51	-0.10	N,M	32.2	Cumple
	Losa 2	-0.23/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.95	0.10	0.56	0.43	-0.10	N,M	51.7	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	-0.95	0.11	0.66	0.51	-0.10	N,M	60.5	Cumple
C13	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.98	0.75	0.08	0.06	-0.54	N,M	41.7	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	-1.21	-0.53	-0.07	0.06	-0.54	N,M	30.7	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	-1.26	0.72	0.28	0.19	-0.51	N,M	43.8	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	-1.49	-0.50	-0.17	0.19	-0.51	Q	34.6	Cumple
	Losa 2	-0.23/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.98	0.75	0.08	0.06	-0.54	N,M	67.6	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	-1.26	0.72	0.28	0.19	-0.51	N,M	68.5	Cumple
C14	Losa 2	0.00/3.16	2xUPN 200(I)	Cabeza	G, Q, N, S	17.77	-4.02	-1.03	0.57	-2.58	PM _x M _y V _x V _y T	90.5	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	18.00	1.56	1.76	1.60	-1.39	PM _x M _y V _x V _y T	58.7	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	17.95	2.84	0.46	0.55	-2.58	PM _x M _y V _x V _y T	64.9	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	17.84	-2.14	-2.49	1.60	-1.39	PM _x M _y V _x V _y T	76.2	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	17.78	-4.03	-1.00	0.55	-2.58	PM _x M _y V _x V _y T	90.2	Cumple
				Cabeza	G, S	13.75	-3.83	-0.93	0.51	-2.44	PM _x M _y V _x V _y T	83.1	Cumple
C15	Losa 1	0.00/3.16	18x40	Cabeza	G, Q, N, S	22.78	-2.90	-0.56	0.07	-2.03	N,M	30.4	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	21.27	-2.85	-0.51	0.06	-2.00	N,M	29.1	Cumple
				Cabeza	G, Q, N	38.36	-4.07	-1.08	0.09	-2.78	N,M	48.1	Cumple
	Fundación	-0.71/0.00	18x40	Pie	G, Q, N, S	23.34	2.59	0.57	0.07	-2.03	N,M	28.7	Cumple
				Pie	G, Q, N	38.92	3.62	1.10	0.09	-2.78	N,M	45.6	Cumple
C16	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	12.41	-0.30	0.35	-0.23	-0.04	N,M	34.6	Cumple
				Cabeza	G, N, S	11.73	-0.28	0.34	-0.23	-0.04	N,M	33.0	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	13.63	0.34	-0.52	-0.36	-0.04	N,M	43.5	Cumple
				Cabeza	G, V, N	12.72	-0.31	0.51	-0.36	-0.04	N,M	41.6	Cumple
	Losa 2	-0.23/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	12.64	0.31	-0.31	-0.23	-0.04	N,M	33.8	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	13.63	0.34	-0.52	-0.36	-0.04	N,M	43.5	Cumple
C17	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	-3.59	-0.98	0.13	-0.11	-0.77	N,M	60.7	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	-4.22	-0.88	0.27	-0.25	-0.69	N,M	58.2	Cumple
				Cabeza	G, Q, N	-3.96	-1.05	0.14	-0.12	-0.82	Q	70.8	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	-4.69	-0.92	0.36	-0.33	-0.73	Q	75.8	Cumple
	Losa 2	-0.23/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	-3.36	0.85	-0.14	-0.11	-0.77	N,M	88.4	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	-4.46	0.80	-0.42	-0.33	-0.73	N,M	94.4	Cumple
C18	Losa 2	0.00/3.16	2xUPN 200(I)	Cabeza	G, Q, N, S	5.40	-6.03	0.50	-0.32	-3.80	PM _x M _y V _x V _y T	83.5	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	5.56	3.90	-0.31	-0.30	-3.81	PM _x M _y V _x V _y T	55.3	Cumple
				Pie	G, Q, S	7.55	2.08	-1.29	-1.24	-2.30	PM _x M _y V _x V _y T	50.2	Cumple
				Cabeza	G, Q, S	7.39	-3.91	1.93	-1.24	-2.30	PM _x M _y V _x V _y T	81.9	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	5.40	-6.04	0.47	-0.30	-3.81	PM _x M _y V _x V _y T	83.0	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	7.58	-3.97	1.93	-1.23	-2.33	PM _x M _y V _x V _y T	82.5	Cumple
				Cabeza	G, S	5.32	-2.63	1.82	-1.16	-1.52	PM _x M _y V _x V _y T	63.2	Cumple
C19	Losa 1	0.00/3.16	30x18	Pie	G, Q, N, S	38.47	1.25	-1.07	-0.01	-0.23	N,M	60.8	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	38.02	-1.22	1.05	-0.01	-0.23	N,M	59.8	Cumple
				Pie	G, Q, N	42.39	1.46	1.19	0.00	-0.21	N,M	69.2	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	37.19	-1.18	1.02	-0.01	-0.21	N,M	58.1	Cumple
	Fundación	-0.71/0.00	30x18	Pie	G, Q, N, S	38.47	1.25	-1.07	-0.01	-0.23	N,M	60.8	Cumple

PIP BOGINO MARCELO



Resumen de las comprobaciones														
Columnas	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado	
					Naturaleza	N (t)	Mxx (t-m)	Myy (t-m)	Qx (t)	Qy (t)				
				Pie	G, Q, N	42.39	1.46	1.19	0.00	-0.21	N,M	69.2	Cumple	
C20	Losa 5	6.81/7.61	18x18	Pie	G, Q, N, S	0.52	-0.39	-0.11	-0.41	0.63	Q	38.6	Cumple	
				Pie	G, Q, N, S	0.53	-0.39	-0.11	-0.41	0.63	Q	38.6	Cumple	
				Pie	G	0.57	-0.39	-0.12	-0.44	0.60	Q	43.1	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	0.63	-0.35	-0.19	-0.69	0.53	Q	49.6	Cumple	
	Losa 4	6.11/6.81	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	3.77	0.54	0.47	-1.49	1.21	Q	74.9	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	3.78	0.53	0.47	-1.50	1.23	Q	75.5	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	3.99	0.51	0.53	-1.70	1.22	Q	91.9	Cumple	
	Losa 3	3.16/6.11	18x18	Pie	G, Q, N, S	4.16	0.79	-1.21	-0.79	-0.53	N,M	68.4	Cumple	
				Pie	G, Q, N, S	3.10	1.27	-0.58	-0.38	-0.87	N,M	63.0	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	4.43	0.97	-1.47	-0.96	-0.64	N,M	83.1	Cumple	
	Losa 2	0.00/3.16	18x18	6.32 m	G, Q, N, S	4.16	0.79	-1.21	-0.79	-0.53	N,M	55.5	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	4.04	1.12	0.09	-0.01	0.52	N,M	34.4	Cumple	
				6.32 m	G, Q, V, N	4.43	0.97	-1.47	-0.96	-0.64	N,M	67.2	Cumple	
				Cabeza	G, V	5.69	0.13	1.01	-0.47	0.04	N,M	33.2	Cumple	
Losa 1	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, S	6.67	-0.15	-0.28	-0.37	0.13	N,M	21.8	Cumple		
			Pie	G, Q, V	7.39	-0.17	-0.36	-0.48	0.07	N,M	26.6	Cumple		
C21	Losa 3	3.16/6.11	18x18	Pie	G, Q, N, S	5.23	1.08	0.76	0.46	-0.62	N,M	93.4	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	5.51	0.60	1.06	0.69	-0.34	N,M	84.3	Cumple	
	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	13.84	1.51	-1.11	0.39	0.58	N,M	90.5	Cumple	
				Cabeza	G, S	9.68	1.27	-0.72	0.28	0.53	N,M	68.5	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	13.60	0.71	-1.54	0.58	0.27	N,M	78.5	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V	13.31	0.48	-1.64	0.63	0.19	N,M	75.0	Cumple	
	Losa 1	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	14.09	-0.50	0.38	0.39	0.58	N,M	44.4	Cumple	
				Pie	G, Q, N	15.92	-0.44	0.44	0.42	0.19	N,M	46.2	Cumple	
	C22	Losa 5	9.97/10.77	18x18	Pie	G, Q, N, S	0.88	-0.12	-0.19	-0.24	0.53	Q	26.2	Cumple
					Cabeza	G, Q, N, S	0.81	0.19	-0.05	-0.18	0.60	Q	29.9	Cumple
Pie					G, Q, N	0.89	-0.16	-0.18	-0.23	0.64	Q	36.8	Cumple	
Losa 4		9.27/9.97	18x18	Pie	G, Q, N, S	5.15	-0.09	1.05	1.64	-0.79	Q	86.8	Cumple	
				Pie	G, Q, N	5.51	-0.20	1.17	1.79	-0.46	N,M	76.1	Cumple	
				Cabeza	G, V	4.94	-0.50	0.28	1.27	-1.13	Q	66.5	Cumple	
Losa 3		6.32/9.27	18x18	9.27 m	G, Q, N, S	5.15	-0.09	1.05	1.64	-0.79	N,M	66.6	Cumple	
				Cabeza	G, Q, S	11.67	-0.44	-0.29	0.06	-0.24	N,M	37.1	Cumple	
				9.27 m	G, Q, N	5.51	-0.20	1.17	1.79	-0.46	N,M	76.1	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	11.76	-0.30	-0.48	0.25	-0.10	N,M	38.9	Cumple	
Losa 2		3.16/6.32	19x19	Cabeza	G, Q, N, S	28.94	1.49	-0.98	0.24	0.59	N,M	78.9	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	28.92	1.49	-0.98	0.25	0.59	N,M	78.8	Cumple	
				Pie	G, Q, N	35.19	-1.38	1.38	0.29	0.21	N,M	89.4	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V	27.95	0.93	-1.73	0.67	0.20	N,M	84.2	Cumple	
Losa 1		0.00/3.16	30x19	Pie	G, Q, N, S	53.20	-1.95	1.55	0.64	0.08	N,M	66.5	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	52.04	1.88	-1.58	0.64	0.09	N,M	65.0	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N	59.64	2.41	-1.95	0.77	0.12	N,M	79.3	Cumple	
				Cabeza	G, Q	58.85	2.35	-1.93	0.76	0.12	N,M	77.8	Cumple	
Fundación		-0.71/0.00	30x19	Pie	G, Q, N, S	53.20	-1.95	1.55	0.64	0.08	N,M	75.1	Cumple	
				Pie	G, Q, N	60.09	-2.45	1.80	0.77	0.12	N,M	90.0	Cumple	
C23		Losa 3	0.00/2.95	18x18	Pie	G, Q, S	2.24	0.05	0.52	0.32	-0.07	N,M	33.2	Cumple
	Cabeza				G, Q, N, S	2.09	-0.18	-0.38	0.32	-0.07	N,M	28.4	Cumple	
	Pie				G, Q, V	2.18	0.05	0.62	0.38	-0.06	N,M	41.3	Cumple	
	Pie				G, Q, V, N	2.47	0.05	0.63	0.39	-0.07	N,M	41.2	Cumple	
	Losa 2	-0.43/0.00	18x18	Pie	G, Q, S	2.24	0.05	0.52	0.32	-0.07	N,M	33.2	Cumple	
				Pie	G, Q, V	2.18	0.05	0.62	0.38	-0.06	N,M	41.3	Cumple	
C24	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	9.04	-0.32	0.51	-0.36	-0.13	N,M	40.5	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	9.55	-0.31	0.69	-0.51	-0.12	N,M	49.5	Cumple	
				Pie	G, V	6.53	0.15	-0.60	-0.45	-0.09	N,M	37.3	Cumple	
	Losa 2	-0.38/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	9.27	0.22	-0.47	-0.36	-0.13	N,M	34.6	Cumple	

