

Entrepisos híbridos: acero y hormigón

estructuras

ISSN 2591-6513
Año 3 - N°5 - Agosto 2020



Universidad Nacional de Córdoba - Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño

entrepisos híbridos:

acero y hormigón

En este número:

Editorial

Raquel Fabre
Daniela Gilabert

Autoras

Guadalupe Álvarez
Gabriela Cristina
Florencia Marciani

Colaboradores

Andrea Libovich
Diego Sabattini
Javier Giorgis

Javier Naval
Tomás Spina
Santiago Canen

Alejandro Borrachia
Oscar Borrachia

Javier Esteban
Romina Tannenbaum

Andrés Haugh

Florencia Schnack

Fotografía

Andrés Haugh
Javier Agustín Rojas
Fernando Schapochnik

Las opiniones vertidas en los artículos son responsabilidad de los autores; por tanto, los puntos de vista expresados no necesariamente representan la opinión del Comité de referato de esta revista.

© Todos los derechos reservados. Todos los materiales publicados en **Estructuras** se encuentran protegidos por copyright y otras leyes de la propiedad intelectual y de los pactos internacionales.

No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares de **Estructuras**.

estructuras

Año 3 - N° 5 **Entrepisos híbridos: acero y hormigón** - Agosto 2020
ISSN N° 2591-6513

Coordinación General

Silvina Prados

Diseño Gráfico y Edición

Yohana Cicaré

Comité de referato

Docentes TIDE-FAUD: **Silvina Prados** (Prof. Titular Estructuras 2B), **María del Carmen Fernández Saiz** (Prof. Titular Estructuras 4), **Raquel Fabre** (Prof. Titular Estructuras 1A), **Gabriela Culasso** (Prof. Titular Estructuras 1B), **Gustavo González** (Prof. Titular Estructuras 3B), **Carolina Ponssa** (Prof. Adjunta Estructuras 2B), **Gabriela Asis** (Prof. Titular Estructuras 2A), **Cecilia Nicasio** (Prof. Adjunta Arquitectura 6C y 6D- Asesora Estructuras)

Evaluadores Externos: **Daniel Quiroga** (Prof. Titular FAUD-UNCuyo), **Horacio Saleme** (Prof. Titular FAU- UNT) **Sara Gonorazky** (Prof. Consulta FAUD-UNC) **Daniel Moisset de Espanés** (Prof. Emérito FAUD-UNC), **Isolda Simonetti** (Prof. EDIEST-FAUD-UNC)

Dirección de edición:

Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño.
Av. Vélez Sársfield 264. 5000. Córdoba. Te. +54 0351 4332091. Correo electrónico:
revistaestructuras@faud.unc.edu.ar

EDITORIAL

El avance tecnológico mundial propició el sistema constructivo de losas mixtas, metal y hormigón, con el fin de aportar soluciones arquitectónicas eficientes e innovadoras. En Argentina su uso adquiere gran difusión a partir del año 1998.

Este sistema constructivo genera soluciones estructurales caracterizadas por la rapidez, flexibilidad y versatilidad en las decisiones tomadas en las etapas de diseño.

En esta edición se exponen las características de sus componentes, proceso constructivo para su materialización y un procedimiento para su predimensionado con el uso de tablas, siendo un aporte relevante para las etapas de diseño de los profesionales y estudiantes.

Las tablas de predimensionado son herramientas simples que permiten de forma rápida y sencilla abordar distintas soluciones arquitectónicas a los requerimientos de proyecto.

Toma importancia la cita de obras locales, en función de diferentes variables de diseño, describiendo las fortalezas y debilidades que los autores exponen en relación a la selección y ejecución de este sistema constructivo.

Por último se rescata la importancia de la temática, ya que este sistema constructivo es un mercado aún en desarrollo en América Latina, pudiendo alcanzar niveles de participación crecientes, siendo este un aporte significativo a la arquitectura local.

Arq. Raquel Fabre Prof. Titular de Estructuras IA – FAUD – UNC
Ing. Daniela Gilabert Prof. Adjunta de Estructuras IA – FAUD – UNC

entrepisos híbridos: acero y hormigón

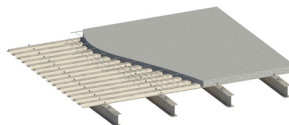
Índice

5

EDITORIAL
Raquel Fabre y
Daniela Gilabert

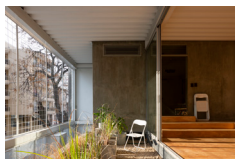
8

**LOSAS
MIXTAS**



29

**FORTALEZAS Y
DEBILIDADES DEL
SISTEMA**



COWORKING WIP

Libovich, Sabbattini, Giorgis

36

OFICINAS AGB

Naval, Spina, Canen



48



CASA HOLMBERG

Borrachia, Borrachia

58

SUM en centro comunitario

Esteban, Tannenbaum



72

Profesora Arquitecta SARA GONORAZKY STEREN

Egresada de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba e Ingeniera Civil habilitada en el Estado de Israel.

