



## AGRADECIMIENTOS

El siguiente trabajo representa el punto final de una etapa en mi vida y el párrafo de apertura para el comienzo de una nueva, quiero aprovechar este espacio para agradecerles a las personas que directamente o indirectamente de alguna forma colaboraron para que yo sea hoy en día la persona que soy y que haya logrado alcanzar un gran objetivo en mi vida como lo es recibirme.

No puedo evitar agradecerle al Ing. Guillermo Gerbaudo por el apoyo constante que me brindo a lo largo de estos meses de trabajo en la Practica Supervisada, su dedicación, su paciencia y sus conocimientos.

Quiero agradecer al Ing. Arturo Lucas Grossi por la oportunidad de incorporarme en su empresa y llevar a cabo este trabajo, por todas las comodidades que me brindó y el apoyo a lo largo de este tiempo. También quiero mencionar a los compañeros de trabajo, los que hicieron que cada día sea más llevadero.

Quiero agradecer a los parientes que siempre están presentes y se preocupan por mi bienestar y felicidad. Agradecer a los que están y a los que por algún motivo nos acompañan desde otro lugar.

Agradecer a mis amigos de la vida por esa compañía constante, tanto en momentos buenos como en momentos malos, por esas aventuras vividas y las que faltan por vivir. Agradecer a los compañeros de la facultad, por todas esas cosas vividas y la oportunidad de conocerlos.

Quiero hacer un agradecimiento especial a varias personas que fueron de extrema ayuda para que yo hoy cumpla este sueño:

A mi **Mamá** y mi **Papá** principalmente por darme la vida, por todo su apoyo incondicional y por esta gran oportunidad de venir a Córdoba a crecer como persona por sobre todas las cosas.

A mis hermanas, **Ornella**, **Luisella** y **Giuliana** por todas las cosas compartidas, estos años en Córdoba, la convivencia, las pasiones, las frustraciones, las alegrías, las peleas. Gracias por estar en mi vida.

A mis compañeros en un principio y grandes amigos hoy en día, **Juan**, **Lucca**, **Alejo** y **Nicolás**, gracias por todos estos años de estudio, de salidas, de discusiones y de viajes. Gracias por ser amigos míos más que compañeros y por siempre ser un soporte en este camino.

A mi **novia** por ser un pilar en mi vida, por su compañía y amor brindado. Gracias por estar hasta el día de hoy.



## ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                                 | <b>5</b>  |
| <b>1.1 DESCRIPCIÓN .....</b>                                 | <b>5</b>  |
| <b>1.2 OBJETIVOS.....</b>                                    | <b>6</b>  |
| <b>1.3 LA EMPRESA.....</b>                                   | <b>7</b>  |
| <b>1.4 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ANALIZADAS .....</b>             | <b>8</b>  |
| <b>1.4.1 EDIFICIO OFICINAS .....</b>                         | <b>8</b>  |
| <b>1.4.2 EDIFICIO MAIN STREET .....</b>                      | <b>9</b>  |
| <b>2. CÁLCULO .....</b>                                      | <b>10</b> |
| <b>2.1 ANÁLISIS DE CARGAS .....</b>                          | <b>10</b> |
| <b>2.2 MODELADO EN SOFTWARE DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....</b> | <b>13</b> |
| <b>2.3 DIMENSIONADO .....</b>                                | <b>19</b> |
| <b>3. DETALLES CONSTRUCTIVOS.....</b>                        | <b>22</b> |
| <b>3.1 VIGAS.....</b>  | <b>24</b> |
| <b>3.2 LOSAS.....</b>  | <b>28</b> |
| <b>3.3 COLUMNAS Y TABIQUES.....</b>                          | <b>34</b> |
| <b>3.4 NUDOS .....</b>                                       | <b>37</b> |
| <b>3.5 ESCALERA .....</b>                                    | <b>41</b> |
| <b>3.6 ENCOFRADO Y CURADO DEL HORMIGÓN.....</b>              | <b>43</b> |
| <b>4. PLANOS ESTRUCTURALES Y PLANILLAS.....</b>              | <b>47</b> |
| <b>4.1 PLANOS ESTRUCTURALES .....</b>                        | <b>47</b> |
| <b>4.1.1 LINEAMIENTOS GENERALES .....</b>                    | <b>47</b> |
| <b>4.1.2 LINEAMIENTOS PARTICULARES.....</b>                  | <b>48</b> |
| <b>4.2 PLANILLAS DE CORTADO Y DOBLADO DE HIERROS .....</b>   | <b>54</b> |
| <b>4.2.1 FUNDACIONES .....</b>                               | <b>55</b> |
| <b>4.2.2 VIGAS Y LOSAS .....</b>                             | <b>59</b> |
| <b>5. CONCLUSIONES .....</b>                                 | <b>61</b> |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>figura 1.1: Edificio Oficinas</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>figura 1.2: Edificio Main Street</b> .....   | <b>9</b>  |
| <b>figura 2.1: Modelo Edificio Oficinas</b> .....                                     | <b>13</b> |
| <b>figura 2.2: Modelo Edificio Main Street</b> .....                                  | <b>14</b> |
| <b>figura 2.3: Salida del Software. Envoltente de reacciones sobre nodos</b> .....    | <b>16</b> |
| <b>figura 2.4: Salida del Software. Envoltente de reacciones sobre miembros</b> ..... | <b>17</b> |
| <b>figura 2.5: Salida del Software. Condiciones de vínculo</b> .....                  | <b>18</b> |
| <b>figura 2.6: Salida del Software. Miembros</b> .....                                | <b>18</b> |
| <b>figura 2.7: Tabla 4, CIRSOC 102-82</b> .....                                       | <b>19</b> |
| <b>figura 3.1: Detalle de armado de vigas</b> .....                                   | <b>23</b> |
| <b>figura 3.2: Encuentro de vigas</b> .....   | <b>24</b> |
| <b>figura 3.3: Viga en voladizo</b> .....   | <b>25</b> |
| <b>figura 3.4: Refuerzos en extremo de viga</b> .....                                 | <b>26</b> |
| <b>figura 3.5: Refuerzos en apoyo intermedio de viga</b> .....                        | <b>27</b> |
| <b>figura 3.6: Refuerzos en apoyo intermedio de viga invertida</b> .....              | <b>27</b> |
| <b>figura 3.7: Nervios de losa</b> .....  | <b>28</b> |
| <b>figura 3.8: Nervio de refuerzo de losa</b> .....                                   | <b>29</b> |
| <b>figura 3.9: Nervios de refuerzo de losa a 2m</b> .....                             | <b>29</b> |
| <b>figura 3.10: Anclaje de losa nervurada en viga</b> .....                           | <b>30</b> |
| <b>figura 3.11: Anclaje de losa balcón en viga</b> .....                              | <b>31</b> |
| <b>figura 3.12: Encofrado de viga invertida</b> .....                                 | <b>31</b> |
| <b>figura 3.13: Losa sanitaria</b> .....  | <b>32</b> |
| <b>figura 3.14: Espacios para conductos y ductos</b> .....                            | <b>33</b> |
| <b>figura 3.15: Columna menor</b> .....   | <b>34</b> |
| <b>figura 3.16: Sección de columna menor</b> .....                                    | <b>34</b> |
| <b>figura 3.17: Columna mayor</b> .....   | <b>34</b> |
| <b>figura 3.18: Sección de columna mayor</b> .....                                    | <b>34</b> |
| <b>figura 3.19: Tabique</b> .....   | <b>35</b> |
| <b>figura 3.20: Sección de tabique</b> .....  | <b>35</b> |
| <b>figura 3.21: Paquete de estribos</b> .....   | <b>36</b> |



|   |           |
|---|-----------|
| <b>figura 3.22: Estribos de cuatro ramas .....</b>                | <b>36</b> |
| <b>figura 3.23: Nudo 1.....</b>                                   | <b>37</b> |
| <b>figura 3.24: Nudo 2.....</b>                                   | <b>38</b> |
| <b>figura 3.25: Nudo 2 terminado .....</b>                        | <b>38</b> |
| <b>figura 3.26: Nudo 3.....</b>                                   | <b>39</b> |
| <b>figura 3.27: Detalle general de armado de vigas .....</b>      | <b>40</b> |
| <b>figura 3.28: Armadura de espera en tabiques.....</b>           | <b>41</b> |
| <b>figura 3.29: Armadura de espera en descanso .....</b>          | <b>42</b> |
| <b>figura 3.30: Encofrado de escalera.....</b>                    | <b>42</b> |
| <b>figura 3.31: Encofrados PERI.....</b>                          | <b>43</b> |
| <b>figura 3.32: Pelos para mampostería en tabique .....</b>       | <b>44</b> |
| <b>figura 3.33: Pelos para losa en pendiente de escalera.....</b> | <b>44</b> |
| <b>figura 3.34: Viga invertida hormigonada .....</b>              | <b>45</b> |
| <b>figura 3.35: Hormigonado de viga columna.....</b>              | <b>45</b> |
| <b>figura 3.36: Hormigonado conductos y ductos .....</b>          | <b>46</b> |
| <b>figura 3.37: Hormigonado pisos .....</b>                       | <b>46</b> |
| <b>figura 3.38: Hormigonado tabiques de submuración.....</b>      | <b>46</b> |
| <b>figura 4.1: Planta de fundaciones .....</b>                    | <b>48</b> |
| <b>figura 4.2: Planta de estructuras.....</b>                     | <b>49</b> |
| <b>figura 4.3: Detalles de pilotes .....</b>                      | <b>50</b> |
| <b>figura 4.4: Detalles de cabezales .....</b>                    | <b>51</b> |
| <b>figura 4.5: Detalles de escalera.....</b>                      | <b>51</b> |
| <b>figura 4.6: Detalles de escalera y mampostería.....</b>        | <b>52</b> |
| <b>figura 4.7: Detalles de vigas.....</b>                         | <b>53</b> |
| <b>figura 4.8: Detalles de losas.....</b>                         | <b>54</b> |
| <b>figura 4.9: Carátula de planilla de CyD .....</b>              | <b>56</b> |
| <b>figura 4.10: Planilla de CyD, Pilotes .....</b>                | <b>57</b> |
| <b>figura 4.11: Planilla de CyD, Cabezales.....</b>               | <b>58</b> |
| <b>figura 4.12: Planilla de CyD, vigas .....</b>                  | <b>59</b> |
| <b>figura 4.13: Planilla de CyD, losas .....</b>                  | <b>60</b> |
| <b>figura 4.14: Planilla de CyD, resumen .....</b>                | <b>60</b> |



# 1.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 DESCRIPCIÓN

El presente trabajo se encuadra dentro de la Practica Supervisada de la carrera Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Córdoba. La práctica se llevó a cabo en la empresa constructora ARINCO Srl, específicamente en la Oficina Técnica, a cargo del Ing. Lucas Grossi, donde se realizaron tareas de proyecto ejecutivo de edificios de hormigón armado. Para ello se realizaron distintas tareas que se enumeran a continuación:

- Confección de tablas de cálculo para el predimensionado de las fundaciones (según estudio de suelo).
- Confección de tablas de cálculo para el predimensionado de vigas de fundación, y vigas y columnas de la superestructura.
- Confección de modelos numéricos en programa RAM ELEMENTS 8v.
- Dimensionado de los elementos estructurales (fundación, vigas, columnas y losas) a partir de los esfuerzos obtenidos de la modelación.
- Visita a obra para analizar tipologías de armado de elementos estructurales.
- Confección de conjunto de planos de PROYECTO EJECUTIVO.
- Realización de planillas de cortado y doblado de hierros.
- Confección de la memoria de cálculo de la obra.



Las tareas desarrolladas se ejecutaron dentro de las normas vigentes para esta actividad. En el caso de los cálculos estructurales se debe cumplimentar la norma CIRSOC 101, CIRSOC 102 y CIRSOC 201 respaldando de esta manera un proyecto seguro que se va a ver completado con el arte del buen construir.

## 1.2 OBJETIVOS

El **objetivo principal** de la Práctica Supervisada del Sr. Gianfranco Rossini es el desarrollo de Proyectos Ejecutivos de Edificios de Hormigón Armado, enfatizando en los detalles constructivos de la estructura.

Complementariamente, una vez finalizada la Práctica Supervisada, el Sr. Gianfranco Rossini debe ser capaz de:

- Llevar a cabo una relación continua entre el cliente y demás profesionales involucrados en el proyecto.
- Poder tomar decisiones relacionadas con la ejecución del proyecto ejecutivo.
- Interpretar los reglamentos CIRSOC 101, 102 y 201 que son propias de la actividad.
- Tomar noción de la importancia del conocimiento del arte de construir a la hora de realizar el proyecto ejecutivo.
- Llevar a cabo la organización y coordinación del personal a su cargo.
- Organizar un plan a seguir para realizar el proyecto ejecutivo.
- Conocer y manejar los fundamentos teóricos de las tareas puestas en práctica.
- Desarrollar planos de detalles constructivos.



### 1.3 LA EMPRESA

La empresa ARINCO SRL ubicada en el Km 502 de la Ruta Nacional N°9, de la localidad de Bell Ville, departamento Unión, provincia de Córdoba.

Sus socios gerentes son el Sr. Ing. Civil Arturo Lucas Grossi y el Sr. Ing. Civil Miguel Penza. Quienes cuentan con el apoyo en la dirección del Sr. Ing. Civil Lucas Grossi. La institución comenzó sus actividades el día 8 de agosto 1990. Desde entonces la empresa ha llevado a cabo diversas actividades dentro del rubro de la construcción.

Comenzó siendo una empresa proveedora de hormigón elaborado y realizando obras de pequeñas envergaduras. Hoy, es una de las proveedoras de hormigón más importantes de la región y se encuentra muy afianzada en la construcción de obras de ingeniería, contándose entre su lista de clientes: Cargill, Arcor, Promaiz, Aceitera General Deheza (AGD), Agricultores Federados Argentina (AFA), Asociación de Cooperativas Argentinas (ACA), entre otros.

Hace tres años la empresa logró la representación de los silos Kepler Webber en el país, y a causa de ello se abrió la Oficina Técnica, logrando generar allí su propia ingeniería. Es en esta área técnica donde se desarrolló la Practica Supervisada.

Dentro de los recursos materiales podemos encontrar una variada cantidad de elementos los que hacen que la empresa tenga la posibilidad de realizar una gran amplitud de obras. Esta cuenta con retroexcavadoras, topadoras, palas cargadoras, motoniveladoras, etc. Por otro lado la empresa cuenta con tres plantas dosificadoras de hormigón y once camiones tipo mixer.