Resumen de las comprobaciones													
Columnas	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos p ^{és} imos						P ^{és} ima	Aprov. (%)	Estado
					Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)			
				Pie	G, Q, V, N	9.78	0.23	-0.69	-0.51	-0.12	N,M	46.3	Cumple
C25	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	7.24	0.61	-0.17	-0.03	0.29	N,M	38.9	Cumple
				Cabeza	G, S	5.17	0.51	-0.12	-0.03	0.26	N,M	31.5	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	7.36	-0.17	-0.87	-0.46	0.11	N,M	51.9	Cumple
				Pie	G, V	5.10	-0.11	-0.80	-0.47	0.07	N,M	46.5	Cumple
	Losa 1	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	7.02	-0.16	-0.51	-0.25	0.11	N,M	33.7	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	7.36	-0.17	-0.87	-0.46	0.11	N,M	51.9	Cumple
C26	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Pie	G, Q, N, S	18.32	0.49	0.90	0.35	-0.06	N,M	69.1	Cumple
				Cabeza	G, S	16.39	-0.43	-0.43	0.35	-0.06	N,M	45.5	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	17.38	0.46	1.27	0.55	-0.08	N,M	86.1	Cumple
				Pie	G, V	11.03	0.26	1.00	0.51	-0.06	N,M	63.3	Cumple
	Losa 2	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	18.32	0.49	0.90	0.35	-0.06	N,M	69.1	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	17.38	0.46	1.27	0.55	-0.08	N,M	86.1	Cumple
C27	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Pie	G, Q, N, S	0.76	-0.37	-0.39	-0.21	0.24	N,M	40.2	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	0.62	-0.31	0.28	0.28	0.21	N,M	31.3	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	1.01	-0.41	-0.76	-0.48	0.26	N,M	64.5	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	0.46	-0.29	0.64	0.55	0.19	N,M	54.1	Cumple
	Losa 2	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	0.76	-0.37	-0.39	-0.21	0.24	N,M	40.2	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	1.01	-0.41	-0.76	-0.48	0.26	N,M	64.5	Cumple
C28	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Pie	G, Q, N, S	20.60	-0.65	-0.65	-0.26	0.04	N,M	65.7	Cumple
				Cabeza	G, S	13.90	0.50	0.37	-0.07	0.29	N,M	44.1	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	21.01	0.67	1.02	-0.46	-0.03	N,M	83.3	Cumple
				Cabeza	G, V	14.53	-0.40	0.79	-0.43	-0.04	N,M	58.7	Cumple
	Losa 1	-0.16/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	20.60	-0.65	-0.65	-0.26	0.04	N,M	65.7	Cumple
				Pie	G, Q, N	23.79	0.82	-0.82	-0.09	0.03	N,M	81.9	Cumple
C29	Losa 1	0.00/3.16	30x18	Pie	G, Q, N, S	37.77	1.18	1.04	0.10	-0.01	N,M	58.7	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	37.36	-1.16	-1.02	0.10	-0.01	N,M	57.9	Cumple
				Pie	G, Q, N	45.34	1.59	1.28	0.12	-0.02	N,M	74.9	Cumple
				Cabeza	G, Q, N	44.93	-1.57	-1.27	0.12	-0.02	N,M	73.9	Cumple
	Fundación	-0.71/0.00	30x18	Pie	G, Q, N, S	37.77	1.18	1.04	0.10	-0.01	N,M	58.7	Cumple
				Pie	G, Q, N	45.34	1.59	1.28	0.12	-0.02	N,M	74.9	Cumple
C30	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Pie	G, Q, N, S	8.71	-0.69	-0.24	-0.17	0.35	N,M	46.0	Cumple
				Pie	G, S	5.85	-0.59	-0.13	-0.10	0.33	N,M	36.4	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	8.77	-0.21	-0.93	-0.56	0.03	N,M	56.8	Cumple
	Losa 1	-0.58/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	8.71	-0.69	-0.24	-0.17	0.35	N,M	46.0	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	8.77	-0.21	-0.93	-0.56	0.03	N,M	56.8	Cumple
C31	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Pie	G, Q, N, S	43.37	2.91	-2.91	-0.14	-0.03	N,M	285.8	No cumple
				Cabeza	G, S	27.25	0.99	-0.99	0.27	0.06	N,M	97.0	Cumple
				Pie	G, Q, N	47.92	-4.22	-4.22	0.08	0.03	N,M	416.7	No cumple
				Cabeza	G, V	25.88	0.90	-1.26	0.45	0.05	N,M	105.7	No cumple
	Losa 1	-0.51/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	43.37	2.91	-2.91	-0.14	-0.03	N,M	285.8	No cumple
				Pie	G, Q, N	47.92	-4.22	-4.22	0.08	0.03	N,M	416.7	No cumple
C32	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	6.47	0.28	-0.91	0.48	0.18	N,M	58.3	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	6.49	0.27	-0.92	0.48	0.17	N,M	58.1	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	6.94	0.27	-1.22	0.69	0.17	N,M	77.4	Cumple
	Losa 1	-0.51/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	6.75	-0.33	0.69	0.48	0.18	N,M	50.4	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	7.22	-0.31	1.13	0.69	0.17	N,M	72.3	Cumple
C33	Losa 5	0.70/1.50	18x18	Cabeza	G, Q, S	0.68	-0.09	0.15	-0.47	0.06	Q	23.4	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	0.68	-0.09	0.15	-0.47	0.07	Q	23.5	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	0.80	-0.15	-0.16	-0.65	0.13	Q	35.7	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	0.75	-0.07	0.19	-0.65	0.13	Q	36.6	Cumple
	Losa 4	0.00/0.70	18x18	Pie	G, Q, N, S	1.44	-0.28	-0.76	-2.02	1.10	N,M	58.4	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	1.03	0.27	0.09	-1.59	1.36	Q	74.9	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	1.66	-0.30	-0.87	-2.38	1.15	N,M	66.1	Cumple
	Losa 3	-0.28/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	1.44	-0.28	-0.76	-2.02	1.10	N,M	58.4	Cumple

Resumen de las comprobaciones													
Columnas	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado
					Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)			
				Pie	G, Q, V, N	1.66	-0.30	-0.87	-2.38	1.15	N,M	66.1	Cumple
C34	Losa 5	0.70/1.50	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.29	-0.45	-0.18	-0.46	1.21	Q	63.1	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	-0.35	0.21	0.07	-0.46	1.21	Q	63.5	Cumple
				Pie	G, Q, N	-0.35	-0.49	-0.19	-0.48	1.34	Q	78.8	Cumple
				Cabeza	G, Q, N	-0.40	0.24	0.07	-0.48	1.34	Q	79.2	Cumple
	Losa 4	0.00/0.70	18x18	9.97 m	G, Q, N, S	-0.29	-0.45	-0.18	-0.46	1.21	N,M	40.9	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	-0.51	0.18	0.08	0.48	0.74	Q	43.8	Cumple
				9.97 m	G, Q, N	-0.35	-0.49	-0.19	-0.48	1.34	N,M	44.5	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	-0.33	0.20	0.02	0.78	0.83	Q	63.4	Cumple
Losa 3	-0.28/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.45	-0.15	0.30	0.50	0.73	N,M	29.3	Cumple	
			Pie	G, Q, V, N	-0.29	-0.18	0.38	0.78	0.83	N,M	34.8	Cumple	
C35	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	7.48	0.31	-0.49	0.27	0.21	N,M	39.2	Cumple
				Cabeza	G, S	5.33	0.18	-0.43	0.27	0.13	N,M	30.3	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	7.80	0.29	-0.78	0.47	0.20	N,M	53.0	Cumple
				Cabeza	G, Q, V	7.75	0.29	-0.78	0.48	0.19	N,M	52.8	Cumple
	Losa 1	-0.16/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	7.51	-0.45	0.17	0.10	0.30	N,M	31.3	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	8.05	-0.30	0.64	0.47	0.20	N,M	45.9	Cumple
C36	Losa 3	3.16/6.11	18x18	Pie	G, Q, N, S	6.23	1.25	-0.15	-0.03	-0.68	N,M	77.3	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	6.21	1.19	0.34	0.10	-0.66	N,M	80.0	Cumple
	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	6.85	1.27	0.16	-0.04	0.64	N,M	77.3	Cumple
				6.32 m	G, Q, V, N	6.21	1.19	0.34	0.10	-0.66	N,M	80.0	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	6.86	0.83	-0.29	0.26	0.42	N,M	55.2	Cumple
	Losa 1	-0.16/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	7.11	-0.60	-0.16	-0.04	0.64	N,M	38.0	Cumple
Pie				G, Q, V, N	7.11	-0.39	0.48	0.26	0.42	N,M	42.5	Cumple	
C37	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Cabeza	G, N, S	3.68	-0.13	0.58	-0.40	-0.10	N,M	35.9	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	4.14	-0.12	0.60	-0.41	-0.09	N,M	35.3	Cumple
				Cabeza	G, V, N	2.95	-0.11	0.90	-0.63	-0.08	N,M	61.9	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	3.41	-0.10	0.91	-0.64	-0.08	N,M	61.7	Cumple
	Losa 1	-0.15/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	4.40	0.13	-0.54	-0.41	-0.09	N,M	33.5	Cumple
				Pie	G, V	2.04	0.14	-0.79	-0.60	-0.10	N,M	56.9	Cumple
C38	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Pie	G, Q, N, S	3.81	0.24	-0.37	-0.19	-0.10	N,M	30.0	Cumple
				Pie	G, Q, S	3.71	0.21	-0.38	-0.20	-0.08	N,M	29.0	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	3.82	0.24	-0.60	-0.36	-0.10	N,M	42.2	Cumple
				Pie	G, Q, V	3.57	0.24	-0.59	-0.36	-0.10	N,M	42.0	Cumple
	Losa 2	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	3.81	0.24	-0.37	-0.19	-0.10	N,M	30.0	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	3.82	0.24	-0.60	-0.36	-0.10	N,M	42.2	Cumple
C39	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Pie	G, Q, N, S	-1.75	0.05	-0.57	-0.43	-0.04	N,M	56.7	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	-2.00	-0.07	0.55	-0.43	-0.04	N,M	56.0	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	-2.65	0.04	-0.85	-0.64	-0.04	N,M	84.6	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	-2.90	-0.06	0.83	-0.64	-0.04	N,M	83.5	Cumple
	Losa 1	-0.51/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	-1.75	0.05	-0.57	-0.43	-0.04	N,M	56.7	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	-2.65	0.04	-0.85	-0.64	-0.04	N,M	84.6	Cumple
C40	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Pie	G, Q, N, S	15.30	-0.41	-1.26	-0.60	0.11	N,M	83.0	Cumple
				Pie	G, S	11.06	-0.27	-1.07	-0.56	0.03	N,M	67.0	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	15.81	-0.43	-1.88	-0.89	0.12	N,M	114.6	No cumple
				Pie	G, V, N	14.91	-0.40	-1.83	-0.88	0.10	N,M	110.4	No cumple
	Losa 1	-0.51/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	15.30	-0.41	-1.26	-0.60	0.11	N,M	83.0	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	15.81	-0.43	-1.88	-0.89	0.12	N,M	114.6	No cumple
C41	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Pie	G, Q, S	3.57	-0.23	1.01	0.62	0.05	N,M	70.5	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	3.67	-0.18	1.02	0.63	0.01	N,M	70.4	Cumple
				Pie	G, Q, V	3.77	-0.26	1.39	0.88	0.06	N,M	97.4	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	3.95	-0.26	1.39	0.89	0.06	N,M	97.1	Cumple
	Losa 2	-0.43/0.00	18x18	Pie	G, Q, S	3.57	-0.23	1.01	0.62	0.05	N,M	70.5	Cumple
				Pie	G, Q, V	3.77	-0.26	1.39	0.88	0.06	N,M	97.4	Cumple
C42	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Pie	G, Q, N, S	7.72	0.18	-0.42	-0.25	-0.06	N,M	30.1	Cumple