Especialista en Docencia en Educación Superior.

Fue Profesora Titular Estructuras II B y Profesora Adjunta de Estructuras III y Estructuras IV de la FAUD-UNC donde dirigió numerosos proyectos de investigación.

Actualmente es Profesora Consulta de la UNC, Profesora de Posgrado en la FAUD de la UNC y Profesora Extraordinaria en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Católica de Salta.

Ha sido distinguida como:

- Profesora Visitante en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (Beca Lady Davis) del TECHNION (Israel Institute of Technology), Haifa - Israel y Profesora Visitante en la Facultad de Ingeniería del TECHNION.

- Profesora Invitada en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Sevilla, España. Beca de la Agencia Española de Cooperación Internacional.

- Becaría del Gobierno de Japón y participante en el 8º Seminario de Sismología e Ingeniería Sismorresistente en el Building Research Institute, Tsukuba. Japón.

Ha dictado Cursos y Conferencias en el país y en el extranjero sobre diseño estructural. Posee publicaciones y presentaciones a congresos sobre temas relacionados con el diseño estructural, diseño sismorresistente y la enseñanza de las estructuras en arquitectura.

Ha realizado diseño y cálculo estructural de obras de Arquitectura en el país y en Israel.

Losa Mixta

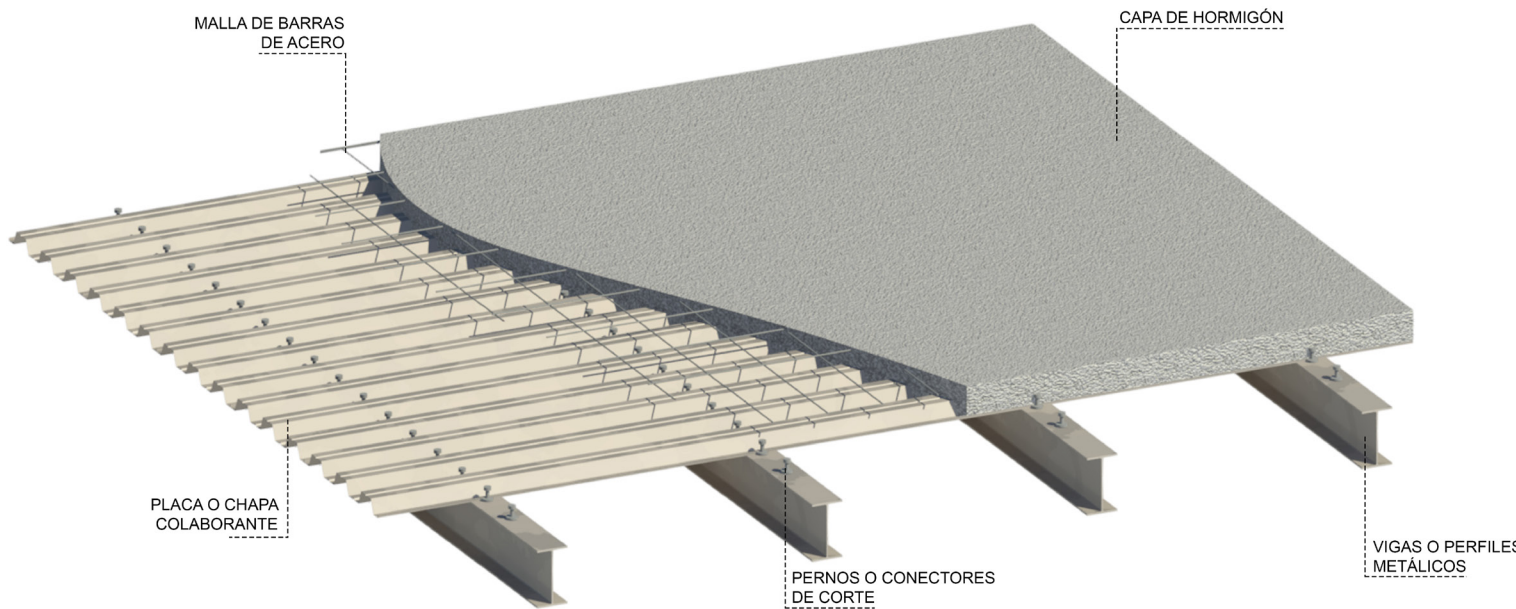
Es indudable que, el uso de la losa mixta (conocida en nuestro medio como steel deck) es en la actualidad frecuente en la construcción local. Si bien es un recurso de gran antigüedad y difusión en otros mercados es cada vez más extensivo en la Argentina. Su elección está orientada a edificios urbanos por sus ventajas comparativas frente a sistemas constructivos tradicionales como pueden ser, la disminución de los tiempos de obras desencadenando una considerable reducción de costos.