La empresa cuenta con 335 empleados aproximadamente, esta cantidad de empleados varía en mas menos 100, sobre todo el personal en obra.

Posee un plantel de profesionales jóvenes de aproximadamente 20 personas, contándose entre estos: ingenieros civiles, ingenieros mecánicos, ingenieros químicos, arquitectos y contadores. Estos se reparten en tareas de obra y de oficina, en donde se cuenta también con personal administrativo.

Tareas realizadas en la empresa: además de realizar las actividades en los proyectos de obras de arquitectura (proyectos de edificios de hormigón armado) también se llevaron cabo otras tareas como: realización de cálculos métricos y presupuestos en el software Data Obra, conjunto de planos para proyecto ejecutivo de obras de ingeniería (principalmente estructurales: planta de fundaciones, de estructura, detalles de armado de estructuras de H<sup>o</sup>A<sup>o</sup> y detalles de estructura metálica).





## 1.4 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ANALIZADAS

### 1.4.1 EDIFICIO OFICINAS



**figura 1.1: Edificio Oficinas**

El edificio se ubicará en la localidad de Justiniano Posse, provincia de Córdoba. Tiene como destino albergar oficinas en los diferentes niveles y locales comerciales en planta baja.

El proyecto cuenta con planta baja y 9 pisos, teniendo una superficie cubierta de 850m<sup>2</sup>.





## 1.4.2 EDIFICIO MAIN STREET



figura 1.2: Edificio Main Street

El edificio se ubicará en la localidad de Bell Ville, provincia de Córdoba. Tiene como destino albergar departamentos en los diferentes niveles y locales comerciales en planta baja.

El proyecto cuenta con planta baja y 6 pisos, poseerá cocheras en nivel de planta baja y patio, teniendo una superficie cubierta de 1300m<sup>2</sup>.



# 2.

## 2. CÁLCULO

### 2.1 ANÁLISIS DE CARGAS

#### **Peso propio**

Se analizan los pesos de algunas losas típicas que se aplicarán a los diferentes elementos de la estructura en su conjunto.

El peso de los muros de mampostería se distribuyó como una carga repartida en la superficie de la losa, salvo en casos particulares en donde se consideraron cargas puntuales; la carga considerada por metro cúbico de muro de mampostería es la que expresa el reglamento CIRSOC 101-82-Tabla 1 “Pesos unitarios de los materiales y conjuntos funcionales de construcción”:

- Carga unitaria por peso propio de muro.....C= 1.500kg/m<sup>3</sup>

El peso de vigas y columnas fueron considerados por el software numérico, a partir de la especificación de materiales, cuantía aproximada y sección.

#### **Sobrecargas de uso**

Se consideraron las sobrecargas mínimas según lo expresado en el reglamento CIRSOC 101-82-Tabla 2 “Valores mínimos de sobrecargas para edificios de vivienda y otros (oficinas, edificios públicos, etc.)”:



- Sobrecarga en cubierta de H°A° (destino: cubierta accesible con congregación de personas con fines de recreación u observación).....p1= 200kg/m2
- Sobrecarga en plantas de oficina.....p2= 250kg/m2
- Sobrecarga en escaleras.....p3= 400kg/m2

### Acción del viento

La carga de viento para este tipo de estructuras se calculó según el reglamento CIRSOC 102-2005. Se consideraron las cargas laterales que afectan la estabilidad de la estructura.

Las resultantes de estas presiones se cargaron en el modelo en el centro de presiones de cada piso para representar el efecto del viento sobre la estructura.

### Cargas Sísmicas

Según el Reglamento INPRES-CIRSOC 103 capítulo 3, tablas 1, la zona sísmica para las localidades de Justiniano Posse y Bell Ville, es Zona 0, por lo que los esfuerzos sísmicos no gobiernan el diseño de la estructura.

Sin embargo, debido a que las localidades en cuestión se encuentran cercanas a el límite que divide la zona sísmica 1 de la 0, se detallarán vigas y columnas de forma tal que presenten una adecuada ductilidad en los posibles lugares de formación de rotulas plásticas, logrando así que la estructura pueda desarrollar una adecuada performance en el campo inelástico ante eventos sísmicos.

### Combinaciones de cargas

Las combinaciones de carga utilizadas para el diseño de los elementos estructurales fueron las siguientes:

C1 = CL+CM (Servicio)

C2 = CL+CM+SC (Servicio)

C3 = CL+CM+0.75SC (Servicio)

C4 = CL+CM+Wx (Servicio)

C5 = CL+CM+Wz (Servicio)



$C6 = CL+CM-Wx$  (Servicio)

$C7 = CL+CM-Wz$  (Servicio)

$C8 = CL+CM+0.75SC+0.75Wx$  (Servicio)

$C9 = CL+CM+0.75SC+0.75Wz$  (Servicio)

$C10 = CL+CM+0.75SC-0.75Wx$  (Servicio)

$C11 = CL+CM+0.75SC-0.75Wz$  (Servicio)

$C12 = 0.6CL+0.6CM+Wx$  (Servicio)

$C13 = 0.6CL+0.6CM+Wz$  (Servicio)

Donde:

CL y CM= Carga Muerta o Peso Propio.

SC= Sobrecarga.

$Wx/z$ = Cargas de Viento.



## 2.2 MODELADO EN SOFTWARE DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para el dimensionado de los distintos elementos estructurales se realizaron modelos de los edificios Oficinas y Main Street en el software de análisis estructural RAM Elements versión 13.0, en las siguientes **figuras 2.1 y 2.2** se observan estos modelos.

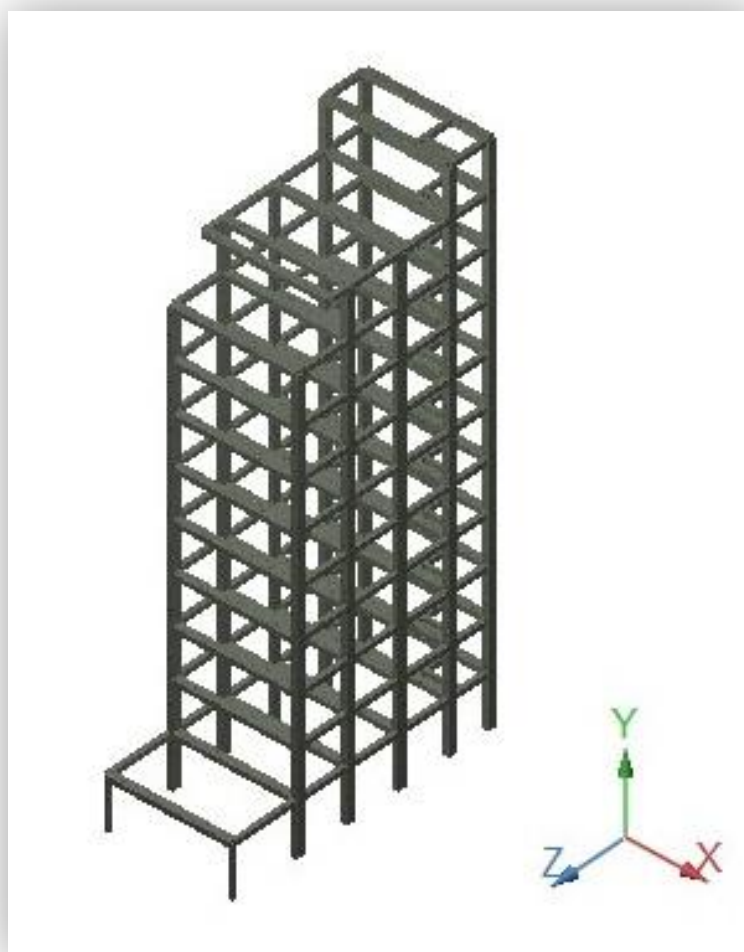


figura 2.1: Modelo Edificio Oficinas

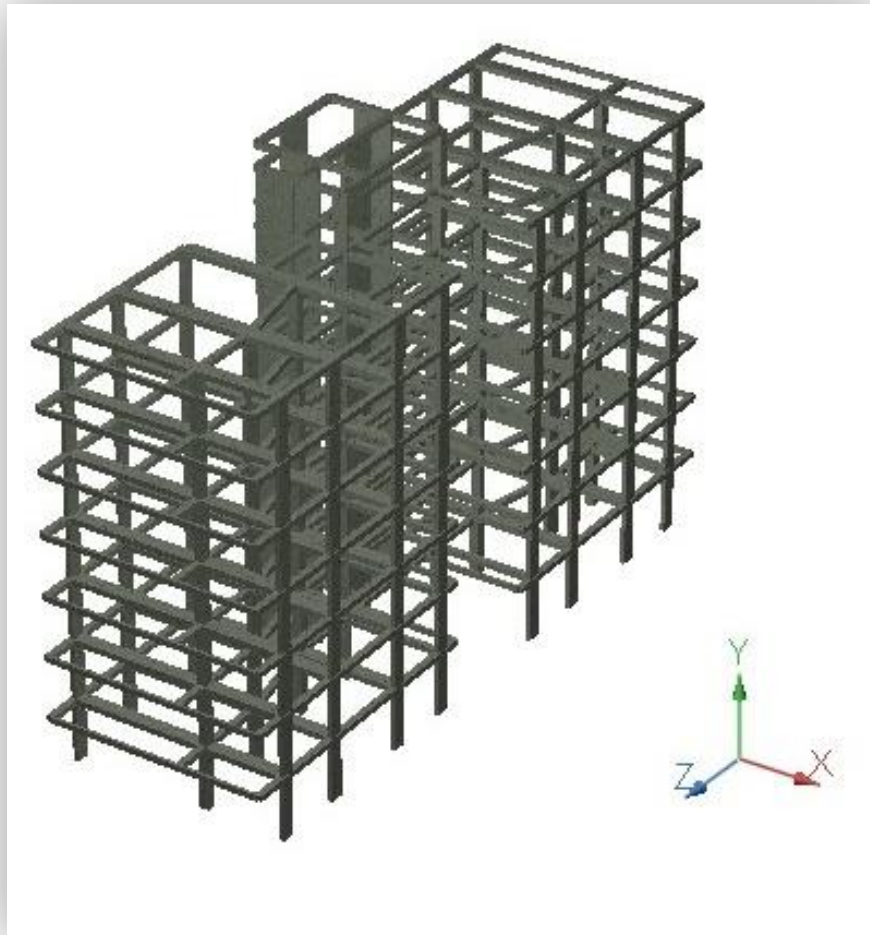


figura 2.2: Modelo Edificio Main Street

El modelado incluye la superestructura y tiene en cuenta todos los elementos capaces de contribuir en el mecanismo de transferencia de cargas a la fundación.

Se consideró a las columnas de planta baja empotradas en la fundación. Ésta consideración pone a la estructura en un marco conservador, ya que las solicitaciones son mayores a las reales por exigirle a la misma que se empotre en la base. Esta consideración se tomó en los 2 modelos que se realizaron en la Práctica Supervisada, pero se evalúa cada caso en particular.

No se tuvo en cuenta la rigidización que proporcionan los muros de cerramientos exteriores e interiores, ya que en la mayoría de los casos disminuyen las deformaciones de la estructura.

Se consideraron los efectos de segundo orden ( $p$ -delta) para la estructura principal, que



afectan el cálculo de las columnas.

Los modelos están compuestos por todos los elementos estructurales principales (vigas y columnas). Con el fin de simplificar el análisis no se modelaron las losas de cada piso, y se optó por utilizar diafragmas rígidos que distribuyan las cargas laterales sobre los elementos resistentes a cargas laterales. Las cargas verticales de losas se distribuyeron mediante la simplificación del método de rotura propuesto por el doctor Moreira Da Rocha (Anexo B) y se introdujeron como cargas uniformemente distribuidas sobre las vigas según corresponda.





## Salidas del software

En la **figura 2.3** se observan las envolventes de reacciones en algunos de los nodos de

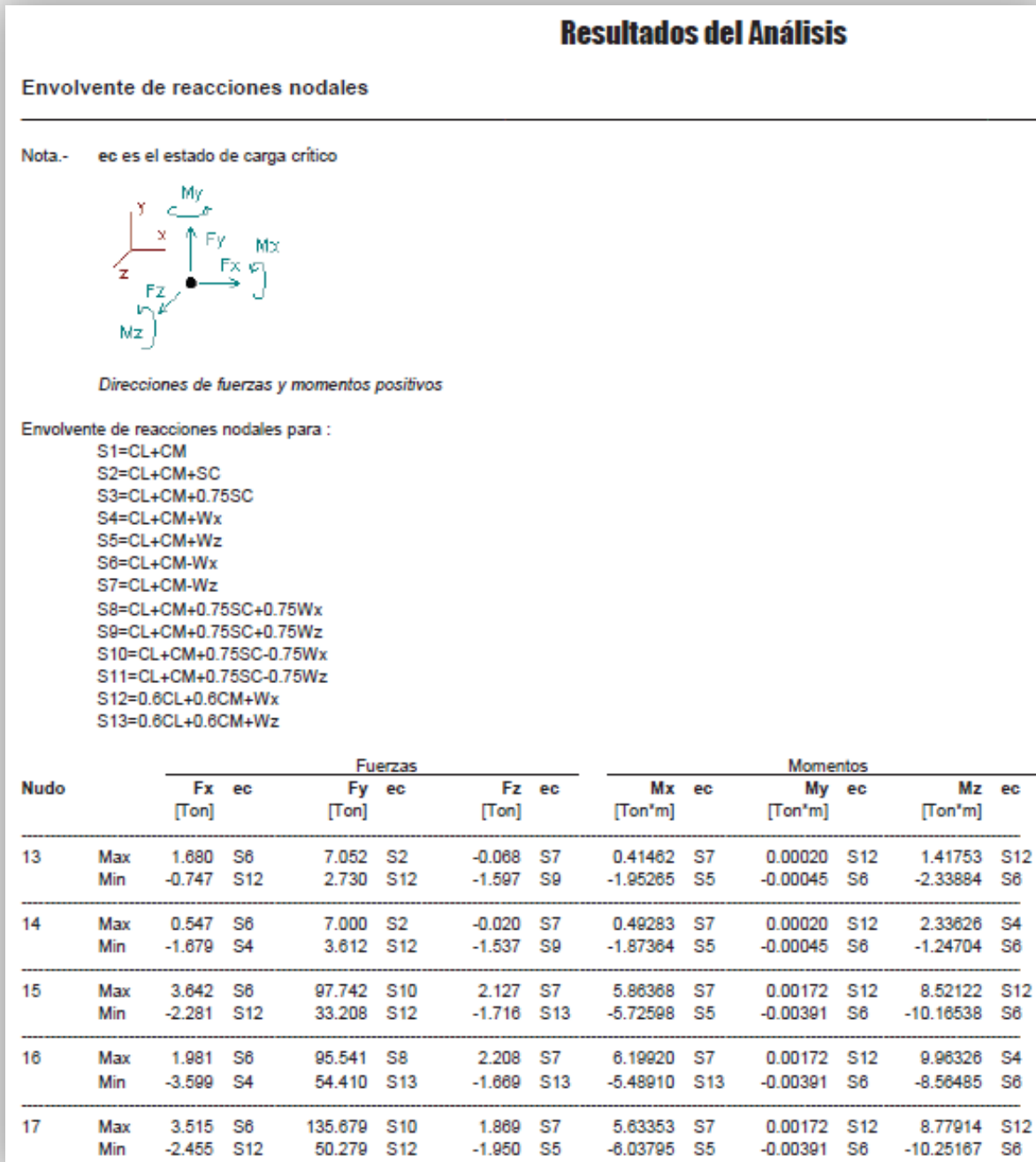


figura 2.3: Salida del Software. Envolvente de reacciones sobre nodos



planta baja (solicitaciones con las que se dimensionan las fundaciones).