PIP BOGINO MARCELO



Resumen de las comprobaciones														
Columnas	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos					Pésima	Aprov. (%)	Estado		
					Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)				Qy (t)	
				Cabeza	G, Q, S	7.32	-0.17	0.24	-0.25	-0.06	N,M	21.2	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	8.37	0.19	-0.62	-0.37	-0.07	N,M	40.8	Cumple	
				Pie	G, V	5.83	0.13	-0.54	-0.35	-0.06	N,M	33.6	Cumple	
				Pie	G, Q, N, S	7.72	0.18	-0.42	-0.25	-0.06	N,M	30.1	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	8.37	0.19	-0.62	-0.37	-0.07	N,M	40.8	Cumple	
C43	Losa 4	0.00/0.70	18x18	Pie	G, Q, N, S	1.80	-0.34	0.02	0.03	1.25	Q	59.6	Cumple	
				Pie	G, Q, N, S	1.79	-0.34	0.02	0.02	1.26	Q	59.8	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	1.67	-0.33	-0.14	-0.20	1.23	Q	67.0	Cumple	
				Pie	G, Q, N	1.93	-0.34	0.03	0.04	1.26	Q	67.4	Cumple	
	Losa 3	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	1.80	-0.34	0.02	0.03	1.25	N,M	19.9	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	1.67	-0.33	-0.14	-0.20	1.23	N,M	24.1	Cumple	
C44	Losa 5	3.65/4.45	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.22	-0.37	0.32	0.87	1.16	Q	70.3	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	-0.28	0.26	-0.16	0.87	1.16	Q	70.6	Cumple	
				Pie	G, Q, N	-0.12	-0.43	0.31	0.84	1.34	Q	86.0	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N	-0.18	0.30	-0.15	0.84	1.34	Q	86.4	Cumple	
	Losa 4	2.95/3.65	18x18	Pie	G, Q, N, S	-1.05	-0.94	0.35	1.36	2.43	N,M	56.3	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	-1.09	0.16	-0.27	1.36	2.43	Q	40.5	Cumple	
				Pie	G, Q, N	-1.03	-0.96	0.36	1.42	2.61	N,M	57.8	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N	-1.07	0.21	-0.28	1.42	2.61	Q	48.8	Cumple	
	Losa 3	0.00/2.95	18x18	9.27 m	G, Q, N, S	-1.05	-0.94	0.35	1.36	2.43	N,M	56.3	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	-5.53	-0.25	0.48	-0.30	-0.12	N,M	42.3	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	-6.64	-0.34	0.82	-0.53	-0.16	Q	75.7	Cumple	
	Losa 2	-0.38/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	-5.29	0.04	-0.24	-0.30	-0.12	N,M	49.4	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	-6.41	0.05	-0.44	-0.53	-0.16	N,M	70.8	Cumple	
	C45	Losa 5	6.81/7.61	18x18	Pie	G, Q, N, S	1.24	0.11	0.30	0.85	-0.29	Q	43.6	Cumple
Pie					G, Q, V, N	1.28	0.09	0.32	0.88	-0.25	Q	50.4	Cumple	
Losa 4		6.11/6.81	18x18	Pie	G, Q, N, S	4.40	-0.36	0.51	1.80	0.36	Q	71.2	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	4.52	-0.41	0.56	1.94	0.47	Q	91.3	Cumple	
Losa 3		3.16/6.11	18x18	Pie	G, Q, N, S	10.41	1.53	-0.25	-0.04	-1.01	N,M	71.6	Cumple	
				Pie	G, Q, S	10.30	1.52	-0.24	-0.04	-1.01	N,M	71.3	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	10.92	1.41	-1.05	-0.78	-0.92	N,M	98.1	Cumple	
				Pie	G, V	10.22	1.36	-1.05	-0.79	-0.90	N,M	95.7	Cumple	
Losa 2		0.00/3.16	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	14.47	0.73	-1.25	0.50	0.31	N,M	58.4	Cumple	
				Cabeza	G, S	9.29	1.28	-0.22	0.07	0.61	N,M	44.7	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	15.37	1.03	-1.94	0.79	0.43	N,M	85.6	Cumple	
				Cabeza	G, V	11.24	0.84	-1.65	0.74	0.39	N,M	71.1	Cumple	
Losa 1		-0.16/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	13.53	-0.68	0.35	0.11	0.65	N,M	43.9	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	15.63	-0.47	0.80	0.79	0.43	N,M	53.2	Cumple	
C46		Losa 1	0.00/3.16	18x18	2.11 m	G, Q, N, S	2.43	0.05	0.05	0.05	-0.01	N,M	5.3	Cumple
					1.74 m	G, Q, N, S	1.90	0.04	-0.04	0.08	0.01	N,M	4.1	Cumple
					2.11 m	G, Q, N	2.75	0.06	0.06	0.05	-0.02	N,M	6.0	Cumple
	1.74 m				G, Q, N	2.15	0.05	-0.05	0.09	0.02	N,M	4.6	Cumple	
	Fundación	-0.23/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	1.38	-0.03	0.03	0.01	0.01	N,M	3.0	Cumple	
				Pie	G	1.48	-0.03	0.03	0.02	0.01	N,M	3.2	Cumple	
C47	Losa 4	0.00/0.70	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.75	-0.20	0.53	0.75	0.92	Q	60.5	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	-0.90	0.27	0.17	0.67	1.22	Q	72.0	Cumple	
				Pie	G, Q, N	-0.99	-0.28	0.58	0.82	1.25	Q	88.2	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N	-1.03	0.28	0.21	0.82	1.25	Q	88.6	Cumple	
	Losa 3	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.75	-0.20	0.53	0.75	0.92	N,M	49.5	Cumple	
				Pie	G, Q, N	-0.99	-0.28	0.58	0.82	1.25	N,M	56.5	Cumple	
C48	Losa 3	6.32/9.27	18x18	Pie	G, Q, N, S	9.62	0.42	-0.64	-0.33	-0.21	N,M	52.3	Cumple	
				Pie	G, S	6.71	0.26	-0.58	-0.32	-0.12	N,M	41.4	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	9.96	0.40	-0.98	-0.51	-0.19	N,M	67.8	Cumple	
				Pie	G, V, N	9.38	0.38	-0.96	-0.50	-0.18	N,M	65.9	Cumple	
	Losa 2	3.16/6.32	18x18	Pie	G, Q, N, S	14.19	-1.98	0.39	0.03	1.02	N,M	70.2	Cumple	