La losa mixta es un sistema constructivo basado principalmente en la acción compuesta de dos materiales que responden conjuntamente para resistir las sollicitacio-

nes, aprovechando la elevada capacidad resistente a compresión del hormigón y a la tracción del acero.

Los elementos que componen este sistema son:

- Placa o chapa colaborante
- Capa de hormigón
- Malla de barras de acero (electrosoldada o no)
- Vigas o perfiles metálicos
- Pernos o conectores de corte
- Armadura superior de refuerzo, cuando esta es requerida
- Molduras para ajustes y terminaciones



Detalle de losa mixta

Placa o chapa colaborante

Es una lámina de acero galvanizada conformada por nervios trapezoidales. Su conformado geométrico otorga gran rigidez a la placa permitiendo cubrir mayores luces sin apuntalamiento y tener mayor capacidad de carga. La textura de sus nervios ayuda a mejorar la adherencia con el hormigón. La variedad en nuestro medio es escasa, sólo se consigue una altura única de nervios, 7,5 cm, y espesores que varían de 0,7 mm a 1,25 mm (calibres 18, 20 y 22). Las dimensiones comerciales de la placa son 85 cm de ancho y su largo varía de 5 m a 14,5 m. Su tensión de fluencia es de 250 Mpa. En otros países, donde el sistema está más industrializado y difundido, existe gran variedad de altura y forma

de los nervios y de las texturas de su superficie.

La placa colaborante posee dos funciones principales:

- Plataforma de trabajo, como encofrado perdido para el hormigón.
- Refuerzo positivo para flexión de la capa de hormigón. Su diseño debe soportar el peso del personal y equipos de trabajo y del hormigón antes del fraguado. Una vez que el hormigón endurece y adquiere resistencia se solidarizan comportándose como un solo elemento estructural, constituyendo una losa mixta. Para ello puede o no requerirse el uso de conectores de corte.

Capa de Hormigón

La resistencia del hormigón mínima es de 250 MPa o H25¹ y su espesor es variable siendo como mínimo de 5 cm por encima de la cresta del nervio de la placa, llegando a un máximo de 12 cm. La altura total de la losa varía entonces entre 12,5 cm y 19,5 cm.

Malla electrosoldada o de barras de acero

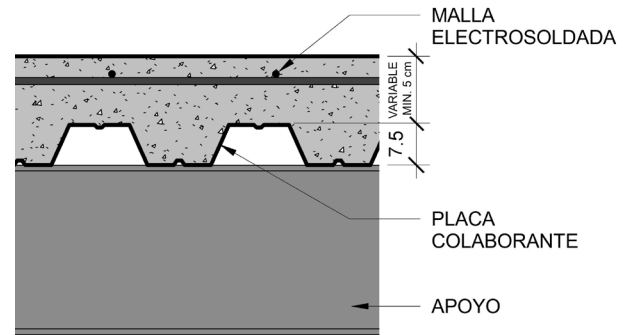
Su función es evitar las fisuras por retracción y temperatura en la capa de hormigón. Para su colocación se deben respetar los recubrimientos indicados en la reglamentación vigente según el grado de exposición del ambiente en el que se encuentre la losa y con un mínimo de 2,5 cm. Según

¹ En reglamentaciones anteriores esta calidad de hormigón era identificada como H21 que aún es conservada por algunos proveedores.