En la **figura 2.4** se muestran las envolventes de esfuerzos en algunos miembros de la estructura (solicitaciones con las que se dimensionan las vigas y columnas).

| Envolvente de esfuerzos                        |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
|--|-----|-------|----|----------|-----|----------|----|---------|-----|---------|----|---------|-----|
| Nota.- <b>ec</b> es el estado de carga crítico |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
| Envolvente de esfuerzos para :                 |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
| S1=CL+CM                                       |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
| S2=CL+CM+SC                                    |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
| S3=CL+CM+0.75SC                                |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
| S4=CL+CM+Wx                                    |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
| S5=CL+CM+Wz                                    |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
| S6=CL+CM-Wx                                    |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
| S7=CL+CM-Wz                                    |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
| S8=CL+CM+0.75SC+0.75Wx                         |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
| S9=CL+CM+0.75SC+0.75Wz                         |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
| S10=CL+CM+0.75SC-0.75Wx                        |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
| S11=CL+CM+0.75SC-0.75Wz                        |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
| S12=0.6CL+0.6CM+Wx                             |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
| S13=0.6CL+0.6CM+Wz                             |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
| MIEMBRO 1                                      |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
| Estación                                       |     | Axial | ec | Corte V2 | ec  | Corte V3 | ec | Torsión | ec  | M22     | ec | M33     | ec  |
|  |     | [Ton] |    | [Ton]    |     | [Ton]    |    | [Ton*m] |     | [Ton*m] |    | [Ton*m] |     |
| 0%   | Max | 0.00  | S1 | 4.74     | S9  | 0.00     | S1 | 0.01    | S12 | 0.00    | S1 | -0.61   | S7  |
|  | Min | 0.00  | S1 | 1.89     | S12 | 0.00     | S1 | -0.03   | S6  | 0.00    | S1 | -2.71   | S9  |
| 25%  | Max | 0.00  | S1 | 2.39     | S9  | 0.00     | S1 | 0.01    | S12 | 0.00    | S1 | 1.41    | S11 |
|  | Min | 0.00  | S1 | 0.85     | S12 | 0.00     | S1 | -0.03   | S6  | 0.00    | S1 | 0.13    | S13 |
| 50%  | Max | 0.00  | S1 | 0.37     | S13 | 0.00     | S1 | 0.01    | S12 | 0.00    | S1 | 2.11    | S2  |
|  | Min | 0.00  | S1 | -0.79    | S7  | 0.00     | S1 | -0.03   | S6  | 0.00    | S1 | 0.85    | S12 |
| 75%  | Max | 0.00  | S1 | -0.67    | S13 | 0.00     | S1 | 0.01    | S12 | 0.00    | S1 | 1.00    | S5  |
|  | Min | 0.00  | S1 | -3.11    | S11 | 0.00     | S1 | -0.03   | S6  | 0.00    | S1 | -0.39   | S7  |
| 100%   | Max | 0.00  | S1 | -1.71    | S13 | 0.00     | S1 | 0.01    | S12 | 0.00    | S1 | -0.33   | S13 |
|  | Min | 0.00  | S1 | -5.50    | S2  | 0.00     | S1 | -0.03   | S6  | 0.00    | S1 | -4.41   | S11 |
| MIEMBRO 2                                      |     |       |    |          |     |          |    |         |     |         |    |         |     |
| Estación                                       |     | Axial | ec | Corte V2 | ec  | Corte V3 | ec | Torsión | ec  | M22     | ec | M33     | ec  |
|  |     | [Ton] |    | [Ton]    |     | [Ton]    |    | [Ton*m] |     | [Ton*m] |    | [Ton*m] |     |
| 0%   | Max | 0.00  | S1 | 5.63     | S9  | 0.00     | S1 | 0.00    | S12 | 0.00    | S1 | -0.24   | S7  |
|  | Min | 0.00  | S1 | 2.17     | S12 | 0.00     | S1 | 0.00    | S10 | 0.00    | S1 | -4.14   | S9  |
| 25%  | Max | 0.00  | S1 | 3.38     | S9  | 0.00     | S1 | 0.00    | S12 | 0.00    | S1 | 1.02    | S7  |
|  | Min | 0.00  | S1 | 0.73     | S7  | 0.00     | S1 | 0.00    | S10 | 0.00    | S1 | -0.87   | S13 |
| 50%  | Max | 0.00  | S1 | 1.36     | S5  | 0.00     | S1 | 0.00    | S12 | 0.00    | S1 | 1.23    | S2  |
|  | Min | 0.00  | S1 | -1.03    | S7  | 0.00     | S1 | 0.00    | S10 | 0.00    | S1 | 0.54    | S13 |
| 75%  | Max | 0.00  | S1 | 0.22     | S13 | 0.00     | S1 | 0.00    | S12 | 0.00    | S1 | 1.28    | S5  |
|  | Min | 0.00  | S1 | -2.93    | S11 | 0.00     | S1 | 0.00    | S10 | 0.00    | S1 | -0.59   | S7  |
| 100%   | Max | 0.00  | S1 | -0.84    | S13 | 0.00     | S1 | 0.00    | S12 | 0.00    | S1 | 0.88    | S13 |
|  | Min | 0.00  | S1 | -5.18    | S11 | 0.00     | S1 | 0.00    | S10 | 0.00    | S1 | -3.47   | S7  |

figura 2.4: Salida del Software. Envolvente de esfuerzos sobre miembros



En la **figura 2.5** se observan las restricciones impuestas a los nodos de comienzo de columnas en planta baja modelándolas como empotradas en la base y en la **figura 2.6** se muestran los miembros con su descripción, material, sección, etc.

| Restricciones |    |    |    |    |    |    |
|---------------|----|----|----|----|----|----|
| Nudo          | TX | TY | TZ | RX | RY | RZ |
| 13            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 14            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 15            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 16            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 17            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 18            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 19            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 20            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |

figura 2.5: Salida del Software. Condiciones de vínculo

| Miembros |    |    |             |                 |          |            |            |           |
|----------|----|----|-------------|-----------------|----------|------------|------------|-----------|
| Miembro  | NJ | NK | Descripción | Sección         | Material | d0<br>[cm] | dL<br>[cm] | Factor Ig |
| 1        | 1  | 3  | Viga Y      | RcBeamM 30x30cm | H-21     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 2        | 3  | 5  | Viga Y      | RcBeamM 30x30cm | H-21     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 3        | 5  | 7  | Viga Y      | RcBeamM 30x30cm | H-21     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 4        | 7  | 9  | Viga Y      | RcBeamM 30x30cm | H-21     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 5        | 9  | 11 | Viga Y      | RcBeamM 30x30cm | H-21     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 6        | 2  | 4  | Viga Y      | RcBeamM 30x30cm | H-21     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 7        | 4  | 6  | Viga Y      | RcBeamM 30x30cm | H-21     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 8        | 6  | 8  | Viga Y      | RcBeamM 30x30cm | H-21     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 9        | 8  | 10 | Viga Y      | RcBeamM 30x30cm | H-21     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 10       | 10 | 12 | Viga Y      | RcBeamM 30x30cm | H-21     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 11       | 1  | 2  | Viga X      | BeamR 50x30cm   | H-21     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 12       | 3  | 4  | Viga X      | BeamR 50x30cm   | H-21     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 13       | 5  | 6  | Viga X      | BeamR 50x30cm   | H-21     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 14       | 7  | 8  | Viga X      | BeamR 50x30cm   | H-21     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 15       | 9  | 10 | Viga X      | BeamR 50x30cm   | H-21     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 16       | 11 | 12 | Viga X      | BeamR 50x30cm   | H-21     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 17       | 1  | 13 | Columna     | ColR 30x20cm    | H-30     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 18       | 3  | 15 | Columna     | ColR 50x35cm    | H-30     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 19       | 5  | 17 | Columna     | ColR 50x35cm    | H-30     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 20       | 7  | 19 | Columna     | ColR 50x35cm    | H-30     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 21       | 9  | 21 | Columna     | ColR 50x35cm    | H-30     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 22       | 11 | 23 | Columna     | ColR 50x35cm    | H-30     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |
| 23       | 2  | 14 | Columna     | ColR 30x20cm    | H-30     | 0.00       | 0.00       | 0.00      |

figura 2.6: Salida del Software. Miembros



## 2.3 DIMENSIONADO

Para el dimensionado de las secciones de hormigón armado se aplicaron los lineamientos vigentes en el reglamento CIRSOC 201-82. Se utilizaron planillas de cálculo de elaboración propia de la oficina técnica de la empresa.

### Fundaciones

Los pilotes se dimensionaron para soportar la envolvente de reacciones obtenidas del modelo numérico con las combinaciones de carga descritas anteriormente.

Los pilotes medianeros, debido a la excentricidad que se produce al desfasar los pilotes de las columnas por consideraciones constructivas, se ven solicitados con momentos importantes. Adicionalmente se consideró una excentricidad del 10% de la sección del pilote por excentricidades constructivas (aproximadamente 5cm). Se mostrarán detalles en la **figura 4.3** en página 50.

Luego se procedió a verificar que las solicitaciones inducidas al terreno no superen los valores admisibles establecidos en *estudios de suelos (Anexo B)*. Para ello se obtuvieron las reacciones del modelo numérico realizado y se adicionó la diferencia entre el peso propio del pilote y el suelo excavado.

Según el reglamento CIRSOC 101-82 en su sección 4.2, se aplica una reducción mediante la Tabla 4 según muestra la **figura 2.7** a las sobrecargas para presiones sobre el terreno, teniendo en cuenta la improbabilidad de la presencia simultánea de las sobrecargas previstas en las distintas plantas.

**4.2.1.3** Si las sobrecargas provenientes de las plantas aisladas son iguales entre sí, se sumarán las sobrecargas de las plantas aisladas y a la sobrecarga total así obtenida se le aplicará el porcentaje dado en la **Tabla 4**, de acuerdo con el número de plantas de la estructura.

**Tabla 4. Porcentaje de reducción de sobrecargas para edificios de varias plantas con sobrecargas iguales**

| Plantas                 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  | 6  | 7  | 8  | 9<br>o<br>más |
|-------------------------|---|---|---|---|----|----|----|----|---------------|
| Porcentaje de reducción | 0 | 0 | 0 | 5 | 12 | 20 | 29 | 35 | 40            |

figura 2.7: Tabla 4, CIRSOC 102-82



Los cabezales se dimensionaron como elementos rígidos. Para ello se fija la altura de los mismos de modo tal que las bielas de compresión que se forman dentro del cabezal tengan una inclinación comprendida entre 40° y 55° respecto a la horizontal.

La armadura de las jaulas o cajón de cabezales se dimensionaron de modo tal de evitar fisuraciones en la cara de los mismos y proveer de confinamiento a las bielas de compresión. Debido a esto se fija una cuantía geométrica del 0.30% de la sección transversal del cabezal. Se mostrarán detalles en **figura 4.4** en página 51.

Las vigas de fundación se dispusieron de forma tal de lograr un trabajo conjunto de las cimentaciones, minimizar los asentamientos diferenciales y absorber los momentos generados por las excentricidades entre columnas y pilotes.

### **Columnas**

Las columnas se dimensionaron con la envolvente de esfuerzos obtenidos del modelo numérico de análisis estructural.

Dado que el modelo incluye los efectos de segundo orden y las columnas poseen esbelteces menores a 70, no es necesario realizar verificaciones adicionales sobre posibles inestabilidades del equilibrio. Por lo que la longitud efectiva de pandeo puede adoptarse conservadoramente igual a la altura de piso.

Se considera una excentricidad inicial del 10% de la dimensión de la columna.

### **Losas nervuradas**

Debido a que la mayoría de las losas nervuradas se plantearon armadas en 1 dirección, se analizan las losas como vigas T de nervio delgado. Según recomendaciones de varios autores se especifican nervios transversales a distancias no mayores a los 2.00m.

Las losas, solicitadas por una tensión de corte  $\tau$  superior al valor de  $\tau_{011}$  se armaron con estribos.

En el caso de losas de baño donde se interrumpen algunos nervios principales, se utilizaron nervios de repartición para transferir la carga de los nervios interrumpidos a otros nervios.

Se mostrarán en **figura 4.8** en página 54.

### **Losas Macizas**

Las losas macizas se calcularon según el método de rotura propuesto por el doctor



Moreira Da Rocha (*ver sustento teórico en Anexo*).

## **Vigas**

Se dimensionaron las vigas chatas según los lineamientos del reglamento CIRSOC 201/82. Los esfuerzos debidos a cargas gravitatorias se obtienen de forma simplificada mediante coeficientes de momentos según las condiciones de apoyo de las vigas en análisis. Con el fin de simplificar el armado, los apoyos no continuos se armaron con el 50% del momento de apoyo continuo. Se mostrarán en **figura 4.7** en página 53.

## **Escaleras**

Se dimensionaron las escaleras como vigas armadas en una dirección según los lineamientos del reglamento CIRSOC 201/82. Los esfuerzos debidos a cargas gravitatorias se obtienen de forma simplificada mediante coeficientes de momentos según las condiciones de apoyo de las vigas en análisis.

También con el fin de simplificar el armado, los apoyos no continuos se arman con el 50% del momento de apoyo continuo. Se mostrará en **figura 4.5** y **4.6** en páginas 51 y 52.