Resumen de las comprobaciones														
Columnas	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado	
					Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)				
	Losa 1	0.00/3.16	18x18	Cabeza	G, Q, V, N	13.01	1.12	-1.96	1.08	0.62	N,M	87.2	Cumple	
				Pie	G, V	8.78	-0.82	1.74	1.06	0.49	N,M	72.1	Cumple	
				3.16 m	G, Q, N, S	14.19	-1.98	0.39	0.03	1.02	N,M	70.2	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	15.35	-0.42	-0.42	0.08	0.00	N,M	28.6	Cumple	
				3.16 m	G, Q, V, N	13.28	-1.13	1.93	1.08	0.62	N,M	87.0	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	16.05	0.44	-0.44	0.09	0.00	N,M	30.2	Cumple	
	Fundación	-0.10/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	15.60	0.42	0.42	0.08	0.00	N,M	44.6	Cumple	
				Pie	G, Q, N	16.98	0.48	0.48	0.07	0.00	N,M	49.6	Cumple	
C49	Losa 5	0.70/1.50	18x18	Pie	G, Q, N, S	1.00	0.39	0.00	-0.14	-1.23	Q	61.8	Cumple	
				Pie	G, Q, N, S	1.00	0.39	-0.01	-0.14	-1.24	Q	62.2	Cumple	
				Pie	G, Q, N	1.07	0.44	-0.01	-0.13	-1.41	Q	80.2	Cumple	
	Losa 4	0.00/0.70	18x18	Pie	G, Q, N, S	3.48	0.62	-0.19	-0.68	-2.62	N,M	41.7	Cumple	
				Pie	G, Q, N, S	3.49	0.64	-0.15	-0.58	-2.69	N,M	41.1	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	3.68	0.66	-0.24	-0.80	-2.78	N,M	46.4	Cumple	
	Losa 3	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, N	3.81	0.69	-0.17	-0.66	-2.91	Q	46.3	Cumple	
				Pie	G, Q, N, S	3.48	0.62	-0.19	-0.68	-2.62	N,M	41.7	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	3.68	0.66	-0.24	-0.80	-2.78	N,M	46.4	Cumple	
C50	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	2.69	0.42	0.06	-0.03	0.31	N,M	24.4	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	4.32	0.29	-0.38	0.27	0.20	N,M	32.6	Cumple	
				Cabeza	G, V	1.12	-0.13	0.43	-0.32	-0.10	N,M	31.9	Cumple	
	Losa 1	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	2.95	-0.42	-0.06	-0.03	0.31	N,M	24.0	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	4.57	-0.28	0.38	0.27	0.20	N,M	32.4	Cumple	
C51	Losa 3	3.16/6.11	18x18	Pie	G, Q, N, S	-1.81	0.98	-0.48	-0.27	-0.58	N,M	64.2	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	-2.06	-0.49	0.22	-0.27	-0.58	Q	38.2	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	-2.71	0.93	-0.92	-0.53	-0.55	N,M	79.6	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	-2.96	-0.47	0.42	-0.53	-0.55	Q	57.3	Cumple	
	Losa 2	0.00/3.16	18x18	6.32 m	G, Q, N, S	-1.81	0.98	-0.48	-0.27	-0.58	N,M	50.3	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	0.75	1.15	0.08	-0.05	0.64	N,M	43.2	Cumple	
				6.32 m	G, Q, V, N	-2.71	0.93	-0.92	-0.53	-0.55	N,M	63.9	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	-4.71	0.15	1.07	-0.61	0.08	Q	60.2	Cumple	
	Losa 1	-0.16/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	-2.49	-0.17	-0.35	-0.41	0.22	N,M	43.5	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	-4.46	-0.06	-0.52	-0.61	0.08	N,M	66.0	Cumple	
	C52	Losa 5	6.81/7.61	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.09	0.69	0.16	0.21	-1.92	Q	92.5	Cumple
					Cabeza	G, Q, N, S	-0.14	-0.36	0.05	0.20	-1.92	Q	93.0	Cumple
					Pie	G, Q, N	-0.16	0.76	0.20	0.25	-2.14	N,M	65.7	Cumple
Cabeza					G, Q, N	-0.21	-0.41	0.06	0.25	-2.14	N,M	35.4	Cumple	
Losa 4		6.11/6.81	18x18	Pie	G, Q, N, S	1.68	1.38	-0.44	-0.73	-5.98	N,M	61.7	Cumple	
				Pie	G, Q, N, S	1.68	1.38	-0.44	-0.73	-5.98	N,M	61.7	Cumple	
				Pie	G, Q, N	1.52	1.53	-0.56	-0.95	-6.46	Q	71.0	Cumple	
Losa 3		3.16/6.11	18x18	Pie	G, Q, N, S	4.64	0.65	-1.27	-0.86	-0.47	N,M	65.3	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	4.54	-0.78	1.53	-1.10	-0.49	N,M	78.6	Cumple	
Losa 2		0.00/3.16	18x18	6.32 m	G, Q, N, S	4.64	0.65	-1.27	-0.86	-0.47	N,M	65.3	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	1.85	0.49	0.76	-0.40	0.25	N,M	42.9	Cumple	
				6.32 m	G, Q, V, N	4.80	0.63	-1.63	-1.10	-0.49	N,M	77.1	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	2.61	0.49	1.13	-0.58	0.22	N,M	55.2	Cumple	
Losa 1		-0.28/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	0.70	-0.40	-0.05	-0.06	0.38	N,M	29.7	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	-1.86	-0.18	0.39	0.45	0.24	N,M	43.9	Cumple	
C53	Losa 5	6.81/7.61	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	0.04	-0.12	0.11	-0.30	-0.02	Q	15.3	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	-0.03	-0.12	0.15	-0.47	-0.02	Q	25.5	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	0.02	-0.11	-0.11	-0.47	-0.02	Q	26.4	Cumple	
	Losa 4	6.11/6.81	18x18	Cabeza	G, Q, S	1.72	0.39	0.33	-0.85	1.41	Q	68.7	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	1.69	0.38	0.33	-0.88	1.40	Q	68.9	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V	1.51	0.38	0.39	-1.02	1.46	Q	85.3	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	1.46	0.37	0.40	-1.06	1.44	Q	85.5	Cumple	
	Losa 3	3.16/6.11	18x18	Pie	G, Q, N, S	1.63	0.60	-1.11	-0.78	-0.40	N,M	58.2	Cumple	

Resumen de las comprobaciones													
Columnas	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado
					Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)			
	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Pie	G, Q, N, S	1.61	0.60	-1.11	-0.79	-0.40	N,M	58.1	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	1.13	0.58	-1.34	-0.96	-0.43	N,M	65.4	Cumple
				6.32 m	G, Q, N, S	1.63	0.60	-1.11	-0.78	-0.40	N,M	46.9	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	1.60	0.41	0.67	-0.34	0.20	N,M	29.5	Cumple
				6.32 m	G, Q, V, N	1.13	0.58	-1.34	-0.96	-0.43	N,M	52.8	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	0.60	0.38	0.85	-0.44	0.18	N,M	33.9	Cumple
	Losa 1	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, S	5.41	-0.12	0.25	0.35	0.15	N,M	19.0	Cumple
				Pie	G, V	0.02	-0.05	-0.29	-0.44	0.12	N,M	24.6	Cumple

Notas:
 N,M: Estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales
 PM,M,V,V,T: Esfuerzos combinados y torsión
 Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante

Se puede observar que las columnas C03, C31 y C40 no verifican con las condiciones de cargas adoptadas en el modelo.

ANEXO II

A continuación se presentan los esfuerzos pésimos del cálculo estructural con las modificaciones de secciones de columnas:

Resumen de las comprobaciones													
Columnas	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Naturaleza	Esfuerzos pésimos					Pésima	Aprov. (%)	Estado
						N (t)	Mxx (t-m)	Myy (t-m)	Qx (t)	Qy (t)			
C1	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	11.99	1.07	-0.30	0.15	0.62	N,M	68.5	Cumple
				Cabeza	G, S	8.24	0.85	-0.19	0.15	0.56	N,M	52.3	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	12.59	0.96	0.32	-0.17	0.51	N,M	63.9	Cumple
				Cabeza	G, V	8.45	0.72	0.23	-0.18	0.45	N,M	47.6	Cumple
	Losa 1	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	12.24	-0.92	0.31	0.15	0.62	N,M	61.4	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	12.85	-0.72	-0.33	-0.17	0.51	N,M	52.3	Cumple
C2	Losa 1	0.00/3.16	18x30	Pie	G, Q, N, S	42.37	1.19	-1.46	-0.08	-0.68	N,M	69.2	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	41.67	-1.17	1.42	-0.08	-0.68	N,M	67.6	Cumple
				Pie	G, Q, N	48.56	1.40	-1.86	-0.12	-0.73	N,M	84.2	Cumple
				Cabeza	G, V, N	41.35	-1.21	1.40	-0.07	-0.75	N,M	67.4	Cumple
	Fundación	-0.71/0.00	18x30	Pie	G, Q, N, S	42.37	1.19	-1.46	-0.08	-0.68	N,M	69.2	Cumple
				Pie	G, Q, N	48.56	1.40	-1.86	-0.12	-0.73	N,M	84.2	Cumple
C3	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Pie	G, Q, N, S	13.39	-0.96	-0.48	-0.30	0.47	N,M	71.0	Cumple
				Pie	G, S	9.05	-0.82	-0.36	-0.24	0.45	N,M	58.4	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	14.09	-0.81	-0.92	-0.53	0.37	N,M	84.6	Cumple
				Cabeza	G, Q, V	13.05	0.46	0.83	-0.52	0.38	N,M	63.1	Cumple
	Losa 1	-0.18/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	13.39	-0.96	-0.48	-0.30	0.47	N,M	71.0	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	14.09	-0.81	-0.92	-0.53	0.37	N,M	84.6	Cumple
C4	Losa 1	0.00/3.16	18x30	Pie	G, Q, N, S	32.55	-0.88	-0.97	-0.19	0.00	N,M	49.5	Cumple
				Cabeza	G, Q, S	31.32	-0.84	0.91	-0.24	-0.04	N,M	47.2	Cumple
				Pie	G, Q, N	37.56	1.04	-1.20	-0.27	-0.11	N,M	58.9	Cumple
				Cabeza	G, Q	36.45	-1.00	1.15	-0.29	-0.14	N,M	56.7	Cumple
	Fundación	-0.71/0.00	18x30	Pie	G, Q, N, S	32.55	-0.88	-0.97	-0.19	0.00	N,M	49.5	Cumple
				Pie	G, Q, N	37.56	1.04	-1.20	-0.27	-0.11	N,M	58.9	Cumple
C5	Losa 2	0.00/3.16	2xUPN 200(I)	Cabeza	G, S	20.16	2.43	-0.55	0.31	1.33	PM _x M _y V _x V _y T	60.9	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	22.72	-0.05	-1.03	-0.88	0.45	PM _x M _y V _x V _y T	30.7	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	23.40	-1.07	0.24	0.30	1.41	PM _x M _y V _x V _y T	37.6	Cumple
				Cabeza	G, Q, S	21.85	1.67	-1.31	0.80	0.81	PM _x M _y V _x V _y T	58.1	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	23.24	2.62	-0.55	0.30	1.41	PM _x M _y V _x V _y T	66.1	Cumple
C6	Losa 1	0.00/3.16	2xUPN 200(I)	Pie	G, Q, N	94.78	0.12	-0.21	-0.32	-0.17	PM _x M _y V _x V _y T	77.6	Cumple
				Pie	G, V, N	73.72	0.21	-0.17	-0.25	-0.30	PM _x M _y V _x V _y T	62.2	Cumple
				Cabeza	G, V, N	73.56	-0.58	0.48	-0.25	-0.30	PM _x M _y V _x V _y T	70.9	Cumple
				Cabeza	G, Q, N	94.62	-0.33	0.61	-0.32	-0.17	PM _x M _y V _x V _y T	84.5	Cumple
C7	Losa 2	0.00/3.16	2xUPN 200(I)	Pie	G, Q, V, N	20.70	0.40	-1.75	-1.40	-0.40	PM _x M _y V _x V _y T	42.5	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	20.02	2.53	-0.70	-0.60	-2.37	PM _x M _y V _x V _y T	64.0	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	20.55	-0.65	1.90	-1.40	-0.40	PM _x M _y V _x V _y T	47.9	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	19.86	-3.66	0.86	-0.60	-2.37	PM _x M _y V _x V _y T	84.1	Cumple
				Cabeza	G, S	16.83	-3.49	0.79	-0.55	-2.26	PM _x M _y V _x V _y T	78.2	Cumple
C8	Losa 1	0.00/3.16	2xUPN 200(I)	Pie	G, N, S	35.53	0.74	0.02	0.03	-1.08	PM _x M _y V _x V _y T	40.1	Cumple
				Pie	G, Q, N	53.33	1.06	-0.01	-0.01	-1.55	PM _x M _y V _x V _y T	59.0	Cumple
				Cabeza	G, N, S	35.37	-2.07	-0.06	0.03	-1.08	PM _x M _y V _x V _y T	64.3	Cumple
				Cabeza	G, Q, N	53.17	-2.97	0.02	-0.01	-1.55	PM _x M _y V _x V _y T	93.5	Cumple
C9	Losa 2	0.00/3.16	2xUPN 200(I)	Cabeza	G, Q, N, S	12.14	3.59	-0.58	0.39	1.74	PM _x M _y V _x V _y T	74.0	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	11.52	-0.53	0.79	0.82	1.23	PM _x M _y V _x V _y T	26.2	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	12.31	-0.95	0.42	0.38	1.74	PM _x M _y V _x V _y T	29.3	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	11.36	2.67	-1.35	0.82	1.23	PM _x M _y V _x V _y T	67.1	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	12.28	3.59	-0.27	0.21	1.74	PM _x M _y V _x V _y T	70.5	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	12.15	3.59	-0.57	0.38	1.74	PM _x M _y V _x V _y T	73.9	Cumple
C10	Losa 1	0.00/3.16	40x18	Pie	G, Q, N, S	47.59	-1.48	1.38	0.68	0.15	N,M	52.8	Cumple