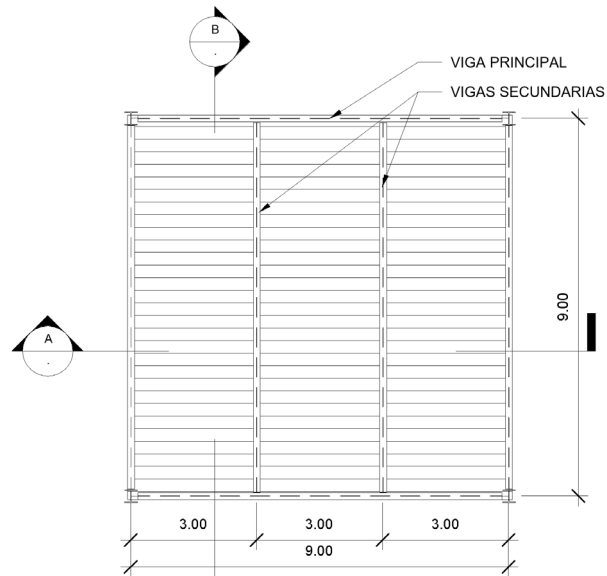
recomendación del Steel Deck Institute, SDI, la cuantía mínima debe cumplir con el 0,075% del área total del hormigón considerando un espesor constante igual al espesor sobre la cresta del nervio de la placa colaborante.

Apoyos, vigas o perfiles metálicos

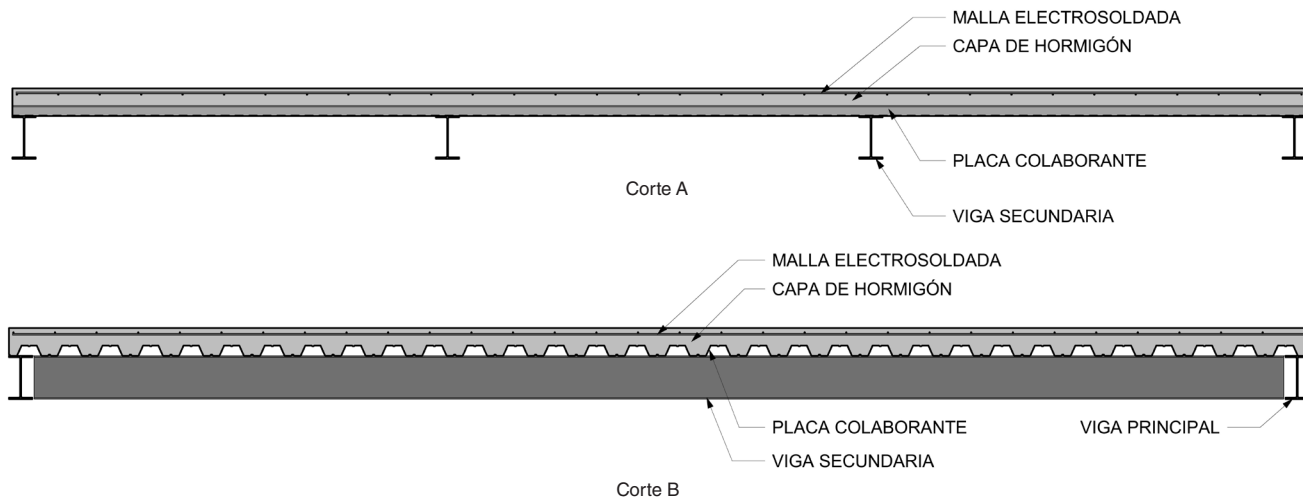
Generalmente se utilizan como apoyos vigas de acero o vigas mixtas de acero y hormigón aunque pueden apoyarse también en vigas de hormigón armado, tabiques y muros de mampostería con una pisada mínima de 5cm. El orden habitual consiste en un entramado de vigas principales y secundarias mixtas. La separación de las vigas secundarias o apoyos directos de la losa mixta, en las tablas comerciales figura como separación entre apoyos y se determina en función de las cargas admisibles que soporta el sistema y de la utilización o no de apuntalamientos intermedios para la placa durante la etapa constructiva. Estas cargas admisibles, al igual que en la mayoría de los sistemas industrializados, incluye la suma de las cargas muertas y sobrecargas que deberá soportar la losa durante su uso (DL+LL), sin considerar su peso propio.



Detalle de losa típica



Planta



Pernos o Conectores de Corte.

Se colocan en los valles de la placa y son embebidos en el hormigón impidiendo el deslizamiento de la chapa sobre los apoyos, lo que aporta mayor rigidez al sistema. Cuando los apoyos son perfiles metálicos, los conectores se colocan en el, fusionándose al ala superior de la viga.

El uso de estos conectores es obligatorio solo en zonas con riesgo sísmico. De no ser así, su uso no es obligatorio pero, su colocación permite incrementar las sobrecargas admisibles del sistema y aumentar la separación entre apoyos

debido al aporte de rigidez al sistema.

En nuestro medio se utilizan con mayor frecuencia los pernos de corte autosoldables Nelson colocados con equipos específicos a través de la placa y sobre las vigas de apoyo. También existen otras patentes comerciales como los pernos de acero conformados en frío tipo Hilti que se colocan clavándose mediante una herramienta de disparo.