# 3.

## 3. DETALLES CONSTRUCTIVOS

En las distintas visitas a obra se observó el proceso de armado de los elementos estructurales según el requerimiento y posición de los hierros. Estas visitas se realizaron en momentos claves como en el armado de vigas y losas, armado de columnas y tabiques, y previo al hormigonado de los elementos.

En el proceso de armado el oficial de obra junto con el ingeniero jefe de obra, se apoyaban en las planillas de cortado y doblado; y planos de detalles.

Se pudo apreciar que los planos de detalles y el cortado y doblado de hierros fueron desarrollados pensando en el proceso de armado de los elementos estructurales.

Los detalles de armado de los distintos elementos estructurales siguen lo dispuesto en el reglamento CIRSOC 201.

La **figura 3.1** muestra el detalle de armado de vigas, en donde las armaduras en la posición A0 y A1 son las perchas y se extienden a lo largo de todo el elemento, se observa la posición preferente de empalme que tienen respectivamente.

La posición A2, refiere a refuerzo inferior, según requerimiento de armadura en el tramo, el anclaje mínimo es de  $10\varnothing$ , la posición A5 refiere a refuerzo superior, según armadura requerida en el apoyo, la longitud del refuerzo es como mínimo  $1/3$  de la luz entre apoyos.

La posición A3 refiere a armadura de cuerpo o de piel. Finalmente se observa la posición A4, que refiere a los estribos.





No se encuentra detallada la posición de armadura de corte (diagonal), puesto que se tomó como criterio en la empresa, dimensionar de forma tal que esta armadura no sea necesaria.

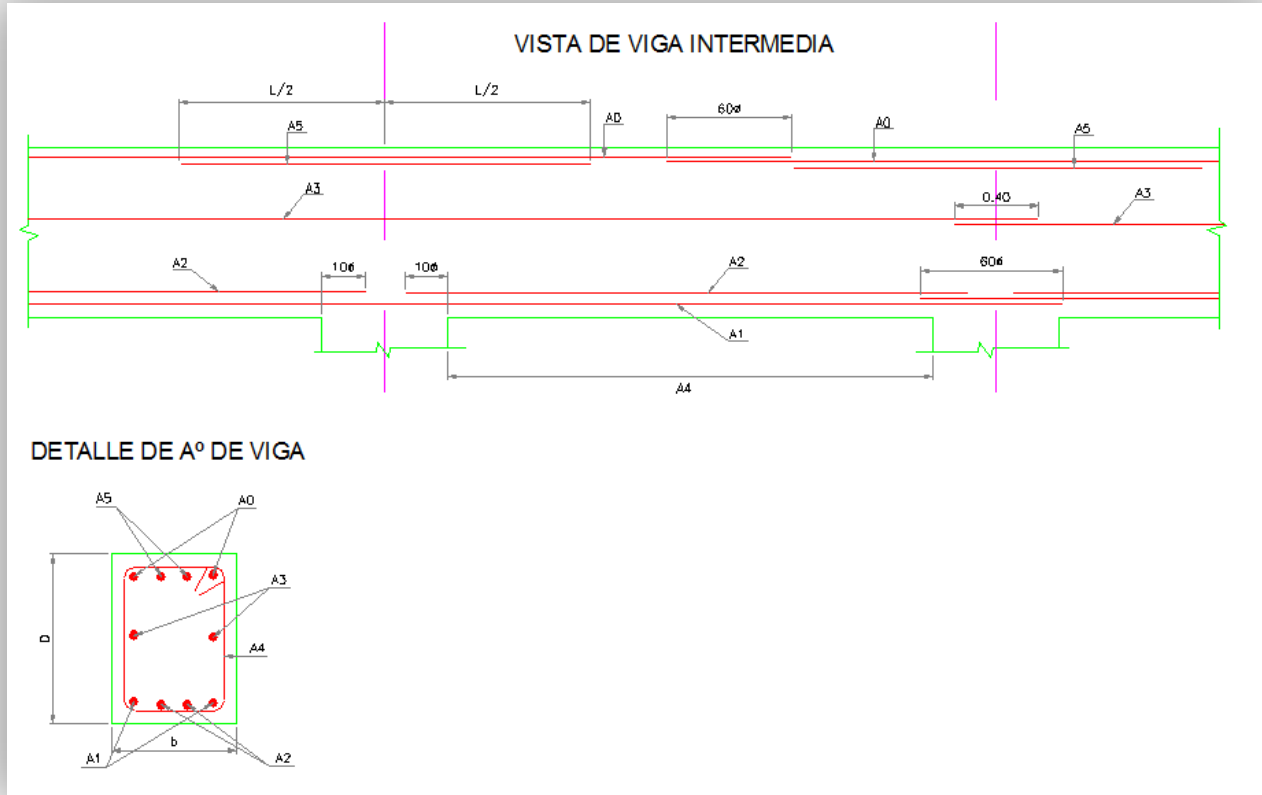


figura 3.1: Detalle de armado de vigas



### 3.1 VIGAS

En la **figura 3.2** se observa el armado de un encuentro de vigas de pequeño tamaño, en donde puede verse la armadura longitudinal tanto superior como inferior, que además de corresponder a un requerimiento estructural, sirven de percha para los estribos.

También se aprecia el anclaje de la armadura longitudinal, este anclaje recorre el espesor del otro elemento y dobla a 90° formando un gancho recto.

Los estribos se encuentran prolijamente posicionados según separación requerida, se observa que estos empaquetan a la armadura longitudinal.

Todas las posiciones de armadura se fijan en su lugar mediante ataduras con alambre y se las separa del encofrado con recortes de barras de acero dando el recubrimiento solicitado, así al realizar el hormigonado y vibrado se garantiza que los hierros se mantendrán en su lugar.

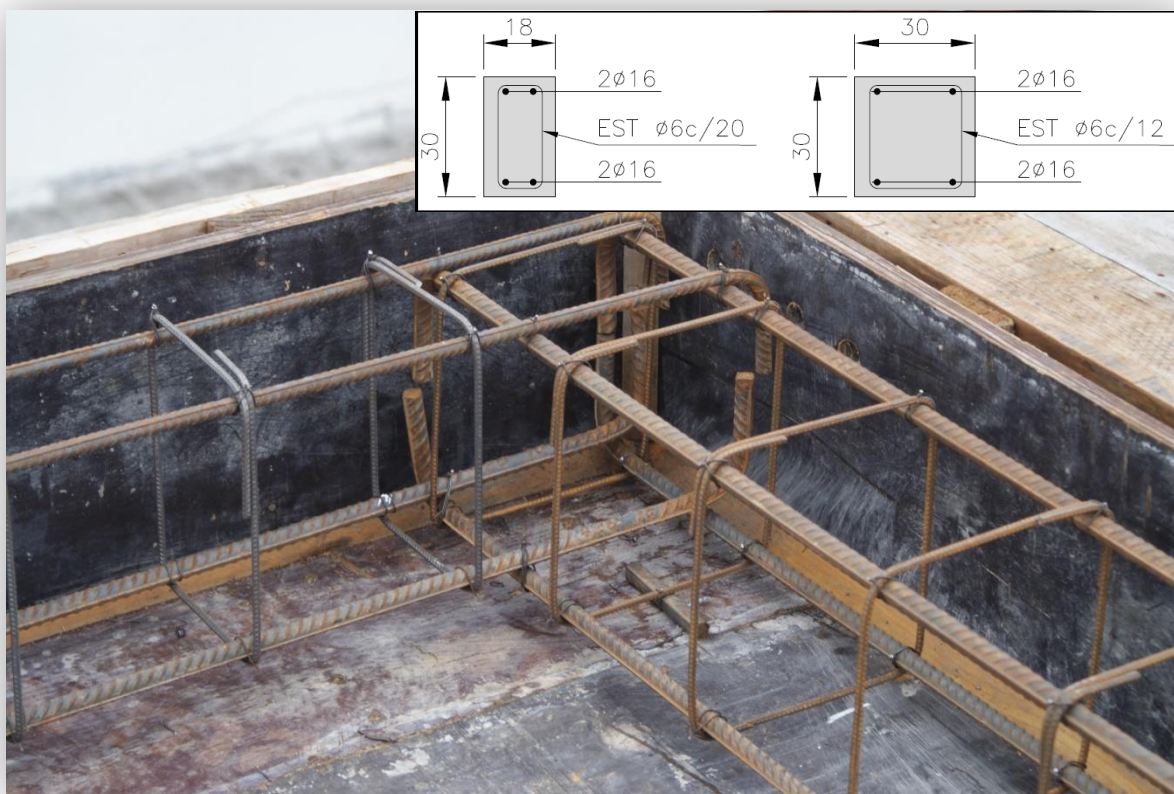


figura 3.2: Encuentro de vigas



En la **figura 3.3** se observa el armado de una viga en voladizo que va a soportar en su extremo a una viga simplemente apoyada y la carga de parte de la losa del balcón, y se empotra en el otro extremo en una viga principal chata contenida en el paquete de losa.

Se aprecia que el requerimiento de armadura superior es mayor que el de armadura inferior, con respecto a los diámetros de las barras, se distinguen las cuatro barras que forman la percha teniendo el mismo diámetro y la barra central superior, de mayor diámetro.

El anclaje de las barras longitudinales tiene que ser el suficiente para que en la sección crítica estas desarrollen la fluencia, en la imagen se ve como el anclaje se desarrolla en todo el ancho de la viga principal y también posee un gancho recto.



figura 3.3: Viga en voladizo





En las **figuras 3.4** a **3.6** se observan unas vigas de tamaños considerables, donde se aprecian las barras de refuerzo superior y las barras de armadura longitudinal que configuran la percha para los estribos que en estas vigas poseen cuatro ramas. Se ve que los estribos envuelven a su percha.

También se logran divisar los refuerzos inferiores. Siempre sosteniendo el criterio de tratar de mantener los diámetros de las armaduras que continúan en toda la longitud de la viga iguales y variar los diámetros de los refuerzos, siempre respetando que la diferencia entre diámetros máximos y mínimos no sea mayor a 2 diámetros comerciales, por ejemplo: barra mayor  $\varnothing 16\text{mm}$  y barra menor  $\varnothing 10\text{mm}$ ; y así no tener problemas de fluencia temprana de barras menores.

En las imágenes se observa que los refuerzos son de mayor diámetro. Otro aspecto es el diámetro de los estribos, puesto que si tenemos armadura longitudinal de diámetros grandes como en estas vigas, el estribado debe tener un diámetro que sea capaz de confinar las barras longitudinales.



figura 3.4: Refuerzos en extremo de viga

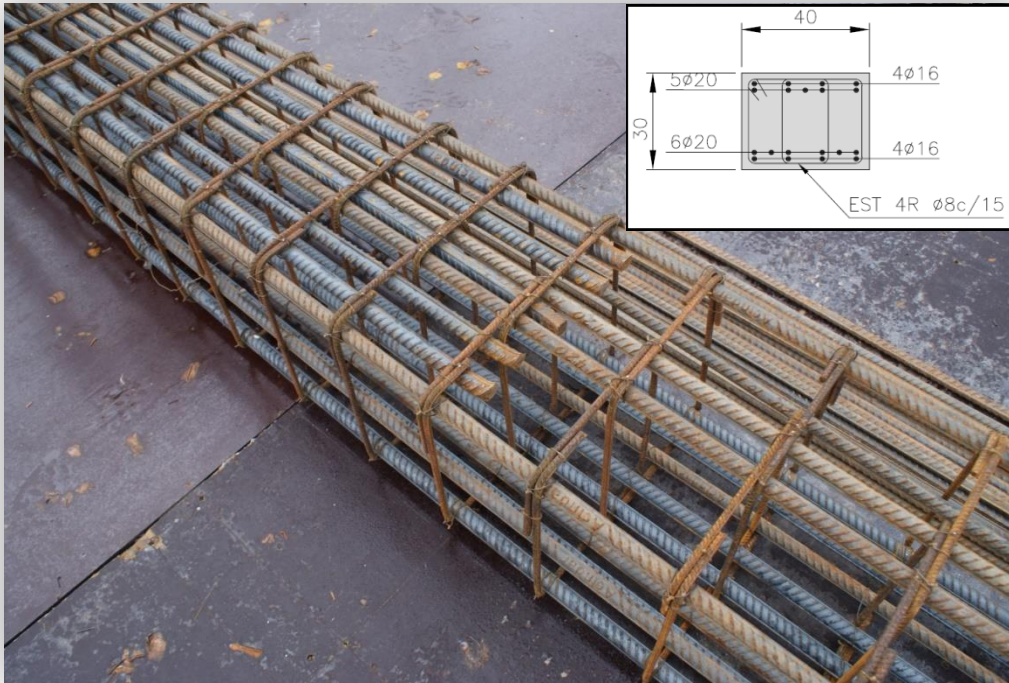


figura 3.5: Refuerzos en apoyo intermedio de viga

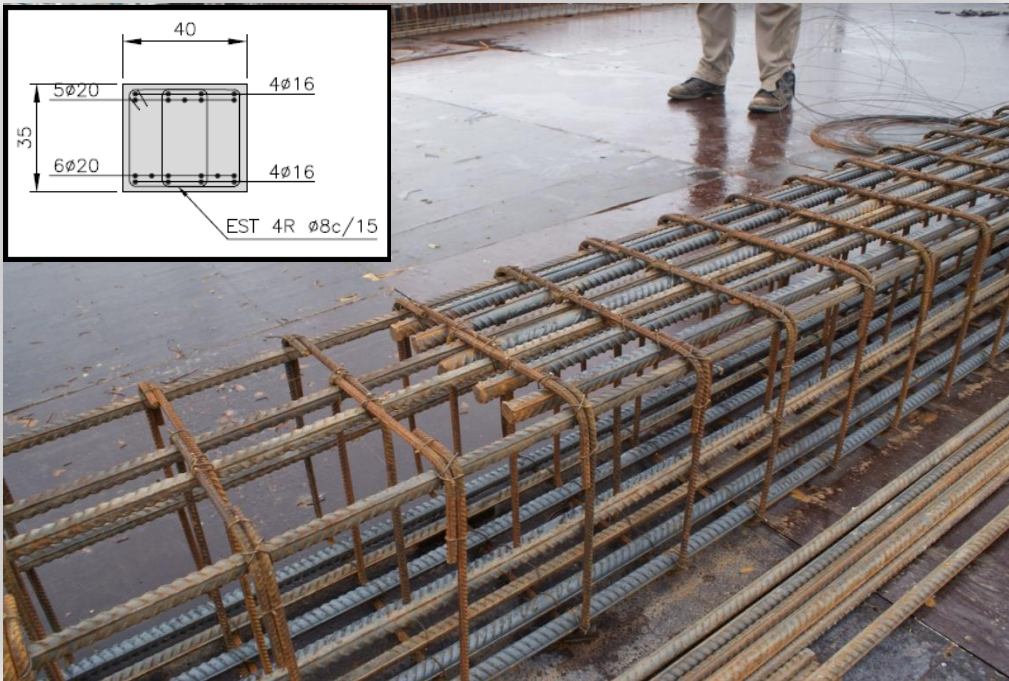


figura 3.6: Refuerzos en apoyo intermedio de viga invertida





### 3.2 LOSAS

En la **figura 3.7** se observa la modulación de la losa nervurada armada en una dirección. Se aprecia que la losa es alivianada con molones de poliestireno de dimensiones 0,40m x 1,40m y nervios de espesor de 10cm.