PIP BOGINO MARCELO



Resumen de las comprobaciones													
Columnas	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado
					Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)			
				Cabeza	G, Q, S	45.26	1.37	-1.31	0.67	0.22	N,M	49.7	Cumple
				Pie	G, Q, N	58.21	-2.05	1.72	0.83	0.21	N,M	68.3	Cumple
				Cabeza	G, Q	56.64	1.95	-1.67	0.83	0.24	N,M	65.8	Cumple
	Fundación	-0.42/0.00	40x18	Pie	G, Q, N, S	47.59	-1.48	1.38	0.68	0.15	N,M	52.8	Cumple
				Pie	G, Q, N	58.21	-2.05	1.72	0.83	0.21	N,M	68.3	Cumple
C11	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Pie	G, Q, N, S	8.42	-0.19	0.72	0.46	0.00	N,M	38.2	Cumple
				Pie	G, S	5.76	-0.13	0.53	0.36	0.00	N,M	27.6	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	8.53	-0.20	0.85	0.55	0.00	N,M	43.6	Cumple
	Losa 2	-0.23/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	8.42	-0.19	0.72	0.46	0.00	N,M	45.7	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	8.53	-0.20	0.85	0.55	0.00	N,M	52.4	Cumple
C12	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.94	0.11	0.56	0.43	-0.10	N,M	32.1	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	-1.17	-0.13	-0.45	0.43	-0.10	N,M	27.5	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	-0.95	0.11	0.66	0.51	-0.10	N,M	37.6	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	-1.18	-0.13	-0.54	0.51	-0.10	N,M	32.2	Cumple
	Losa 2	-0.23/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.94	0.11	0.56	0.43	-0.10	N,M	51.7	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	-0.95	0.11	0.66	0.51	-0.10	N,M	60.5	Cumple
C13	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.96	0.75	0.04	0.04	-0.54	N,M	41.6	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	-1.19	-0.53	-0.05	0.04	-0.54	N,M	30.7	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	-1.26	0.71	0.28	0.19	-0.51	N,M	43.7	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	-1.49	-0.50	-0.17	0.19	-0.51	Q	34.5	Cumple
	Losa 2	-0.23/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.96	0.75	0.04	0.04	-0.54	N,M	67.7	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	-1.26	0.71	0.28	0.19	-0.51	N,M	68.4	Cumple
C14	Losa 2	0.00/3.16	2xUPN 200(I)	Cabeza	G, Q, N, S	17.85	-3.97	-0.72	0.35	-2.54	PM _x M _y V _x V _y T	86.0	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	17.97	1.59	1.62	1.49	-1.42	PM _x M _y V _x V _y T	57.6	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	18.02	2.80	0.19	0.33	-2.54	PM _x M _y V _x V _y T	61.2	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	17.81	-2.19	-2.33	1.49	-1.42	PM _x M _y V _x V _y T	75.2	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	17.86	-3.97	-0.70	0.33	-2.54	PM _x M _y V _x V _y T	85.8	Cumple
				Cabeza	G, S	13.83	-3.76	-0.63	0.29	-2.39	PM _x M _y V _x V _y T	78.6	Cumple
C15	Losa 1	0.00/3.16	18x40	Cabeza	G, Q, N, S	22.75	-2.90	-0.56	0.07	-2.03	N,M	30.4	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	22.38	-2.89	-0.54	0.07	-2.03	N,M	30.1	Cumple
				Cabeza	G, Q, N	38.36	-4.06	-1.08	0.09	-2.78	N,M	48.1	Cumple
	Fundación	-0.71/0.00	18x40	Pie	G, Q, N, S	23.32	2.58	0.57	0.07	-2.03	N,M	28.6	Cumple
				Pie	G, Q, N	38.92	3.62	1.10	0.09	-2.78	N,M	45.6	Cumple
C16	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	12.42	-0.30	0.36	-0.24	-0.04	N,M	35.0	Cumple
				Cabeza	G, N, S	11.74	-0.28	0.35	-0.24	-0.04	N,M	33.4	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	13.53	0.34	-0.51	-0.36	-0.04	N,M	42.9	Cumple
				Cabeza	G, V, N	12.61	-0.31	0.50	-0.35	-0.04	N,M	41.0	Cumple
	Losa 2	-0.23/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	12.65	0.31	-0.33	-0.24	-0.04	N,M	34.3	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	13.53	0.34	-0.51	-0.36	-0.04	N,M	42.9	Cumple
C17	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	-3.73	-0.98	0.16	-0.14	-0.77	N,M	61.3	Cumple
				Cabeza	G, Q, N	-3.94	-1.05	0.13	-0.11	-0.82	Q	70.4	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	-4.63	-0.92	0.36	-0.33	-0.72	Q	74.6	Cumple
	Losa 2	-0.23/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	-3.50	0.85	-0.18	-0.14	-0.77	N,M	89.9	Cumple
				Pie	G, Q, N	-3.71	0.89	-0.14	-0.11	-0.82	N,M	94.0	Cumple
C18	Losa 2	0.00/3.16	2xUPN 200(I)	Cabeza	G, Q, N, S	5.42	-5.87	0.94	-0.60	-3.69	PM _x M _y V _x V _y T	88.3	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	5.55	3.85	-0.41	-0.39	-3.77	PM _x M _y V _x V _y T	56.2	Cumple
				Pie	G, Q, S	7.34	2.23	-1.23	-1.17	-2.42	PM _x M _y V _x V _y T	50.9	Cumple
				Cabeza	G, Q, S	7.18	-4.08	1.83	-1.17	-2.42	PM _x M _y V _x V _y T	82.0	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	5.39	-5.98	0.60	-0.39	-3.77	PM _x M _y V _x V _y T	84.4	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	7.38	-4.14	1.82	-1.17	-2.45	PM _x M _y V _x V _y T	82.7	Cumple
				Cabeza	G, S	5.16	-2.77	1.71	-1.10	-1.63	PM _x M _y V _x V _y T	63.2	Cumple
C19	Losa 1	0.00/3.16	30x18	Pie	G, Q, N, S	38.37	1.24	-1.06	-0.02	-0.23	N,M	60.6	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	37.70	-1.21	1.04	-0.02	-0.23	N,M	59.2	Cumple
				Pie	G, Q, N	42.48	1.47	1.20	0.00	-0.21	N,M	69.4	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	37.16	-1.18	1.02	-0.01	-0.20	N,M	58.1	Cumple

PIP BOGINO MARCELO



Resumen de las comprobaciones														
Columnas	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado	
					Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)				
	Fundación	-0.71/0.00	30x18	Pie	G, Q, N, S	38.37	1.24	-1.06	-0.02	-0.23	N,M	60.6	Cumple	
				Pie	G, Q, N	42.48	1.47	1.20	0.00	-0.21	N,M	69.4	Cumple	
C20	Losa 5	6.81/7.61	18x18	Pie	G, Q, N, S	0.52	-0.39	-0.11	-0.40	0.63	Q	38.3	Cumple	
				Pie	G, Q, N, S	0.56	-0.36	-0.13	-0.51	0.56	Q	38.3	Cumple	
				Pie	G	0.57	-0.39	-0.12	-0.44	0.60	Q	43.1	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	0.63	-0.35	-0.19	-0.69	0.53	Q	49.6	Cumple	
	Losa 4	6.11/6.81	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	3.78	0.54	0.47	-1.49	1.19	Q	74.7	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	3.78	0.54	0.47	-1.50	1.23	Q	75.5	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	3.99	0.52	0.53	-1.70	1.20	Q	91.8	Cumple	
	Losa 3	3.16/6.11	18x18	Pie	G, Q, N, S	4.20	0.75	-1.20	-0.79	-0.49	N,M	66.4	Cumple	
				Pie	G, Q, N, S	3.12	1.28	-0.62	-0.41	-0.87	N,M	64.4	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	4.44	0.95	-1.47	-0.96	-0.63	N,M	82.5	Cumple	
	Losa 2	0.00/3.16	18x18	6.32 m	G, Q, N, S	4.20	0.75	-1.20	-0.79	-0.49	N,M	54.0	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	4.26	1.02	-0.09	0.03	0.47	N,M	32.1	Cumple	
				6.32 m	G, Q, V, N	4.44	0.95	-1.47	-0.96	-0.63	N,M	66.7	Cumple	
				Cabeza	G, V	5.72	0.13	1.00	-0.46	0.05	N,M	33.0	Cumple	
Losa 1	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, S	6.75	-0.15	-0.26	-0.35	0.13	N,M	21.3	Cumple		
			Pie	G, Q, V	7.46	-0.17	-0.35	-0.47	0.07	N,M	26.5	Cumple		
C21	Losa 3	3.16/6.11	18x18	Pie	G, Q, N, S	5.26	1.09	0.75	0.46	-0.62	N,M	93.4	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	5.49	0.59	1.06	0.69	-0.34	N,M	83.9	Cumple	
	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	13.71	1.34	-1.25	0.45	0.52	N,M	89.3	Cumple	
				Cabeza	G, Q, S	13.24	0.35	-1.48	0.56	0.10	N,M	65.8	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	13.49	0.58	-1.52	0.57	0.22	N,M	74.3	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	13.55	0.42	-1.66	0.63	0.16	N,M	74.0	Cumple	
	Losa 1	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	13.95	-0.46	0.37	0.41	0.54	N,M	42.6	Cumple	
				Pie	G, Q, N	15.86	-0.44	0.44	0.42	0.18	N,M	46.0	Cumple	
C22	Losa 5	9.97/10.77	18x18	Pie	G, Q, N, S	0.87	-0.11	-0.19	-0.24	0.51	Q	25.0	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	0.81	0.19	-0.05	-0.19	0.59	Q	29.5	Cumple	
				Pie	G, Q, N	0.89	-0.16	-0.18	-0.23	0.64	Q	36.4	Cumple	
	Losa 4	9.27/9.97	18x18	Pie	G, Q, N, S	5.15	-0.10	1.05	1.65	-0.77	Q	87.1	Cumple	
				Pie	G, Q, N	5.52	-0.21	1.17	1.80	-0.44	N,M	76.6	Cumple	
				Cabeza	G, V	4.95	-0.49	0.28	1.28	-1.10	Q	65.1	Cumple	
	Losa 3	6.32/9.27	18x18	9.27 m	G, Q, N, S	5.15	-0.10	1.05	1.65	-0.77	N,M	67.0	Cumple	
				Cabeza	G, Q, S	11.70	-0.44	-0.30	0.05	-0.24	N,M	37.2	Cumple	
				9.27 m	G, Q, N	5.52	-0.21	1.17	1.80	-0.44	N,M	76.6	Cumple	
	Losa 2	3.16/6.32	19x19	Cabeza	G, Q, V, N	11.79	-0.30	-0.48	0.25	-0.10	N,M	39.1	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	29.15	0.99	-1.39	0.52	0.13	N,M	76.6	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	28.81	1.33	-0.97	0.32	0.53	N,M	74.2	Cumple	
	Losa 1	0.00/3.16	30x19	Pie	G, Q, N	35.24	-1.38	1.38	0.30	0.20	N,M	89.6	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V	28.07	0.93	-1.70	0.66	0.17	N,M	83.5	Cumple	
				Pie	G, Q, N, S	53.39	-1.96	1.55	0.65	0.08	N,M	66.8	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	52.00	1.87	-1.59	0.64	0.09	N,M	65.0	Cumple	
	Fundación	-0.71/0.00	30x19	Cabeza	G, Q, N	59.68	2.41	-1.95	0.77	0.12	N,M	79.4	Cumple	
				Cabeza	G, Q	58.88	2.35	-1.94	0.77	0.12	N,M	77.9	Cumple	
				Pie	G, Q, N, S	53.39	-1.96	1.55	0.65	0.08	N,M	75.5	Cumple	
					Pie	G, Q, N	60.13	-2.45	1.80	0.77	0.12	N,M	90.1	Cumple
	C23	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Pie	G, Q, S	2.26	0.05	0.52	0.32	-0.07	N,M	33.5	Cumple
					Cabeza	G, Q, N, S	2.11	-0.18	-0.38	0.32	-0.07	N,M	28.6	Cumple
Pie					G, Q, V	2.20	0.05	0.62	0.38	-0.06	N,M	41.2	Cumple	
Pie					G, Q, V, N	2.49	0.05	0.63	0.39	-0.07	N,M	41.2	Cumple	
Losa 2		-0.43/0.00	18x18	Pie	G, Q, S	2.26	0.05	0.52	0.32	-0.07	N,M	33.5	Cumple	
				Pie	G, Q, V	2.20	0.05	0.62	0.38	-0.06	N,M	41.2	Cumple	
C24	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	8.97	-0.32	0.52	-0.37	-0.13	N,M	41.0	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	9.46	-0.31	0.68	-0.50	-0.12	N,M	49.0	Cumple	
				Pie	G, V	6.48	0.14	-0.59	-0.44	-0.09	N,M	36.8	Cumple	