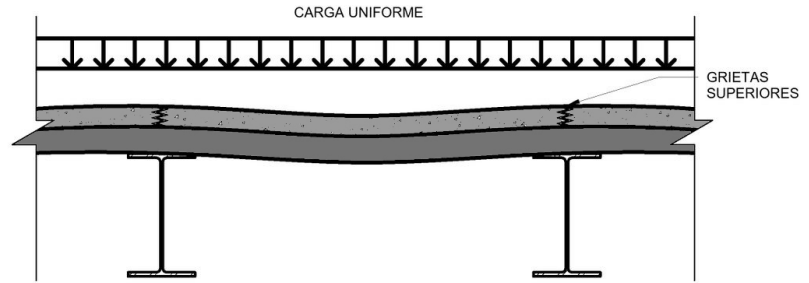
Armadura superior de refuerzo

Las tablas de capacidad de carga del fabricante asumen que la losa se agrietará sobre cada apoyo ya que, prevén

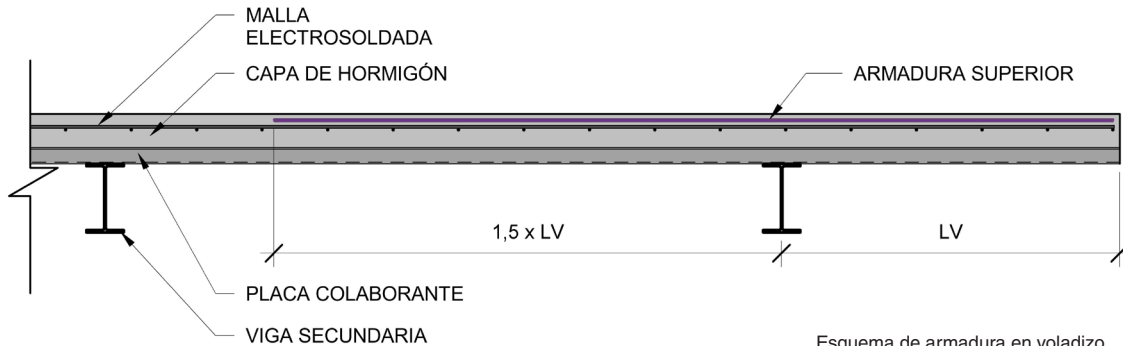
un funcionamiento de losas simplemente apoyadas. Es posible, si se requiere diseñar una losa continua, calcular el refuerzo necesario para cubrir los momentos negativos. Esta armadura adicional ayuda a reducir las fisuras superiores otorgando mayor rigidez y durabilidad a la losa.

Los refuerzos superiores, además de colocarse en los apoyos, se agregan en los bordes perimetrales y de huecos o pases de losa, y también en aquellos casos donde los esfuerzos de punzonado son necesarios, como por ejemplo en las losas para estacionamientos.

Se debe tener en cuenta que en zonas de voladizos la placa colaborante funciona como encofrado perdido y el momento negativo solo es resistido por la malla ubicada en la capa de hormigón por lo que, se requiere agregar armadura superior de refuerzo según cálculo. Es recomendable colocar estas barras con una longitud de anclaje mínima de 1,5 veces la longitud del voladizo.