Los nervios poseen una armadura longitudinal y estribos según cálculo. Las armaduras inferiores son mayores ya que resisten el momento en el tramo, las superiores sólo se colocan por requerimiento en los apoyos y tienen una longitud de  $\frac{1}{4}$  de la luz entre apoyos.

La losa posee una carpeta de compresión de 5cm de espesor, la cual se arma con malla Sima Q92, para el control de fisuras.

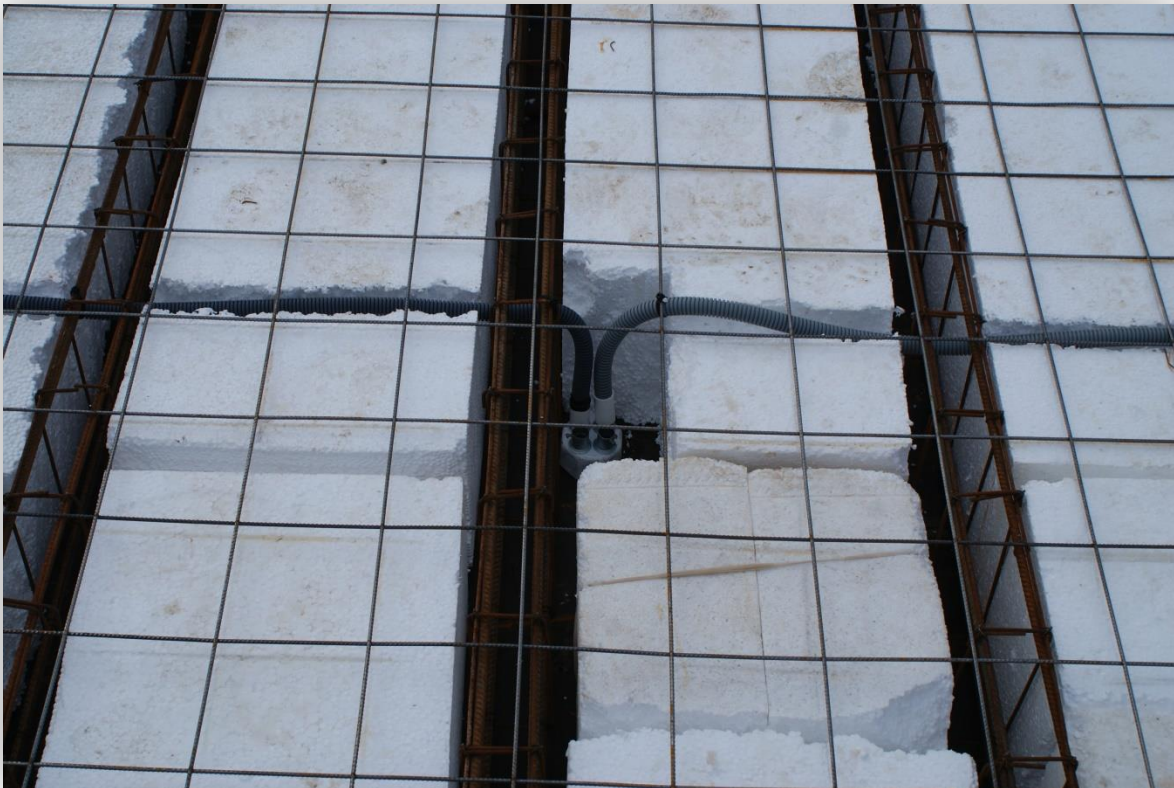


figura 3.7: Nervios de losa



En la **figura 3.8** se aprecia el nervio de refuerzo armado con cuatro hierros de  $\text{Ø}10\text{mm}$ , los cuales se extienden en toda la luz de la losa. También se observa el solape de las mallas electrosoldadas, esto hace que las mismas que tienen unas dimensiones de  $12,9\text{m}^2$  tengan un rendimiento menor, lo cual es importante a la hora de computarlas.



figura 3.8: Nervio de refuerzo de losa

Estos nervios de refuerzo van dispuestos en dirección transversal a la de armado de la losa. Distanciados dos metros entre sí, como se observa en la **figura 5.9**, su función principal es la de conectar los nervios de la losa, logrando que estos trabajen juntos.

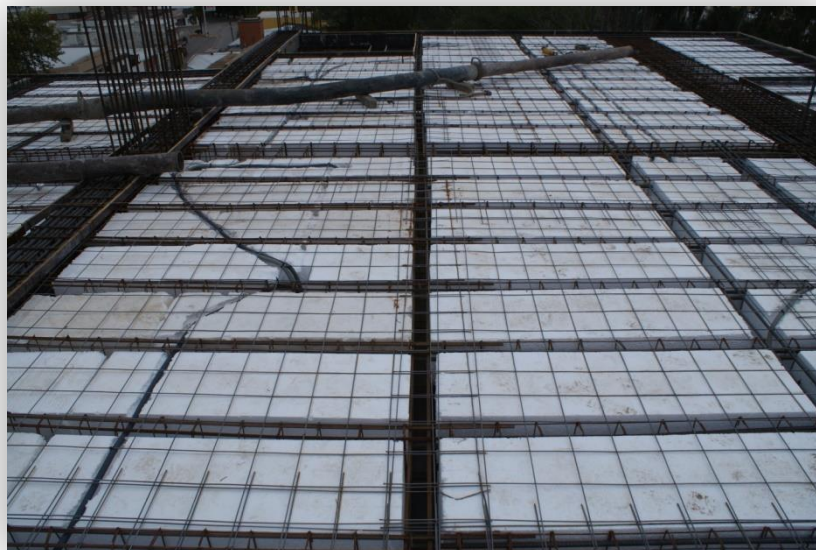


figura 3.9: Nervios de refuerzo de losa a 2m





En la **figura 3.10** se observa el anclaje de los nervios de la losa en la viga de apoyo. Se aprecia que el desarrollo del anclaje es en todo el ancho de la viga y termina con un gancho recto.

También se observa que los estribos de la viga son de un diámetro mayor que el de los nervios de la losa, esto se debe al mayor requerimiento de resistencia al corte de la viga por sobre la losa.

Las mallas electrosoldadas sólo son necesarias en la carpeta de compresión de la losa, por lo que estas no avanzan sobre la viga, no siendo necesario ningún tipo de anclaje mas que el atado con alambre para mantenerlas en sus posiciones. Esto es porque las mallas arman la carpeta controlando las fisuras no teniendo ningún otro requerimiento estructural.



figura 3.10: Anclaje de losa nervurada en viga



En la **figura 3.11** se muestra la disposición de armado de la losa nervurada en voladizo de un balcón. Se aprecia que la losa se arma en la menor dimensión y la armadura longitudinal de los nervios tienen un anclaje de por lo menos  $1 \frac{1}{2}$  la luz de la losa en voladizo. En este balcón se aprecia que las barras de la armadura longitudinal de los nervios son continuas a ambos lados de la viga.



figura 3.11: Anclaje de losa balcón en viga

En la **figura 3.12** se aprecia el armado de las losas y la viga, donde se ven los refuerzos superiores de la viga en primer plano. El encofrado de la viga muestra que esta es invertida y se observa el detalle de los cinco centímetros que hay entre las tablas del encofrado y los molones de poliestireno, marcando la carpeta de compresión de la losa nervurada.



figura 3.12: Encofrado de viga invertida





En la **figura 3.13** se muestran la losa sanitaria de baño, la losa nervurada, una viga de altura igual a la losa y una viga invertida; y el encofrado de todo el conjunto.

La losa sanitaria, es una losa maciza de espesor de 12cm, posee armadura inferior en dos direcciones la cual se ancla en sus apoyos (vigas y nervios) con un desarrollo de anclaje que incluye un gancho recto.

Se observa que existe un pase rectangular en la losa maciza, por el cual pasarán las instalaciones sanitarias y aprecia que donde comienza el pase, se refuerza la armadura de la losa en ambas direcciones colocando dos barras en vez de una. También se aprecia la colocación de ductos para instalaciones eléctricas.

En la losa nervurada se observa cómo se realiza un nervio de refuerzo en dirección perpendicular a la dirección de armado, con armadura 4Ø10mm, en coincidencia con el comienzo de la losa sanitaria.



figura 3.13: Losa sanitaria



En la **figura 3.14** se ven cómo se modularon los espacios para ductos y conductos para que coincidan con la modulación de los nervios de las losas nervuradas.

Se observa como uno de estos espacios cae en una viga reduciéndole la sección de hormigón y haciendo que la disposición de refuerzos superiores e inferiores se concentre a los costados de este espacio.

También se aprecia cómo los estribos de cuatro ramas de la viga principal reducen su separación al acercarse al apoyo, debido a un mayor requerimiento de resistencia al corte.

En la figura se muestra que la viga principal es invertida, apreciando la posición de la armadura y el encofrado que se le está realizando.



**figura 3.14: Espacios para conductos y ductos**





### 3.3 COLUMNAS Y TABIQUES

En las **figuras 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19 y 3.20**, se observan las armaduras longitudinales de una columna pequeña, otra de gran tamaño y de un tabique.

Se aprecia que estas barras de armadura longitudinal siguen hasta un nivel de 1,5m de altura desde nivel de encofrado, para generar los empalmes por yuxtaposición en el tercio central del piso como aconseja el reglamento, y también es más cómodo generar los empalmes por parte de los armadores.

También se observa la disposición de las barras según plano de detalles de armado, teniendo los respectivos recubrimientos.



figura 3.15: Columna menor

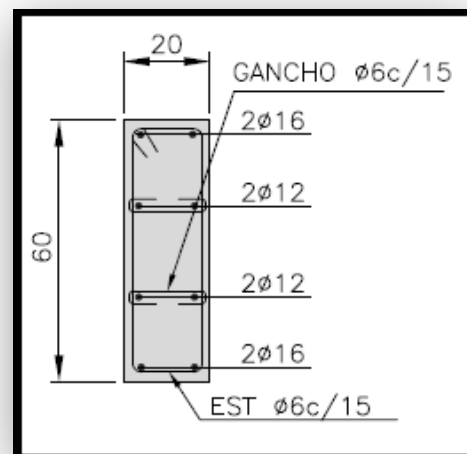


figura 3.16: Sección de columna menor



figura 3.17: Columna mayor

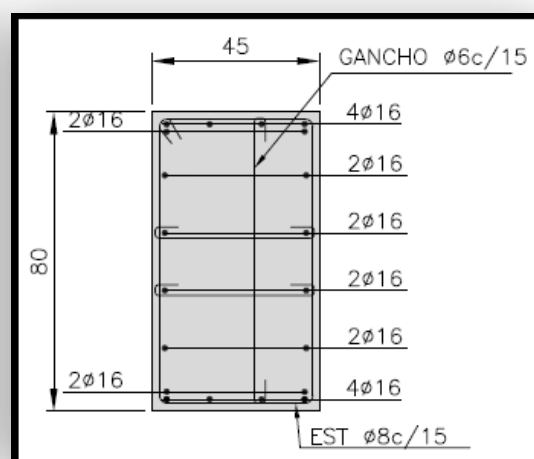


figura 3.18: Sección de columna mayor



figura 3.19: Tabique

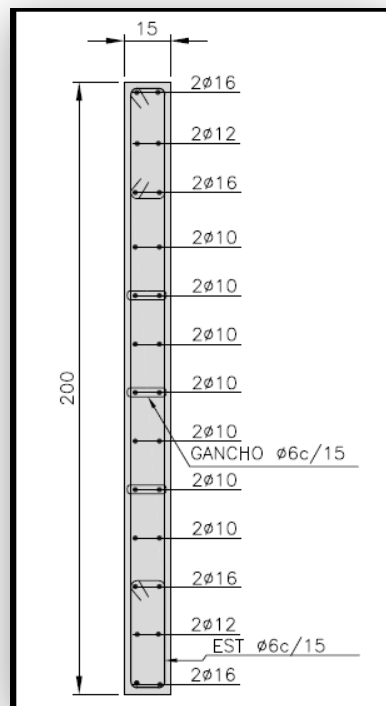


figura 3.20: Sección de tabique



En las **figuras 3.21** y **3.22**, se muestran los estribos utilizados, que dependiendo de si se tiene personal ocioso se cortan y doblan en obra, la otra opción es pedir al proveedor (Acindar o Red Acindar en este caso) el servicio de cortado y doblado, evitando desperdicios.

Se los puede observar empaquetados según elemento al cual corresponden. Se aprecia la prolijidad de realizado de los mismos, aspecto de gran importancia.



**figura 3.21: Paquete de estribos**



**figura 3.22: Estribos de cuatro ramas**





### 3.4 NUDOS

En los nudos generados por encuentros de vigas y columnas es muy importante prever la disposición de las armaduras de los distintos elementos, pensando siempre en el colado del hormigón, teniendo en cuenta el tamaño de sus agregados y tomar como mínimo un espacio entre barras del doble del tamaño de estos.

En la **figura 3.23**, se observa la disposición de armadura teniendo en cuenta este criterio.



figura 3.23: Nudo 1



En la **figura 3.24** se observa cómo las barras perimetrales de armadura longitudinal de la columna pasan por fuera de las barras de la armadura de las vigas, siguiendo el criterio de que el elemento de mayor sección confina con sus armaduras el nudo. Los estribos del tramo de viga que quedan en el interior del nudo se colocan para mantener las barras en su lugar, no por un requerimiento estructural.



figura 3.24: Nudo 2

Una vez terminado el armado de columna, viga, y losa, y el respectivo encofrado, el nudo anterior queda listo para proceder al hormigonado, como muestra la **figura 3.25**.



figura 3.25: Nudo 2 terminado





También se aprecia el encofrado para el hormigonado de vigas y losas. Donde se observa que la viga principal es invertida.