Resumen de las comprobaciones													
Columnas	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado
					Naturaleza	N (t)	Mxx (t-m)	Myy (t-m)	Qx (t)	Qy (t)			
	Losa 3	-0.28/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	1.48	-0.27	-0.77	-2.06	1.06	N,M	59.1	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	1.67	-0.29	-0.87	-2.39	1.12	N,M	66.2	Cumple
C34	Losa 5	0.70/1.50	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.30	-0.45	-0.19	-0.48	1.21	Q	63.4	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	-0.36	0.21	0.08	-0.48	1.21	Q	63.7	Cumple
				Pie	G, Q, N	-0.35	-0.49	-0.20	-0.49	1.33	Q	78.8	Cumple
				Cabeza	G, Q, N	-0.41	0.24	0.07	-0.49	1.33	Q	79.2	Cumple
	Losa 4	0.00/0.70	18x18	9.97 m	G, Q, N, S	-0.30	-0.45	-0.19	-0.48	1.21	N,M	41.0	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	-0.50	0.18	0.08	0.49	0.76	Q	44.9	Cumple
				9.97 m	G, Q, N	-0.35	-0.49	-0.20	-0.49	1.33	N,M	44.4	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	-0.35	0.20	0.03	0.76	0.83	Q	62.5	Cumple
	Losa 3	-0.28/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.45	-0.15	0.30	0.50	0.73	N,M	29.5	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	-0.30	-0.18	0.37	0.76	0.83	N,M	34.7	Cumple
C35	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	7.62	0.18	-0.54	0.30	0.09	N,M	35.7	Cumple
				Pie	G, Q, S	7.83	-0.18	0.36	0.30	0.11	N,M	27.3	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	7.77	0.22	-0.72	0.43	0.15	N,M	46.8	Cumple
				Cabeza	G, Q, V	7.72	0.22	-0.72	0.43	0.15	N,M	46.7	Cumple
	Losa 1	-0.16/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	7.51	-0.41	0.17	0.11	0.27	N,M	29.3	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	8.02	-0.23	0.56	0.43	0.15	N,M	39.6	Cumple
C36	Losa 3	3.16/6.11	18x18	Pie	G, Q, N, S	6.23	1.25	-0.14	-0.03	-0.69	N,M	77.4	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	6.18	1.17	0.22	0.06	-0.64	N,M	73.7	Cumple
	Losa 2	0.00/3.16	18x18	6.32 m	G, Q, N, S	6.23	1.25	-0.14	-0.03	-0.69	N,M	77.4	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	6.91	1.16	0.16	-0.04	0.58	N,M	68.4	Cumple
				6.32 m	G, Q, V, N	6.18	1.17	0.22	0.06	-0.64	N,M	73.7	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	6.89	0.70	0.16	-0.02	0.35	N,M	42.8	Cumple
	Losa 1	-0.16/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	7.16	-0.54	-0.16	-0.04	0.58	N,M	35.4	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	6.99	-0.30	0.40	0.20	0.32	N,M	34.1	Cumple
C37	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Cabeza	G, N, S	3.50	-0.10	0.57	-0.39	-0.07	N,M	34.4	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	3.97	-0.09	0.58	-0.39	-0.07	N,M	34.2	Cumple
				Cabeza	G, V, N	2.75	-0.07	0.80	-0.56	-0.06	N,M	54.9	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	3.22	-0.07	0.82	-0.57	-0.05	N,M	54.6	Cumple
	Losa 1	-0.15/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	4.22	0.10	-0.52	-0.39	-0.07	N,M	30.9	Cumple
				Pie	G, V	1.79	0.09	-0.69	-0.53	-0.07	N,M	49.1	Cumple
C38	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Pie	G, Q, N, S	3.79	0.25	-0.40	-0.22	-0.11	N,M	32.0	Cumple
				Pie	G, Q, S	3.68	0.23	-0.40	-0.22	-0.10	N,M	31.2	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	3.83	0.23	-0.60	-0.36	-0.09	N,M	41.6	Cumple
	Losa 2	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	3.79	0.25	-0.40	-0.22	-0.11	N,M	32.0	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	3.83	0.23	-0.60	-0.36	-0.09	N,M	41.6	Cumple
C39	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Pie	G, Q, N, S	-3.22	0.03	-0.52	-0.39	-0.03	N,M	59.9	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	-3.48	-0.05	0.50	-0.39	-0.03	N,M	59.7	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	-4.33	0.02	-0.71	-0.53	-0.02	N,M	80.8	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	-4.58	-0.04	0.69	-0.53	-0.02	N,M	80.3	Cumple
	Losa 1	-0.51/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	-3.22	0.03	-0.52	-0.39	-0.03	N,M	59.9	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	-4.33	0.02	-0.71	-0.53	-0.02	N,M	80.8	Cumple
C40	Losa 2	0.00/3.16	23x23	Pie	G, Q, N, S	16.64	-0.53	-2.48	-1.41	0.38	N,M	64.2	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	16.76	-0.44	-2.54	-1.44	0.33	N,M	63.9	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	17.53	-0.51	-3.44	-1.95	0.37	N,M	83.9	Cumple
	Losa 1	-0.51/0.00	23x23	Pie	G, Q, N, S	16.64	-0.53	-2.48	-1.41	0.38	N,M	64.2	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	17.53	-0.51	-3.44	-1.95	0.37	N,M	83.9	Cumple
C41	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Pie	G, Q, S	3.59	-0.20	1.05	0.65	0.04	N,M	73.2	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	3.68	-0.17	1.06	0.65	0.01	N,M	72.6	Cumple
				Pie	G, Q, V	3.78	-0.20	1.38	0.88	0.03	N,M	96.2	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	3.96	-0.21	1.38	0.88	0.03	N,M	95.8	Cumple
	Losa 2	-0.43/0.00	18x18	Pie	G, Q, S	3.59	-0.20	1.05	0.65	0.04	N,M	73.2	Cumple
				Pie	G, Q, V	3.78	-0.20	1.38	0.88	0.03	N,M	96.2	Cumple
C42	Losa 3	0.00/2.95	18x18	Pie	G, Q, N, S	7.74	0.18	-0.43	-0.25	-0.05	N,M	30.7	Cumple