Esquema de fisuras

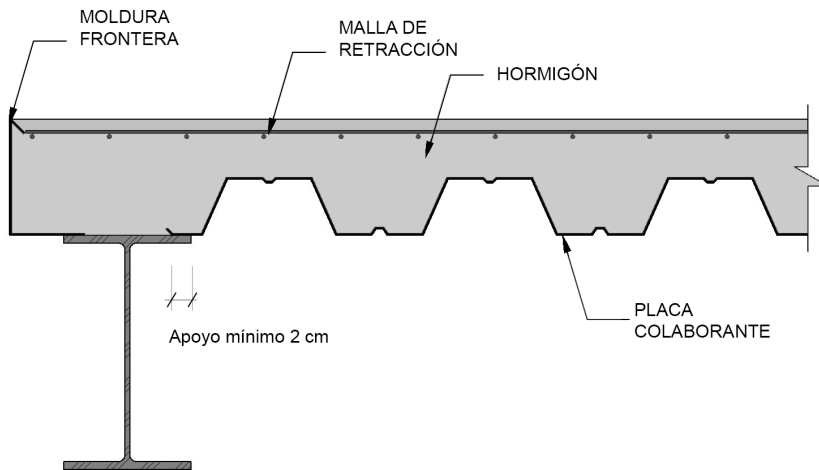


Esquema de armadura en voladizo

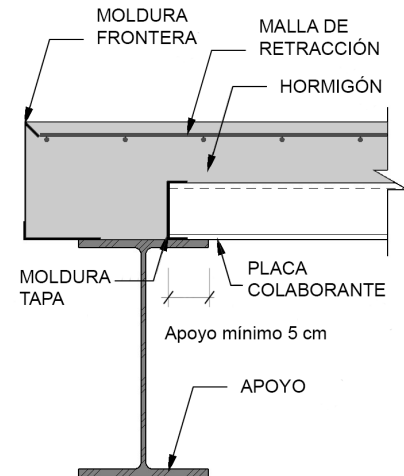
Molduras para ajustes y terminaciones

Comercialmente las más comunes son:

- Moldura Frontera: como su nombre lo indica se ubican en los bordes vistos de las losas.
- Moldura Tapa: se colocan para tapar los extremos de la chapa.
- Moldura soporte, moldura ajuste macho y hembra: son requeridas como piezas de ajuste o empalme en los extremos de los cortes de chapas para garantizar un correcto apoyo sobre las vigas.



Condición de borde paralelo



Condición de borde perpendicular

DISEÑO DE LOSAS MIXTAS

El diseño del sistema requiere, definir el espesor de la losa de hormigón, calibre de la placa colaborante, separación entre apoyos y si corresponde, la separación de apuntalamientos intermedios temporales. A continuación se propone abordar el predimensionado de una losa mixta considerando la sobrecarga admisible y la separación entre apoyos sin el empleo de apuntalamientos.

Procedimiento para el predimensionado

Con el objetivo de predimensionar la losa durante la etapa de anteproyecto, se sugiere la utilización de gráficos que permitan, expeditivamente, determinar la altura total de la misma y el espesor de placa colaborante requerido. El análisis está basado en una losa de un tramo, simplemente apoyado,

utilizando un hormigón H25 y teniendo en cuenta una flecha máxima instantánea igual a $L/360$ para el total de la sobrecarga admisible. Los gráficos elaborados surgen a partir de una adaptación de las tablas de “Capacidad de Carga” de Alcor y pueden dividirse en dos grupos.

El primer grupo consta de dos gráficos, según se utilicen o no conectores, representando la “sobrecarga admisible” para cada calibre de chapa según la luz entre apoyos.

Para el cálculo de la sobrecarga admisible se debe considerar el peso propio de ciellorrasos, contrapisos, solados, tabiquería y sobrecarga de uso del local, sin considerar el peso de la placa y del hormigón de la losa.

Gráfico I. Predimensionado de placa colaborante sin conectores.

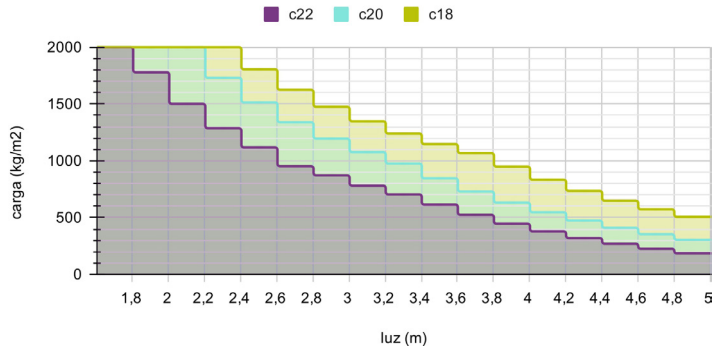
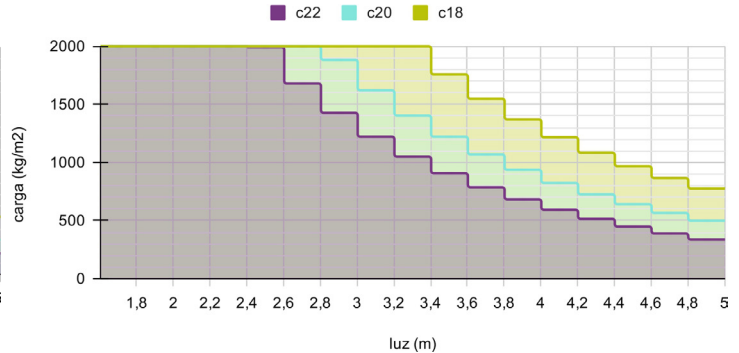


Gráfico II. Predimensionado de placa colaborante con conectores.



Una vez seleccionado el espesor o calibre de la chapa necesario, con el segundo grupo de gráficos se determina el espesor de la capa de hormigón requerido sobre la cresta de la chapa.