En la **figura 3.26** se muestra en primer plano un nudo en el cual el elemento de mayor sección es la viga, confinando esta con su armadura el nudo.



figura 3.26: Nudo 3



En la **figura 3.27** se muestra todo lo descrito en Losas, Vigas, Columnas y Nudos. Se ve la disposición de armado de la viga principal, la cual tiene su altura incluida completamente en el paquete de losa nervurada de 25cm. En esa disposición de armado se aprecian las barras de armadura longitudinal haciendo de percha para el estribado, los refuerzos superiores e inferiores, con sus diámetros mayores, los estribos de cuatro ramas que al acercarse al nudo disminuyen su paso a la mitad (de cada 20cm a cada 10cm en este caso) por requerimiento.

También se observa como en obra se arma primero la viga principal y luego la secundaria, eso queda evidenciado en la imagen ya que la armadura superior de la viga secundaria pasa por fuera (por arriba) de la armadura de la viga principal. También así las barras de los estribos de las losas, que se ejecutan posteriormente.

El orden de armado es muy importante en obra, por ello se prefiere tener mayor longitud de barras que lo estrictamente requerido, si con ello se gana rapidez y comodidad en obra.

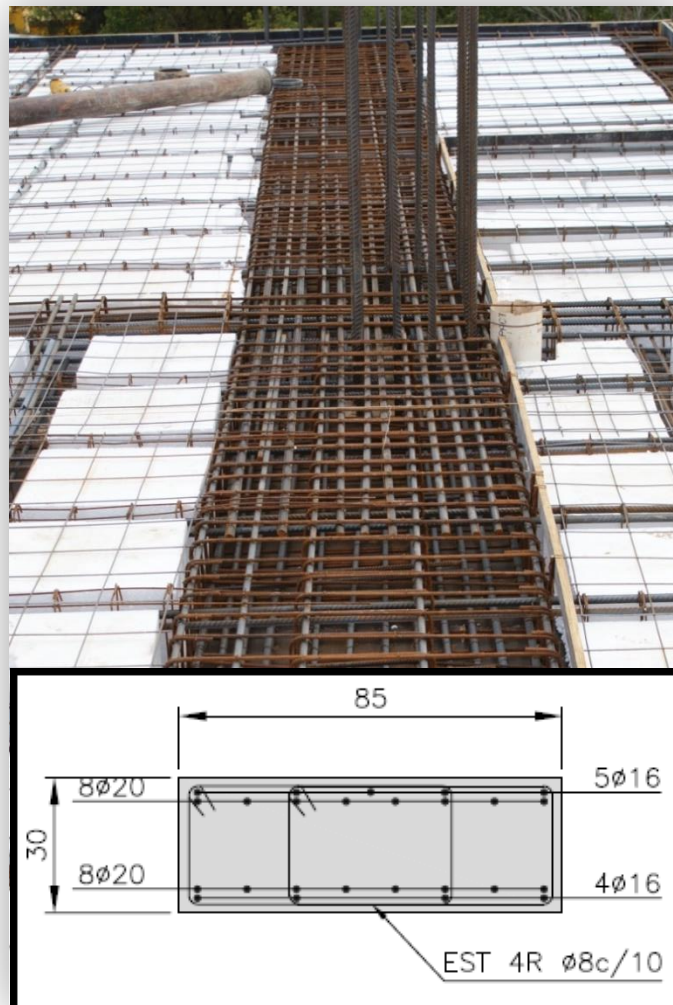


figura 3.27: Detalle general de armado de vigas



### 3.5 ESCALERA

Las escaleras son de hormigón armado y van ubicadas en el núcleo formado por tabiques también de hormigón armado, éstos no cumplen con un requerimiento estructural, atribuyendo a la costumbre constructiva su disposición. Los tabiques generan apoyos para las losas de escalera.

En la **figura 3.28** se aprecian los pelos que se dejan posicionados en los tabiques a modo de armadura de espera, puesto que las losas de escalera según *plano de detalles (figura 6.5, pág.47)* se “cuelgan” (apoyan) de los mismos en un extremo y en una viga correspondiente a un nivel de losa determinado en el otro.



figura 3.28: Armadura de espera en tabiques





Se observa en la **figura 3.29** las armaduras de espera para la losa en pendiente del tramo de escalera que se dejan previstas en la losa de descanso de la misma.



**figura 3.29: Armadura de espera en descanso**

En la **figura 3.30** se muestra el encofrado del tramo en pendiente de la escalera, que tiene armadura según plano de detalles, vinculándose esta en sus extremos con las armaduras de espera mencionadas anteriormente.



**figura 3.30: Encofrado de escalera**



### 3.6 ENCOFRADO Y CURADO DEL HORMIGÓN

Los distintos elementos estructurales quedan terminados luego del hormigonado y vibrado, es fundamental el proceso de fragüe del hormigón, sobre todo en elementos que sufren gran exposición al sol como las losas. En estas obras se hace gran hincapié en el curado de las mismas utilizando membranas anti sol.

La buena terminación superficial de los elementos estructurales depende de la calidad de encofrado, y eso significa que el mismo se encuentre en buenas condiciones, en equilibrio estable, etc.

En esta obra se utilizan encofrados PERI como puede apreciarse en la **figura 3.31** cuyo sistema es práctico y sencillo, capaz de armar casi cualquier volumen, se utilizan láminas de fenólico en vez de tablas de madera, ganando prolijidad, la contra es el elevado costo de los fenólicos que al tercer uso quedan relegados para armar elementos de hormigón no visto o hay que descartarlos.



figura 3.31: Encofrados PERI





En la **figura 3.32** se ve un tabique en el cual se dejaron previsto los pelos (2Ø6mm cada 40cm) para la vinculación con la mampostería de cierre de ladrillos cerámicos no portantes tipo Palmar.



figura 3.32: Pelos para mampostería en tabique

En la **figura 3.33** se observa cómo se realiza el encofrado del descanso de escalera dejando las barras de espera para la losa del tramo en pendiente.



figura 3.33: Pelos para losa en pendiente de escalera





En la **figura 3.34** se muestra la losa y una viga invertida ya hormigonadas, esta viga es invertida en solo 5cm, por lo cual se prevé que la misma quede dentro de la carpeta de nivelación de piso. Si por plano de instalaciones debiera pasar un desagüe, se calaría parte del recubrimiento de su armadura superior.



**figura 3.34: Viga invertida hormigonada**

En las **figuras 3.35 a 3.38** se observan distintos elementos hormigonados. El proceso de construcción es: primero se arman las columnas, se las hormigona con hormigón elaborado, luego de que las mismas fragüen y puedan tomar carga, se arman vigas y losas conjuntamente, y se las hormigona en una misma jornada también con hormigón elaborado; y así sucesivamente nivel a nivel.



**figura 3.35: Hormigonado de viga columna**



figura 3.36: Hormigonado conductos y ductos



figura 3.37: Hormigonado pisos



figura 3.38: Hormigonado tabiques de submuración



# 4.

## **4. PLANOS ESTRUCTURALES Y PLANILLAS**

A partir de lo observado en las visitas a obra y por el “know how” transferido de la oficina técnica, sobre el armado en obra, las posibilidades de cortado y doblado de los hierros (si se compran cortados y doblados o si se los corta y dobla en obra), de los condicionamientos de los diámetros y largos comerciales, etc; se confeccionaron los planos de detalles de los elementos estructurales y respectivas planillas de cortado y doblado de hierros, el resultado es producto de un proceso iterativo de múltiples revisiones.

### **4.1 PLANOS ESTRUCTURALES**

#### **4.1.1 LINEAMIENTOS GENERALES**

Los planos estructurales se realizan siguiendo una serie de lineamientos definidos para que estos cuenten con características comunes entre pares, las cuales están destinadas a que cada plano exhiba correctamente los elementos estructurales y la información necesaria para llevar a cabo la construcción de los mismos.

Todos los planos de proyectos realizados en la oficina técnica de ARINCO srl. cuentan con un recuadro y rótulo predeterminados, en los diferentes tamaños de hojas ISO (A4, A3, A2 y A1) y en hojas de tamaños especiales según el caso.

La oficina técnica cuenta con estándares propios de Templates en donde se encuentran



los tamaños de textos, características de cotas, capas con sus espesores y para que se usa cada una, indicadores de cortes, secciones, etc., en las diferentes escalas (esc. 1:10, 1:20, 1:50, etc.) y puntas del software AUTOCAD. Estos estándares conforman una gran herramienta para realizar los planos.

#### 4.1.2 LINEAMIENTOS PARTICULARES

##### Plano de Planta de Estructuras:

Se realiza en escala 1:100 preferentemente, pero según el caso particular esto puede variar a 1:50, 1:75 o a escalas menores como 1:150, dependiendo del tamaño en planta del edificio. Debe armarse el Layout y observar críticamente si lo que deseamos mostrar se ve adecuadamente y que el plano una vez impreso sea cómodamente manejable en obra.

Según que planta se representa, es lo que se va a resaltar, acotar e informar.

En el plano de Planta de Fundaciones, se observa a primer vista los niveles, los cabezales con las proyecciones de los pilotes y el nacimiento de las columnas y tabiques, las vigas de fundación y las denominaciones de todos estos elementos con sus dimensiones; para observar básicamente que va en el nivel inmediato superior, se coloca en fondo claro la planta de arquitectura; todo lo descrito se aprecia en la **figura 4.1**.

Se colocan notas referenciando lo graficado. No es importante en este plano acotar distancias ni especificar materiales.

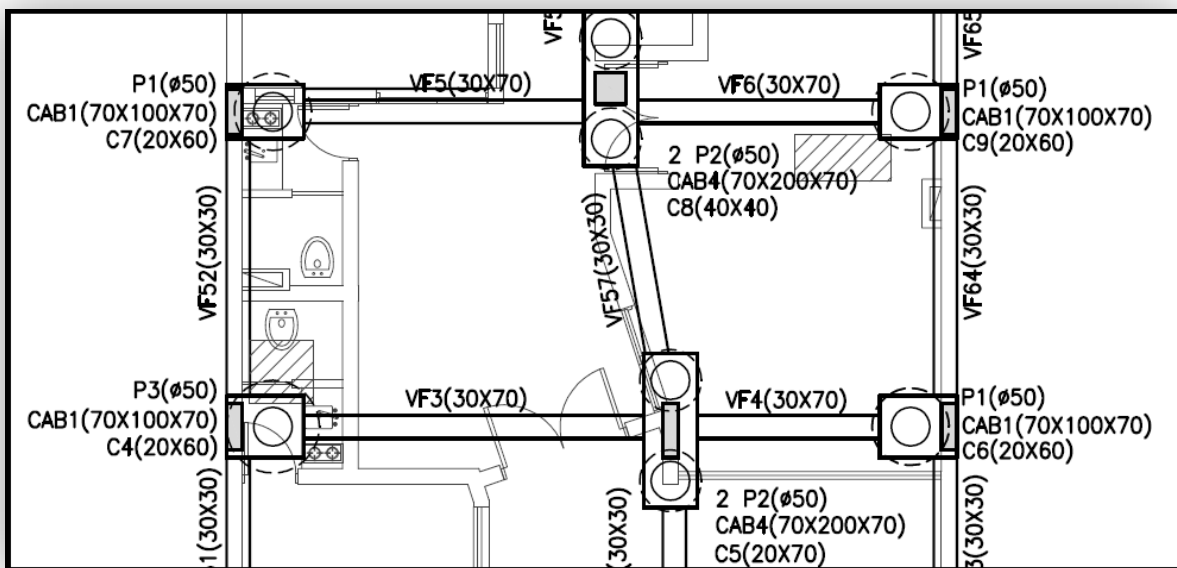


figura 4.1: Planta de fundaciones



En el plano de Planta de Estructuras de losas y vigas en los diferentes niveles, se expone principalmente las losas con su denominación según tipo (nervuradas, macizas, sanitarias o de escalera) y disposición de armado (con un HATCH o fondo claro donde se aprecien las disposiciones de molones y nervios), vigas y columnas con sus denominaciones y tamaños. Todo lo descrito puede se observa en la **figura 4.2**.

Aquí es importante apreciar que va en el nivel inmediato inferior, por lo que se coloca en fondo claro la planta de arquitectura. También se disponen notas referenciando lo graficado.

En este plano solo se acotan las distancias que separan los pórticos, no se especifican materiales. En edificios es habitual que se busque por simplicidad arquitectónica, estructural y constructiva que varios niveles posean la misma planta estructural, constituyendo una planta tipo para esos niveles, lo que deriva en que un mismo plano puede referenciar a varios niveles.

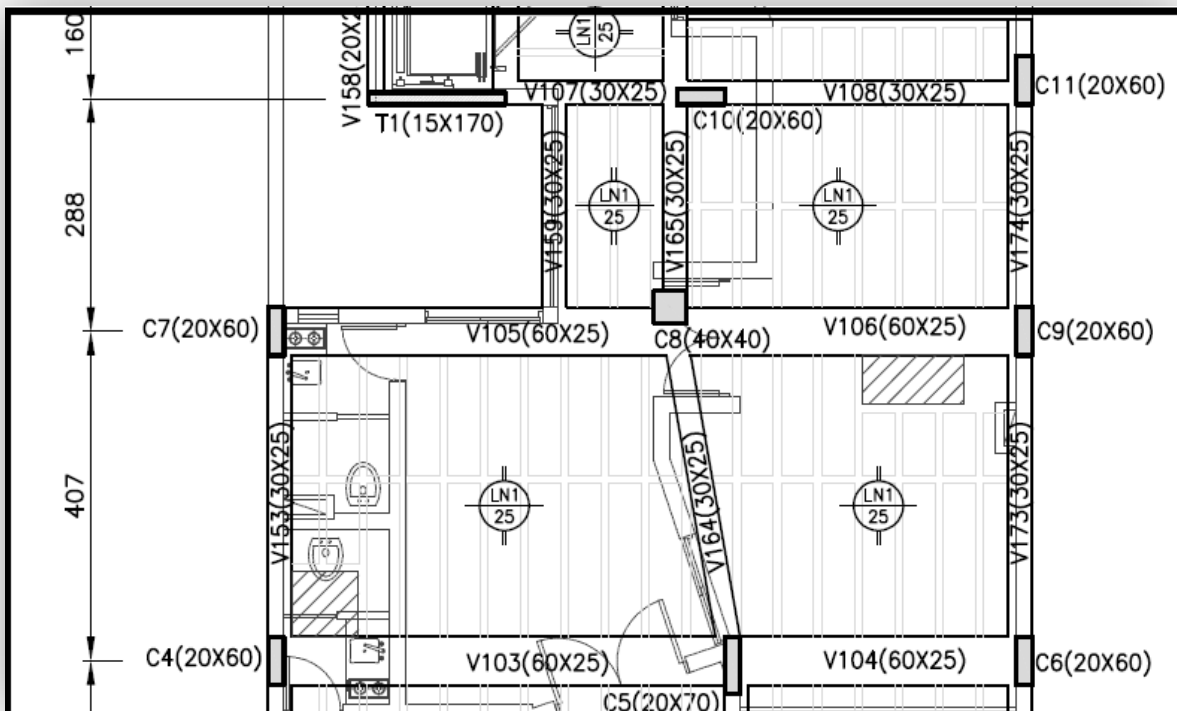


figura 4.2: Planta de estructuras





## Plano de detalles de estructuras:

Se realiza en escala 1:25 preferentemente, pero según el caso particular esto puede cambiar a 1:10 por ejemplo, dependiendo del tamaño del detalle que se desea representar. Como lo redactado en planos de plantas de estructuras, aquí también se debe armar el Layout y observar críticamente si lo que deseamos mostrar se ve adecuadamente.