Resumen de las comprobaciones														
Columnas	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos					Pésima	Aprov. (%)	Estado		
					Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)				Qy (t)	
				Cabeza	G, Q, S	7.31	-0.17	0.25	-0.25	-0.06	N,M	21.6	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	8.32	0.19	-0.61	-0.37	-0.07	N,M	40.2	Cumple	
				Pie	G, V	5.78	0.13	-0.53	-0.34	-0.06	N,M	33.2	Cumple	
				Pie	G, Q, N, S	7.74	0.18	-0.43	-0.25	-0.05	N,M	30.7	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	8.32	0.19	-0.61	-0.37	-0.07	N,M	40.2	Cumple	
C43	Losa 4	0.00/0.70	18x18	Pie	G, Q, N, S	1.79	-0.33	0.04	0.05	1.22	Q	58.1	Cumple	
				Pie	G, Q, N, S	1.78	-0.33	0.03	0.04	1.23	Q	58.4	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	1.66	-0.32	-0.13	-0.18	1.19	Q	64.7	Cumple	
				Pie	G, Q, N	1.91	-0.33	0.03	0.04	1.21	Q	65.0	Cumple	
	Losa 3	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	1.79	-0.33	0.04	0.05	1.22	N,M	19.9	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	1.66	-0.32	-0.13	-0.18	1.19	N,M	23.2	Cumple	
C44	Losa 5	3.65/4.45	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.24	-0.37	0.33	0.89	1.16	Q	70.7	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	-0.29	0.26	-0.16	0.89	1.16	Q	71.0	Cumple	
				Pie	G, Q, N	-0.13	-0.43	0.31	0.85	1.34	Q	86.1	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N	-0.19	0.30	-0.16	0.85	1.34	Q	86.6	Cumple	
	Losa 4	2.95/3.65	18x18	Pie	G, Q, N, S	-1.12	-0.94	0.35	1.39	2.43	N,M	56.5	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	-1.17	0.15	-0.27	1.39	2.43	Q	40.7	Cumple	
				Pie	G, Q, N	-1.05	-0.96	0.36	1.43	2.61	N,M	57.8	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N	-1.10	0.21	-0.28	1.43	2.61	Q	49.0	Cumple	
	Losa 3	0.00/2.95	18x18	9.27 m	G, Q, N, S	-1.12	-0.94	0.35	1.39	2.43	N,M	56.5	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	-5.49	-0.24	0.51	-0.32	-0.12	N,M	43.4	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	-6.43	-0.33	0.81	-0.52	-0.16	Q	70.8	Cumple	
	Losa 2	-0.38/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	-5.26	0.04	-0.26	-0.32	-0.12	N,M	50.3	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	-6.20	0.05	-0.43	-0.52	-0.16	N,M	69.0	Cumple	
	C45	Losa 5	6.81/7.61	18x18	Pie	G, Q, N, S	1.25	0.11	0.31	0.86	-0.28	Q	44.2	Cumple
					Pie	G, Q, N	1.24	0.12	0.31	0.84	-0.32	Q	50.2	Cumple
Pie					G, Q, V, N	1.28	0.09	0.31	0.88	-0.25	Q	50.3	Cumple	
Losa 4		6.11/6.81	18x18	Pie	G, Q, N, S	4.43	-0.36	0.52	1.82	0.37	Q	72.0	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	4.50	-0.41	0.56	1.92	0.47	Q	90.2	Cumple	
Losa 3		3.16/6.11	18x18	Pie	G, Q, N, S	10.44	1.53	-0.25	-0.05	-1.01	N,M	71.9	Cumple	
				Pie	G, Q, S	10.34	1.53	-0.25	-0.05	-1.01	N,M	71.6	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	10.78	1.37	-1.04	-0.78	-0.89	N,M	95.7	Cumple	
				Pie	G, V	10.08	1.31	-1.04	-0.78	-0.87	N,M	93.5	Cumple	
Losa 2		0.00/3.16	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	14.53	0.58	-1.23	0.49	0.25	N,M	54.2	Cumple	
				Cabeza	G, S	9.38	1.17	-0.28	0.11	0.56	N,M	43.1	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	15.32	0.81	-1.77	0.72	0.34	N,M	75.2	Cumple	
				Cabeza	G, V	11.19	0.65	-1.49	0.67	0.30	N,M	61.9	Cumple	
Losa 1		-0.16/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	13.61	-0.62	0.36	0.15	0.60	N,M	41.7	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	15.57	-0.42	0.71	0.72	0.34	N,M	48.3	Cumple	
C46	Losa 1	0.00/3.16	18x18	2.11 m	G, Q, N, S	2.42	0.05	0.05	0.05	-0.01	N,M	5.2	Cumple	
				1.74 m	G, Q, N, S	1.89	0.04	-0.04	0.08	0.01	N,M	4.1	Cumple	
				2.11 m	G, Q, N	2.73	0.06	0.06	0.05	-0.02	N,M	5.9	Cumple	
				1.74 m	G, Q, N	2.14	0.05	-0.05	0.09	0.02	N,M	4.6	Cumple	
	Fundación	-0.23/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	1.38	-0.03	0.03	0.01	0.01	N,M	3.0	Cumple	
				Pie	G	1.48	-0.03	0.03	0.02	0.01	N,M	3.2	Cumple	
C47	Losa 4	0.00/0.70	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.76	-0.20	0.53	0.76	0.92	Q	61.0	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	-0.91	0.27	0.17	0.68	1.23	Q	72.7	Cumple	
				Pie	G, Q, N	-1.00	-0.28	0.58	0.83	1.25	Q	89.0	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N	-1.04	0.28	0.21	0.83	1.25	Q	89.3	Cumple	
	Losa 3	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.76	-0.20	0.53	0.76	0.92	N,M	50.1	Cumple	
Pie				G, Q, N	-1.00	-0.28	0.58	0.83	1.25	N,M	57.0	Cumple		
C48	Losa 3	6.32/9.27	18x18	Pie	G, Q, N, S	9.63	0.42	-0.70	-0.36	-0.21	N,M	55.1	Cumple	
				Pie	G, S	6.74	0.30	-0.60	-0.33	-0.16	N,M	44.4	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	9.95	0.39	-0.97	-0.51	-0.18	N,M	67.3	Cumple	
				Pie	G, V, N	9.37	0.37	-0.95	-0.50	-0.18	N,M	65.4	Cumple	

Resumen de las comprobaciones														
Columnas	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado	
					Naturaleza	N (t)	Mxx (t-m)	Myy (t-m)	Qx (t)	Qy (t)				
	Losa 2	3.16/6.32	18x18	Pie	G, Q, N, S	14.11	-1.82	0.39	0.09	0.94	N,M	65.7	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	13.01	0.96	-1.80	0.99	0.52	N,M	78.7	Cumple	
				Cabeza	G, V	8.58	0.64	-1.58	0.97	0.40	N,M	63.4	Cumple	
	Losa 1	0.00/3.16	18x18	3.16 m	G, Q, N, S	14.11	-1.82	0.39	0.09	0.94	N,M	65.7	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	15.38	-0.42	-0.42	0.08	0.00	N,M	28.6	Cumple	
				3.16 m	G, Q, V, N	13.28	-0.94	1.77	0.99	0.52	N,M	77.4	Cumple	
	Fundación	-0.10/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	15.64	0.43	0.43	0.08	0.00	N,M	44.8	Cumple	
				Pie	G, Q, N	17.03	0.48	0.48	0.07	0.00	N,M	49.8	Cumple	
	C49	Losa 5	0.70/1.50	18x18	Pie	G, Q, N, S	1.00	0.39	-0.01	-0.14	-1.24	Q	62.2	Cumple
Pie					G, Q, N	1.07	0.44	-0.01	-0.13	-1.41	Q	79.9	Cumple	
Losa 4		0.00/0.70	18x18	Pie	G, Q, N, S	3.48	0.62	-0.19	-0.68	-2.61	N,M	41.7	Cumple	
				Pie	G, Q, N, S	3.49	0.64	-0.15	-0.59	-2.69	N,M	41.1	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	3.66	0.66	-0.24	-0.79	-2.76	N,M	46.0	Cumple	
Losa 3		-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, N	3.79	0.68	-0.17	-0.66	-2.89	Q	45.9	Cumple	
				Pie	G, Q, N, S	3.48	0.62	-0.19	-0.68	-2.61	N,M	41.7	Cumple	
Pie		G, Q, V, N	3.66	0.66	-0.24	-0.79	-2.76	N,M	46.0	Cumple				
C50	Losa 2	0.00/3.16	18x18	Pie	G, Q, N, S	3.09	-0.38	-0.07	-0.01	0.28	N,M	22.4	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	2.80	0.39	0.06	-0.02	0.28	N,M	22.2	Cumple	
				Cabeza	G, V	1.17	-0.09	0.39	-0.29	-0.07	N,M	28.1	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	1.80	0.06	0.41	-0.31	0.04	N,M	26.8	Cumple	
	Losa 1	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	3.09	-0.38	-0.07	-0.01	0.28	N,M	22.4	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	4.56	-0.22	0.34	0.24	0.16	N,M	27.6	Cumple	
	C51	Losa 3	3.16/6.11	18x18	Pie	G, Q, N, S	-1.84	0.98	-0.49	-0.28	-0.58	N,M	64.7	Cumple
					Cabeza	G, Q, N, S	-2.19	-0.47	0.25	-0.31	-0.56	Q	38.7	Cumple
					Pie	G, Q, V, N	-2.71	0.91	-0.92	-0.52	-0.53	N,M	78.6	Cumple
Cabeza					G, Q, V, N	-2.96	-0.46	0.42	-0.52	-0.53	Q	56.6	Cumple	
Losa 2		0.00/3.16	18x18	6.32 m	G, Q, N, S	-1.94	0.94	-0.55	-0.31	-0.56	N,M	51.3	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	0.95	1.05	0.01	0.00	0.59	N,M	37.8	Cumple	
				6.32 m	G, Q, V, N	-2.71	0.91	-0.92	-0.52	-0.53	N,M	63.1	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	-4.55	0.19	1.02	-0.58	0.10	Q	56.3	Cumple	
Losa 1		-0.16/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	-2.46	-0.17	-0.34	-0.40	0.21	N,M	42.5	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	-4.29	-0.08	-0.49	-0.58	0.10	N,M	63.3	Cumple	
C52		Losa 5	6.81/7.61	18x18	Pie	G, Q, N, S	-0.09	0.69	0.16	0.20	-1.93	Q	92.7	Cumple
					Cabeza	G, Q, N, S	-0.14	-0.37	0.05	0.20	-1.93	Q	93.1	Cumple
	Pie				G, Q, N	-0.16	0.76	0.20	0.25	-2.12	N,M	65.4	Cumple	
	Cabeza				G, Q, N	-0.21	-0.41	0.06	0.25	-2.12	N,M	35.2	Cumple	
	Losa 4	6.11/6.81	18x18	Pie	G, Q, N, S	1.68	1.37	-0.44	-0.73	-5.97	N,M	61.4	Cumple	
				Pie	G, Q, N	1.54	1.52	-0.55	-0.95	-6.44	Q	70.8	Cumple	
	Losa 3	3.16/6.11	18x18	Pie	G, Q, N, S	4.65	0.63	-1.28	-0.86	-0.46	N,M	65.0	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	4.39	-0.68	1.19	-0.86	-0.46	N,M	63.6	Cumple	
	Cabeza	G, Q, V, N	4.55	-0.77	1.53	-1.10	-0.49	N,M	78.0	Cumple				
	Losa 2	0.00/3.16	18x18	6.32 m	G, Q, N, S	4.65	0.63	-1.28	-0.86	-0.46	N,M	65.0	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	1.82	0.48	0.74	-0.39	0.24	N,M	41.8	Cumple	
				6.32 m	G, Q, V, N	4.81	0.63	-1.62	-1.10	-0.49	N,M	77.0	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V, N	2.55	0.49	1.08	-0.56	0.23	N,M	53.4	Cumple	
	Losa 1	-0.28/0.00	18x18	Pie	G, Q, N, S	0.26	-0.34	0.03	0.03	0.33	N,M	27.3	Cumple	
				Pie	G, Q, V, N	-1.83	-0.15	0.38	0.43	0.21	N,M	42.1	Cumple	
	C53	Losa 5	6.81/7.61	18x18	Cabeza	G, Q, N, S	0.04	-0.13	0.11	-0.29	-0.04	Q	15.0	Cumple
Cabeza					G, Q, N, S	0.04	-0.12	0.11	-0.29	-0.01	Q	15.2	Cumple	
Cabeza					G, Q, V, N	-0.03	-0.12	0.15	-0.47	-0.02	Q	25.3	Cumple	
Pie					G, Q, V, N	0.02	-0.11	-0.11	-0.47	-0.02	Q	26.3	Cumple	
Losa 4		6.11/6.81	18x18	Cabeza	G, Q, S	1.71	0.39	0.33	-0.87	1.41	Q	69.2	Cumple	
				Cabeza	G, Q, N, S	1.69	0.38	0.33	-0.89	1.40	Q	69.2	Cumple	
				Cabeza	G, Q, V	1.51	0.38	0.39	-1.02	1.47	Q	85.5	Cumple	

Resumen de las comprobaciones													
Columnas	Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado
					Naturaleza	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)			
	Losa 3	3.16/6.11	18x18	Cabeza	G, Q, V, N	1.46	0.37	0.40	-1.06	1.44	Q	85.7	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	1.66	0.59	-1.11	-0.78	-0.38	N,M	57.6	Cumple
				Pie	G, Q, N, S	1.61	0.58	-1.11	-0.79	-0.39	N,M	57.4	Cumple
				Pie	G, Q, V, N	1.14	0.58	-1.34	-0.96	-0.43	N,M	65.5	Cumple
	Losa 2	0.00/3.16	18x18	6.32 m	G, Q, N, S	1.66	0.59	-1.11	-0.78	-0.38	N,M	46.4	Cumple
				Cabeza	G, Q, N, S	1.61	0.39	0.63	-0.32	0.19	N,M	28.1	Cumple
				6.32 m	G, Q, V, N	1.14	0.58	-1.34	-0.96	-0.43	N,M	52.9	Cumple
				Cabeza	G, Q, V, N	0.63	0.38	0.84	-0.43	0.18	N,M	33.6	Cumple
	Losa 1	-0.53/0.00	18x18	Pie	G, S	5.40	-0.12	0.25	0.35	0.14	N,M	18.7	Cumple
				Pie	G, V	0.03	-0.06	-0.29	-0.44	0.13	N,M	24.4	Cumple

Notas:
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales
PM, M, V, V, T: Esfuerzos combinados y torsión
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante

Se puede observar que con estas modificaciones de secciones, cumplen con las condiciones de carga dadas por la normativa utilizada.