Referencias

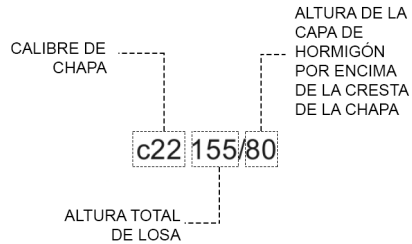


Gráfico 1. Espesores de losa. Sin conectores. Chapa C22

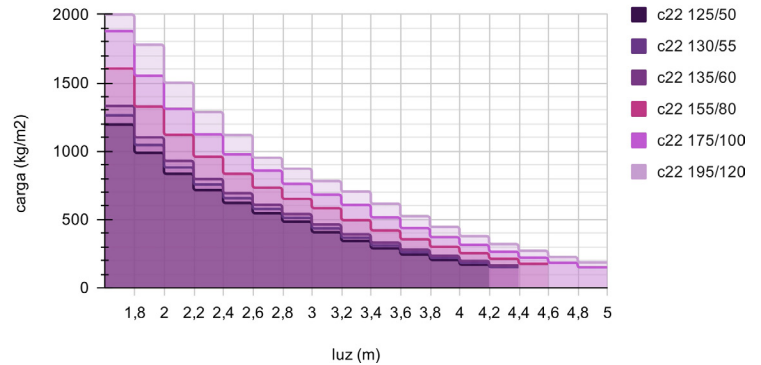


Gráfico 4. Espesores de losa. Con conectores. Chapa C22

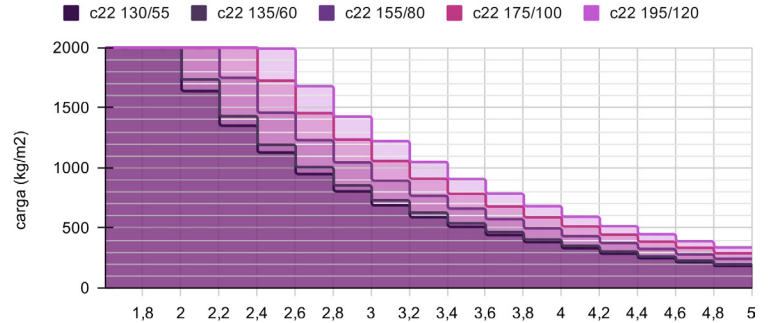


Gráfico 2. Espesores de losa. Sin conectores. Chapa C20

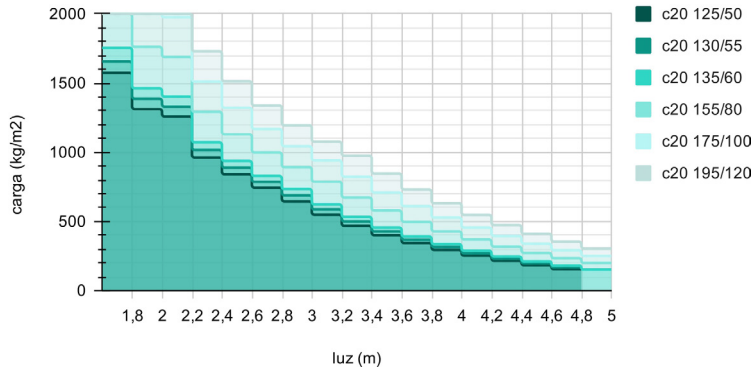


Gráfico 3. Espesores de losa. Son conectores. Chapa C18

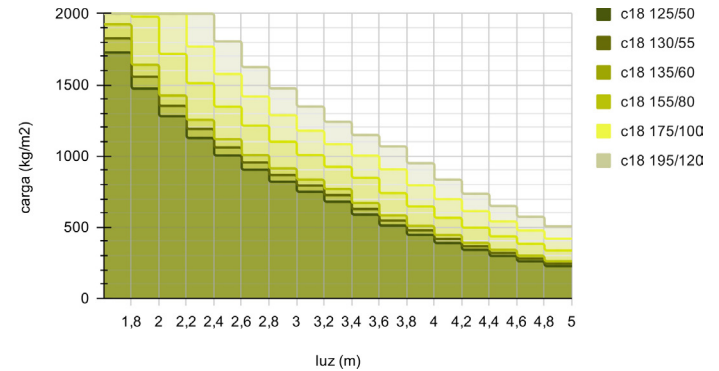


Gráfico 5. Espesores de losa. Con conectores. Chapa C20

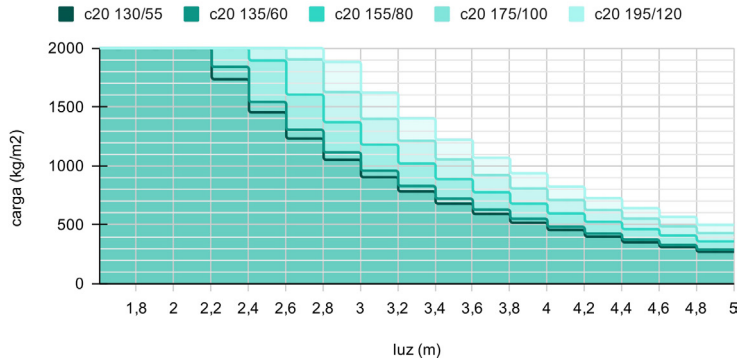
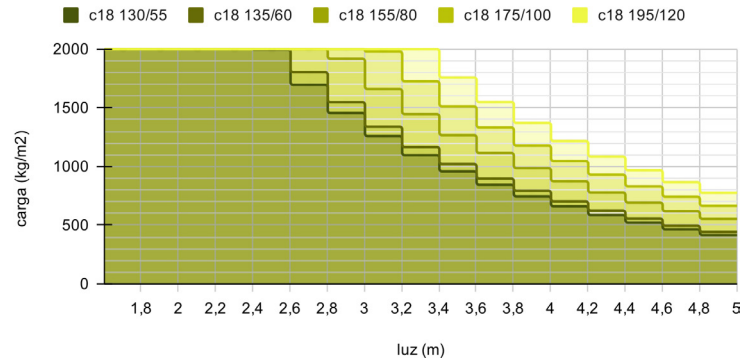


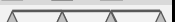


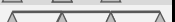


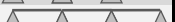


Gráfico 6. Espesores de losa. Con conectores. Chapa C18



Verificación de apuntalamiento temporal

Durante la construcción, la placa colaborante funciona como encofrado o plataforma de trabajo soportando primero el peso de los operarios y equipos utilizados y luego el peso del hormigón fresco. Es por ello que se tiene que verificar la longitud máxima posible sin apuntalamiento, que se obtiene a partir de estimar el peso