En el plano de detalles se aprecia en planta y cortes (los necesarios para describir correctamente el elemento) la disposición de armado con sus respectivas designaciones y posiciones, se observan niveles y las dimensiones acotadas de los elementos estructurales. Todo lo expresado se muestra en las **figuras 4.3 a 4.6**.

Se colocan notas especificando longitudes de empalmes de armadura y material. Es importante aclarar en el plano que cantidad de ese elemento deben construirse.

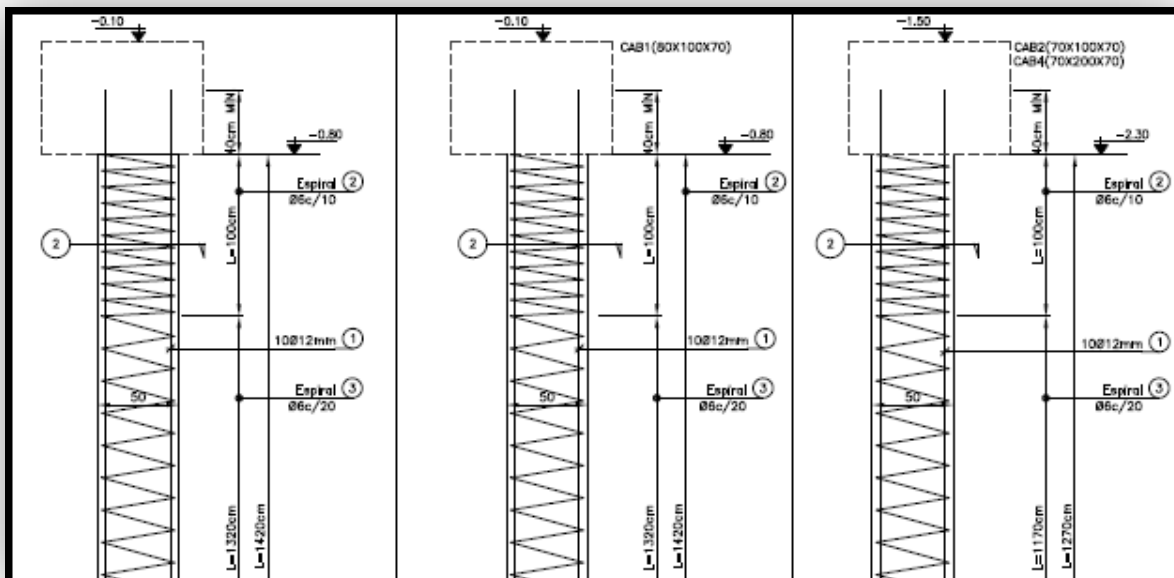


figura 4.3: Detalles de pilotes

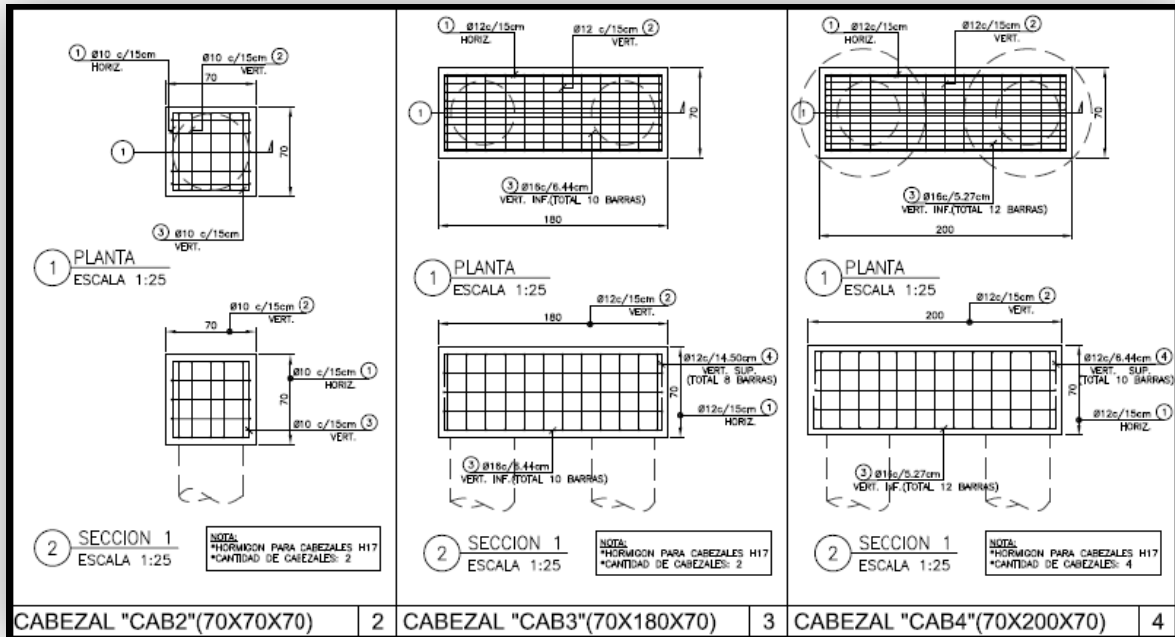


figura 4.4: Detalles de cabezales

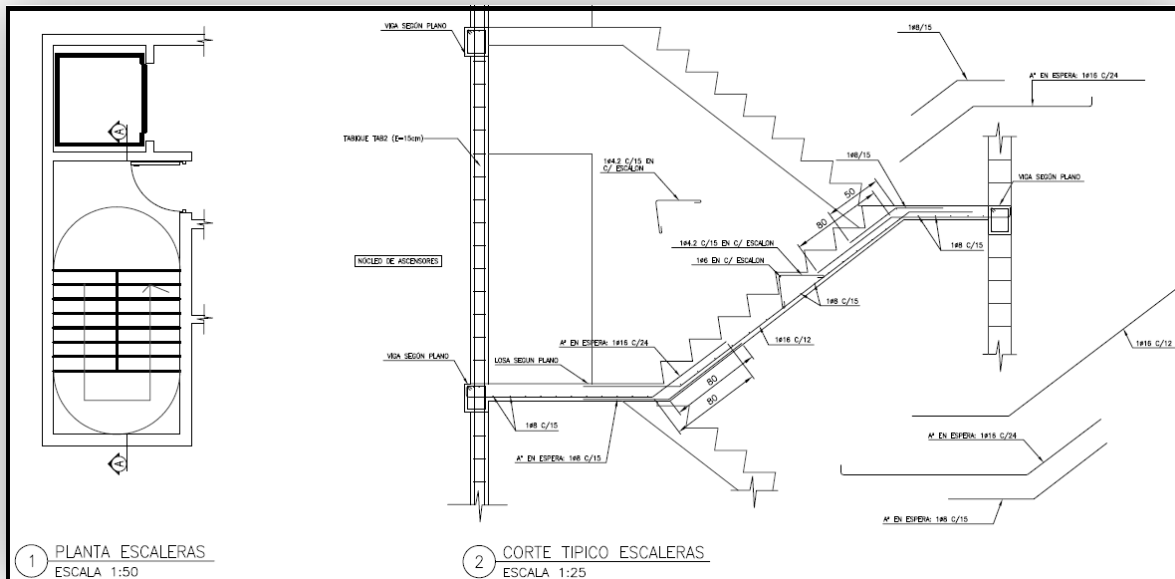


figura 4.5: Detalles de escalera

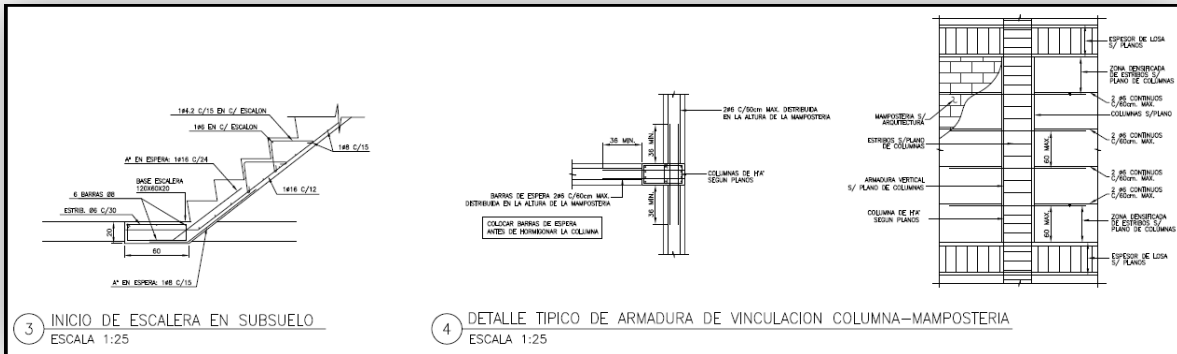


figura 4.6: Detalles de escalera y mampostería

### Plano de detalles de vigas:

Se realiza en escala 1:25 preferentemente, pero lo más importante es que se vean claramente las disposiciones de las barras y que en ocasiones cuando se tienen pórticos de grandes dimensiones, se adopte un tamaño de plano que sea cómodo para su manipulación en obra.

Estos planos incluyen notas donde se definen longitudes de empalmes, recubrimientos, tipos y características de los materiales del elemento.

Las vigas se encuentran representadas por los pórticos que las contienen, con su denominación respectiva, con las distancias entre centros de columnas acotadas y las disposiciones de armado.

Los planos de detalles de armado de vigas, como se observa en la **figura 4.7**, se realizan a escala, representando fielmente posiciones en la viga, recubrimientos, longitudes de las barras, empalmes por yuxtaposición, longitudes de anclaje representando los ganchos en caso de corresponder, y longitud de estribado.

Las barras se dibujan, respetando lo arriba descrito, con la aplicación del software de AUTOCAD denominado DETALLAMIENTO, esta aplicación utiliza una polilínea para definir la armadura y solicita una vez dibujada que se describa la posición, cantidad y diámetro de la/las barras, las longitudes las toma directamente de la polilínea graficada. Además, se solicita acotar la longitud en la cual se desarrolla el estribado, luego pide posición, dimensiones, cantidad de ramas, separación y diámetro.





La aplicación DETALLAMIENTO es una herramienta que ahorra mucho tiempo, puesto que una vez realizado el plano de detalles genera un archivo con los datos necesarios para obtener directamente la planilla de cortado y doblado de hierros como se explicará mas adelante.

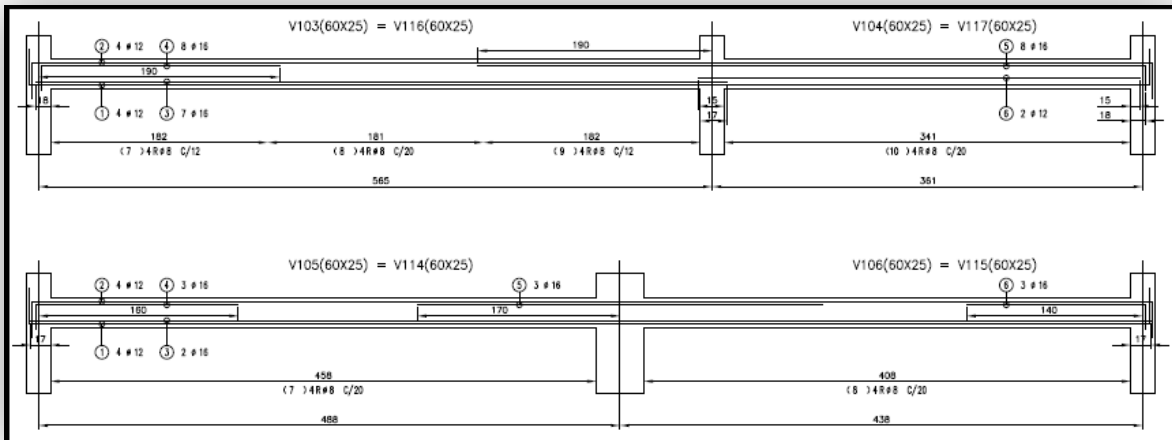


figura 4.7: Detalles de vigas

### Plano de detalles de losas:

La planta completa de un determinado nivel del edificio se realiza en escala 1:100 preferentemente, pero como lo explayado anteriormente, esto puede variar.

Se encuentran en el plano representadas las columnas y vigas con sus respectivas denominaciones y dimensiones, como así también las diferentes losas.

Estos planos también poseen notas donde se definen longitudes de empalmes, recubrimientos, tipos y características de los materiales. En fondo claro se exhiben los nervios y casetones de las losas nervuradas y con un sombreado en diagonal las losas sanitarias.

En el plano se encuentran detalles de los paquetes estructurales de los distintos tipos de losas que integran la planta, estos detalles tienen una escala 1:20, pero también puede cambiar según que se quiere mostrar.

Como los planos de detalles de armado de vigas, los de losas se realizan a escala, representando fielmente posiciones, recubrimientos, longitudes de las barras, empalmes por yuxtaposición, longitudes de anclaje y sus ganchos en caso de corresponder, y longitud de estribado. Como se muestra en la **figura 4.8**.

Las barras aquí también se dibujan, respetando lo arriba descrito, con la aplicación del software DETALLAMIENTO, puesto que esta aplicación tiene la opción de elegir elemento a armar: VIGAS o LOSAS, en los casos de las losas macizas (losas sanitarias en estos proyectos) se las armó utilizando como elemento LOSAS, pero las demás losas, que son





## 4.2.1 FUNDACIONES

La planilla de cortado y doblado de hierros, se realiza a partir de los planos de detalles de estructuras de hormigón armado, en este caso de los de fundaciones de un edificio. Comprendiendo como fundaciones a pilotes, cabezales y vigas de fundación.