ANEXO III

En el periodo de la realización del presente trabajo final se realizó en la obra el drenaje propuesto, donde surgieron complicaciones no previstas, aumentando los costos y tiempos de ejecución, los cuales merecen ser comentados.

En contra a lo que se encontraba propuesto, se construyeron los tramos 1-2 y 3-4. Al realizar esto generó un aumento considerable del caudal, saturando la excavación realizada. Esto conllevó a la complejidad que se quería evitar de trabajar con la utilización de equipos electrobombeadores dado que emergía agua subterránea.



Figura 1 - Desmoronamiento tramo 3-4



Figura 2 - Realizando excavación tramo 3-4

Al realizar el movimiento de suelos de la cámara principal comenzó automáticamente a aflorar agua subterránea (figura 2), se realizó una perforación a mayor profundidad aguas abajo para controlarlo, colocando un receptáculo con la finalidad de eliminar el agua con bomba y poder trabajar.



Figura 3 - Realizando excavación



Figura 4 - Sector bombeo para cámara principal



Figura 5 - Receptáculo cámara principal

A pesar de poder utilizar el paso de servidumbre, como lo especifica la reglamentación del barrio, para mantener el buen trato entre propietarios linderos y buena convivencia se solicitó autorización, por lo que se permitió trabajar en dicho lote en un lapso de 5 días hábiles. En ese transcurso se generó la rotura de vereda, movimiento de suelos, perfilaje, colocación y tapada de cañería, dejando el lote vecino en las condiciones iniciales.



Figura 6 - Realizando excavación



Figura 7 - Realizando excavación



Figura 8 - Realizando tendido de cañería lote vecino

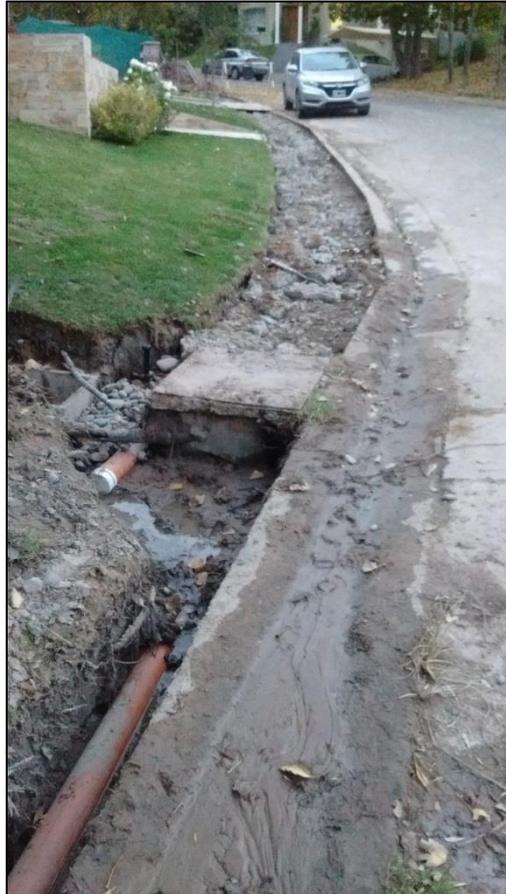


Figura 9 - Cañería por debajo de lote vecino

Como se puede observar en las imágenes, al realizar la excavación, se observó que emergía agua subterránea de todas direcciones, del pavimento, del estrato inferior, lote vecino; esto generó que se produzca un sedimento en el fondo de la excavación elevando la cota de la cañería, por lo que se tuvo que excavar a mayor profundidad para asegurar la correcta pendiente.

Se optó por no conectar la cañería de conducción a la futura cámara principal hasta que la misma no se encuentre realizada.

Con la ayuda de equipos electrobombeadores se realizó el tramo 3-4 conforme a la documentación entregada. Para obtener la cota de la cañería a colocar se realizó la excavación hasta encontrar relleno granular colocado en la etapa de fundación. Una vez que se encontró se pudo observar cómo el agua escurría a gran velocidad desde el interior de la vivienda, por lo que es válida la hipótesis adoptada al realizar el análisis hidráulico que el manto granular colocado debajo funcionaba como cámara de captación dada su alta permeabilidad.



Figura 10 - Realizando tramo 3-4



Figura 11 - Realizando tramo 3-4

Sobre el sector de enlagueamiento no se pudo realizar el drenaje hasta no realizada la cámara principal, debido a la complicación de trabajar con el agua escurriendo permanentemente, no se aseguraba la pendiente necesaria dado que la cañería se elevaba una vez colocado. Adicionalmente a esto, otro inconveniente fue el desmoronamiento

permanente del terreno, para lo cual se debía volver a retirar material utilizando maquinaria, incrementando los tiempos y costos del trabajo. Esta complicación se solucionó provisoriamente realizando una contención del terreno, pero se observó que el agua emergía desde el subsuelo socavando el terreno ingresando por debajo y arrastrando material.

Contrariamente a lo esperado el mayor caudal de agua subterránea provenía desde el terreno natural y no de la fundación. Esto tiene sentido ya que se encontraba realizado el tramo 3-4 por lo que el exceso de agua debajo de la estructura escurría por allí.



Figura 12 - Apuntalando tramo 3-4 restante



Figura 13 - Tramo 3-4 restante

Para la construcción de la cámara principal se la realizó fuera del receptáculo y luego se montó con grúa hidráulica y niveló dado que no fue posible realizarla in situ por las

condiciones en las que se encontraba el terreno y la permanente escorrentía de agua subterránea.



Figura 14 - Receptáculo cámara principal



Figura 15 – Encofrado in situ cámara principal



Figura 16 - Realizando cámara principal



Figura 17 - Receptáculo cámara principal sin bombear



Figura 18 - Cámara principal



Figura 19 - Realizando excavacion cámara principal



Figura 20 - Verificando nivel excavación



Figura 21 - Colocando cámara principal grua hidráulica



Figura 22 - Tomando nivel cámara principal



Figura 23 - Cámara principal colocada



Figura 24 - Cámara principal

Una vez conectada la cámara principal (figura 23) se realizó el tramo 5-6 restante. Esta etapa de la obra se pudo realizar con relativa facilidad.



Figura 25 - Realizando tramo 3-4 restante

Finalmente se realizaron las cámaras de inspección y conectaron los drenajes pluviales del proyecto original a la cámara principal.



Figura 26 - Cámara de inspección



Figura 27 - Cañería proveniente cámara principal a cordón cuneta

Como se supuso en el informe, el propietario decidió no realizar el tramo debajo del relleno de terreno granular y optó por sellar el bajo recorrido de ascensor utilizando los materiales propuestos en el presente informe.



Figura 28 – Sellando esquinas



Figura 29 – Bajo recorrido

Conclusión

Se tenía previsto la realización del trabajo en un lapso de 25 días corridos. Todo el proceso, con los inconvenientes ya indicados, se realizó en 90 días corridos. Se realizó un análisis económico del proyecto a fin de poder cuantificar el costo:

FECHA 02/10/2017				
PLANILLA DE COSTOS				
ITEM	DESIGNACION			
1	DRENAJE HIDRAULICO	MO	MAT	TOTAL
1,01	Movimiento suelos Excavadora	\$ -	\$ 9.000,00	\$ 9.000,00
1,02	Movimiento fondo del lote	\$ 25.000,00	\$ -	\$ 25.000,00
1,03	Retirar relleno	\$ -	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
1,04	Tendido cañería	\$ 35.000,00	\$ 35.000,00	\$ 70.000,00
1,05	Colocación relleno granular y manto geotextil	\$ 37.000,00	\$ 12.000,00	\$ 49.000,00
1,06	Realización cámara principal	\$ 6.000,00	\$ 7.000,00	\$ 13.000,00
1,07	Demolición vereda lote lindero	\$ 4.000,00	\$ -	\$ 4.000,00
1,08	Tendido cañería fuera del lote	\$ 22.000,00	\$ 8.800,00	\$ 30.800,00
1,09	Realización vereda lote lindero	\$ 2.500,00	\$ 2.000,00	\$ 4.500,00
1,10	Movimiento de suelos cámara principal	\$ 4.000,00	\$ 5.000,00	\$ 9.000,00
1,11	Hidro grúa	\$ -	\$ 5.500,00	\$ 5.500,00
1,12	Limpieza y relleno	\$ 10.000,00	\$ 6.600,00	\$ 16.600,00
1,13	Reparación bomba	\$ -	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
1,14	Sellar bajo recorrido ascensor	\$ 7.000,00	\$ 8.000,00	\$ 15.000,00
COSTO TOTAL		\$ 152.500,00	\$ 116.100,00	\$ 268.600,00

Bibliografía

- Artur H. Nilson (2001), Diseño de Estructuras de Concreto, Santa Fe de Bogota Colombia Editorial Emma Ariza H.
- Braja M. Das (2001), Principios de Ingeniería de Cimentaciones, California State University, Sacrament.
- Comisión Nacional del Agua – CNA (1993), Especificaciones Generales para la Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, Mexico.
- Daniel A. Bascoy (1992), Tecnología del hormigón fresco, Buenos Aires, Argentina, Editorial Biblos
- Eduardo E. Gordin (2009), Patologías Habituales de la Construcción, Buenos Aires, Argentina, Editorial Fundación capacitar
- Hilleboe, Herman (1964), Manual de tratamiento de aguas, México, Editorial Limusa Wiley
- Jaime Nisnovich (2006), Manual Practico de Instalaciones Sanitarias, Buenos Aires, Argentina, Editorial Distal
- Jorge Granados Robayo (1988), Hidráulica en Edificaciones, Santa Fe de Bogota Colombia
- Mario E. Chandias (1992); Introducción a la construcción de Edificios, Buenos Aires Argentina, Editorial Alsina,
- Reglamento CIRSOC 101 (2005) Reglamento Argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras, Buenos Aires Argentina, Editorial INTI,
- Reglamento CIRSOC 201 (2005) Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios, Buenos Aires Argentina, Editorial INTI.