La planilla cuenta con una carátula, que se muestra en la **figura 4.9**, en la cual se encuentra un resumen general del cómputo de hierros, este resumen está vinculado automáticamente a los elementos computados en las siguientes hojas, muestra diámetro, longitud, número de barras de 12m de largo y peso entre otros datos. El valor mas importante es el peso del hierro necesario.

También se observa en la carátula la fecha de ejecución de la planilla, denominación de quien la ejecutó, de que obra se trata, la revisión de archivo, etc.

Se aclara en notas: el tipo de acero y los recubrimientos, es muy importante referenciar la planilla a los planos de detalles estructurales en los que se basa.



## RESUMEN GENERAL

### NOTAS:

Acero Calidad: **ADN-420**  
Recubrimiento en Fundación: **5,00** cm

### Planos de Referencia:

01-E01-00  
01-E05-00

| RESUMEN          |                 |                    |                |
|------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| DIÁMETRO<br>[mm] | LONGITUD<br>[m] | N. BARRAS<br>[n.º] | PESO<br>[kg]   |
| 4,2              |                 |                    |                |
| 6                | 4.658,47        | 389,00             | 1.034,00       |
| 8                | 146,40          | 13                 | 58,00          |
| 10               | 656,24          | 55                 | 405,00         |
| 12               | 7032,28         | 587                | 6245,00        |
| 16               | 1403,74         | 117,00             | 2218,00        |
| 20               |                 |                    |                |
| 25               |                 |                    |                |
| 32               |                 |                    |                |
| <b>TOTAL</b>     |                 |                    | <b>9960,00</b> |

HORMIGÓN PARA PILOTES ✓ 112,11  
VOLUMEN HORMIGÓN PARA CABEZALES Y VIGAS ✓ 91,28  
TOTAL H.A. ✓ 204,00

## PLANILLA DE ARMADURAS

### PROYECTO "MAIN STREET"

OBRAS:

"MAIN STREET"

Detalle:

PLANILLA DE DOBLADO DE  
HIERROS  
-FUNDACIONES-

| FECHA | EJECUTÓ | REVISÓ | APROBÓ | PLANILLA N.º      | REVISIÓN |
|-------|---------|--------|--------|-------------------|----------|
| ****  | L.G     |        |        | 10007-MAIN STREET | R1       |

figura 4.9: Carátula de planilla de CyD



La planilla se confecciona por elemento estructural y se dibujan las armaduras que componen ese elemento indicando posición, diámetro, longitud de la barra dibujada, cantidad de hierros que lleva el elemento en esa posición, cantidad de ese elemento a construir, cantidad total haciendo el producto de las cantidades de barras de la posición por la cantidad de elementos. Por último se tiene una columna donde se suma el largo de hierro total, que al multiplicarlo por el peso del hierro por metro de longitud, según diámetro, se obtiene el peso total para esa posición. Sumando el peso para todos los elementos, se obtiene el peso total de hierro necesario para ese diámetro, dato que se encuentra en el resumen ubicado en la carátula de la planilla. Todo lo expresado se observa en la **figura 4.10 y 4.11**.

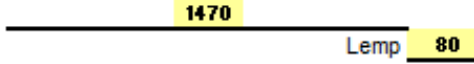


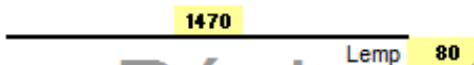


| PLANILLA DE DOBLADO DE HIERROS |    |    |   |            | Código LH: 10007-MAIN STREET |     |       |             |
|--------------------------------|----|----|---|------------|------------------------------|-----|-------|-------------|
| -FUNDACIONES-                  |    |    |   |            | Revisión: R1                 |     |       |             |
| Elemento                       | N° | Ø  | Formas  | Largo Cort | Cantidades                   |     |       | Largo Total |
|                                |    |    |   |            | Parc.                        | Uds | Total |             |
| PILOTES "P1"                   | 1  | 12 |    | 15,50      | 10                           | 10  | 100   | 1550,00     |
|                                | 2  | 6  |  | 12,57      | 1                            | 10  | 10    | 125,66      |
|                                | 3  | 6  |  | 82,94      | 1                            | 10  | 10    | 829,38      |
| PILOTES "P2"                   | 1  | 12 |  | 15,50      | 10                           | 20  | 200   | 3100,00     |
|                                | 2  | 6  |  | 12,57      | 1                            | 20  | 20    | 251,33      |
|                                | 3  | 6  |  | 82,94      | 1                            | 20  | 20    | 1658,76     |

figura 4.10: Planilla de CyD, Pilotes





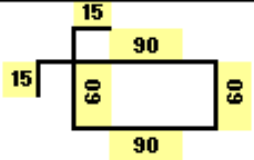
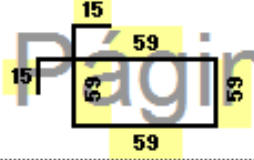
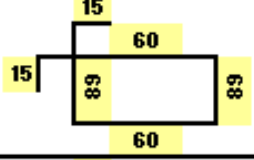
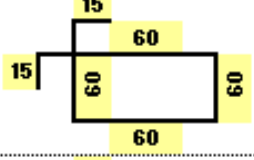
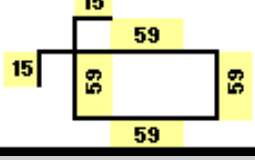
|                  |   |    |  |      |   |    |    |        |
|------------------|---|----|--|------|---|----|----|--------|
| CABEZALES "CAB1" | 1 | 10 |   | 3,30 | 4 | 14 | 56 | 184,80 |
|                  | 2 | 10 |   | 2,66 | 6 | 14 | 84 | 223,44 |
|                  | 3 | 10 |   | 3,28 | 4 | 14 | 56 | 183,68 |
| BEZALES "CAB2"   | 1 | 10 |   | 2,70 | 4 | 2  | 8  | 21,60  |
|                  | 2 | 10 |  | 2,66 | 4 | 2  | 8  | 21,28  |

figura 4.11: Planilla de CyD, Cabezales



## 4.2.2 VIGAS Y LOSAS

Las planillas de vigas y losas contienen la misma información que las generadas en formato EXCEL, pero sus datos son obtenidos automáticamente de los planos estructurales de vigas y losas realizados con la aplicación DETALLAMIENTO.

Estas planillas también poseen un resumen, pero a diferencia de las planillas en formato EXCEL, aquí se encuentra al final de las mismas. En las **figuras 4.12, 4.13 y 4.14** se muestra lo descripto.




| HOJA  | Nro Proyecto: | DOBLADO DE VIGA SB PLANTA TIPO |                       |  |            |            |   |
|-------|---------------|--------------------------------|-----------------------|--|------------|------------|---|
| 4     | 10007         | EDIFICIO MAIN STREET           | CANTIDADES POR PLANTA | D:\Me_documento\Trabaja\Proyectos\22-FarMelo\mpro-10p-7.jp |            |            |   |
| ITEM  | REP.          | DET.                           | Ø (mm)                | CANT.  | LONG. (cm) | TOTAL (kg) |   |
|       | 2             | 1                              | 10                    | 2  | 950        | 23.43      | ≈ _____ 910 _____ ≈   |
| 73.27 |               |                                |                       |  |            |            |   |
| V154  | 1             | 4                              | 6                     | 8  | 128        | 2.27       | ESTRIBO 27 X 27  10+10   |
|       | 1             | 3                              | 6                     | 8  | 128        | 2.27       | ESTRIBO 27 X 27  10+10   |
|       | 1             | 2                              | 10                    | 2  | 530        | 6.54       | ≈ _____ 490 _____ ≈   |
|       | 1             | 1                              | 10                    | 2  | 530        | 6.54       | ≈ _____ 490 _____ ≈   |
| 17.62 |               |                                |                       |  |            |            |   |
| V158  | 1             | 3                              | 6                     | 8  | 100        | 1.78       | ESTRIBO 17 X 23  10+10 |
|       | 1             | 2                              | 10                    | 2  | 210        | 2.59       | ≈ _____ 170 _____ ≈   |
|       | 1             | 1                              | 10                    | 2  | 210        | 2.59       | ≈ _____ 170 _____ ≈   |

figura 4.12: Planilla de CyD, vigas



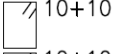
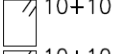
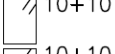
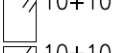
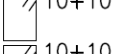
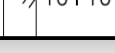
| HOJA | Nro Proyecto: | DOBLADO DE LOSA SB PLANTA TIPO |        |       |            |            |  |
|------|---------------|--------------------------------|--------|-------|------------|------------|--|
| 1    | 10007         | EDIFICIO MAIN STREET           |        |       |            |            | D:\Me documentos\Trabaja\Proyectos\ZZ-For1\foto\userpro-100-7.jpg                                  |
| ITEM | REP.          | DET.                           | ∅ (mm) | CANT. | LONG. (cm) | TOTAL (kg) |  |
| LN1  | 2             | 20                             | 10     | 4     | 430        | 21.21      | _____ 430 _____  |
|      | 2             | 19                             | 10     | 4     | 580        | 28.61      | _____ 580 _____  |
|      | 6             | 18                             | 10     | 4     | 920        | 136.13     | _____ 920 _____  |
|      | 16            | 17                             | 4      | 6     | 78         | 8.14       | ESTRIBO 7 X 22  |
|      | 18            | 16                             | 4      | 4     | 78         | 6.11       | ESTRIBO 7 X 22  |
|      | 28            | 15                             | 4      | 6     | 78         | 14.25      | ESTRIBO 7 X 22  |
|      | 30            | 14                             | 4      | 6     | 78         | 15.27      | ESTRIBO 7 X 22  |
|      | 32            | 13                             | 4      | 5     | 78         | 13.57      | ESTRIBO 7 X 22  |
|      | 32            | 12                             | 4      | 5     | 78         | 13.57      | ESTRIBO 7 X 22  |

figura 4.13: Planilla de CyD, losas

|        |   |    |   |     |       |                                |
|--------|---|----|---|-----|-------|--------------------------------|
| 2      | 5 | 10 | 2 | 390 | 9.62  | _____ 390 _____                |
| 2      | 4 | 10 | 2 | 650 | 16.03 | _____ 650 _____                |
| 2      | 3 | 10 | 2 | 720 | 17.76 | _____ 720 _____                |
| 2      | 2 | 10 | 2 | 850 | 20.96 | _____ 850 _____                |
| 2      | 1 | 10 | 2 | 520 | 12.82 | _____ 520 _____                |
| 124.49 |   |    |   |     |       |                                |
|        |   |    |   |     |       | Diam(mm) / Long(mt) / Peso(kg) |
|        |   |    |   |     |       | 6.0 / 453.90 / 100.80          |
|        |   |    |   |     |       | 8.0 / 688.90 / 271.80          |
|        |   |    |   |     |       | 10.0 / 461.80 / 284.70         |
|        |   |    |   |     |       | 12.0 / 651.70 / 578.60         |
|        |   |    |   |     |       | 16.0 / 526.50 / 831.00         |

figura 4.14: Planilla de CyD, resumen



# 5.

## 5. CONCLUSIONES

Durante la ejecución del presente trabajo se logró cumplir con los objetivos planteados en el comienzo de la práctica supervisada, logrando participar en el proceso de cálculo estructural y conformar el set de planos de proyecto ejecutivo de dos edificios en altura.

En el desarrollo de la Práctica Supervisada se plantearon diferentes inquietudes, muchas de las cuales se afrontaron sin necesidad de recurrir a terceros y en otras se comprobó la falta de experiencia en el tema, y se tuvo que recurrir a un profesional de la empresa para solucionar los interrogantes planteados.

- La relación continua entre el cliente y demás profesionales involucrados en el proyecto, permitió formar el criterio necesario para poder tomar decisiones relacionadas con la ejecución de proyectos ejecutivos.
- Se profundizó la interpretación de los reglamentos CIRSOC 101, 102 y 201 aprendidos en la carrera de ingeniería civil, que son propios de la actividad.
- Se tomó real noción de la importancia del conocimiento del arte de construir a la hora de realizar el proyecto ejecutivo, como por ejemplo el proceso de ejecución en obra de los elementos estructurales que se detallan en planos.
- Se adquirió conocimiento de cómo organizar un plan a seguir para llevar a cabo el proyecto ejecutivo.
- El aprendizaje fue enriquecido con las visitas a obras en ejecución, dialogando con





el personal en obra, indagando, debatiendo, fotografiando y siguiendo el proceso construcción. De cada visita se obtuvieron conclusiones, lo que derivó en cambios y confirmaciones de los planos de detalles estructurales que se ejecutaron, teniendo hoy la certeza de que los sets de planos realizados pueden ser aún mejorados.

Este trabajo permitió observar que el ejercicio de esta profesión es una actividad de bajo perfil, que trasciende poco a la comunidad en general. Muchas de las tareas de gran responsabilidad y que demandan mucha dedicación en las obras, las realizan de manera casi anónima los ingenieros civiles y/o especialistas, y a la hora de reconocer autores estos prácticamente no figuran. Esto es una consecuencia de la personalidad y formación, por lo cual el profesional se aboca a lo específico de la tarea y no a la trascendencia mediática de sus obras.

Respecto a la formación académica obtenida en esta casa de estudios, se considera de buena calidad, ya que se cuenta cada vez más con profesores con doctorados o maestrías y de destacada trayectoria en el ejercicio profesional, posibilitando esto un conocimiento de vanguardia que en muy pocas facultades es posible obtener. Siempre existen aspectos a mejorar, creyendo que en este caso el plan de estudios de la carrera de ingeniería civil se encuentra en parte enfocado en temas desactualizados y en análisis matemáticos con poca aplicación práctica, pudiendo dar mas importancia a lo conceptual, con énfasis en la comprensión de los fenómenos físicos, de modo de contribuir al desarrollo de la capacidad de resolver problemas ante situaciones que en la vida profesional se van a plantear.

Respecto a los aspectos profesionales y sociales, al realizar esta práctica supervisada, sin ningún tipo de experiencia extra curricular, se apreció en gran medida contar con un tutor externo dedicado a resolver las inquietudes que se fueron planteando. También fue de gran ayuda la colaboración de un tutor interno dispuesto a orientar el informe realizado, brindando claridad y consejos sobre que temas merecían mayor desarrollo.