del hormigón fresco que debe soportar, siendo esta su condición más desfavorable. De ser necesarios apuntalamientos temporales, se deben colocar según lo especificado por el proveedor de la placa. A continuación se muestra el procedimiento utilizando la tabla de Alcor.

| Longitud máxima sin apuntalamiento (m) | | | | | | |
|--|--|----------------------------|------|------|------|------|
| Espesor de placa | Tramos de apoyo | Hormigón sobre cresta (mm) | | | | |
| | | Espesor Total de losa (mm) | | | | |
| | | 50 | 55 | 80 | 100 | 120 |
| | | 125 | 130 | 155 | 175 | 195 |
| cal. 22 (0,7mm) | Simple  | 2,32 | 2,27 | 2,06 | 1,94 | 1,83 |
| | Doble  | 2,9 | 2,84 | 2,55 | 2,27 | 2,05 |
| | Triple  | 2,99 | 2,93 | 2,67 | 2,51 | 2,33 |
| cal. 20 (0,9mm) | Simple  | 2,84 | 2,78 | 2,52 | 2,36 | 2,23 |
| | Doble  | 3,46 | 3,4 | 3,11 | 2,92 | 2,77 |
| | Triple  | 3,58 | 3,51 | 3,21 | 3,02 | 2,86 |
| cal. 18 (1,25mm) | Simple  | 3,52 | 3,44 | 3,11 | 2,91 | 2,74 |
| | Doble  | 4,18 | 4,1 | 3,76 | 3,54 | 3,35 |
| | Triple  | 4,2 | 4,16 | 3,88 | 3,66 | 3,47 |

Fuente: ALCOR

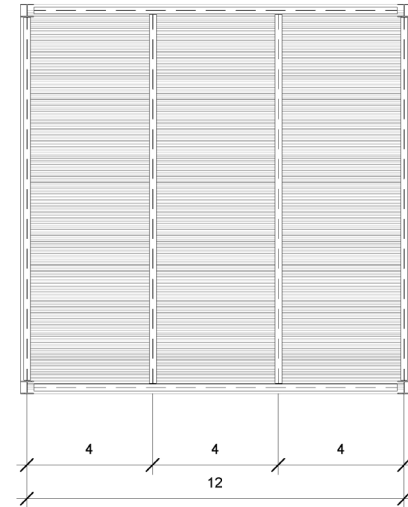
Es decisión del proyectista apuntalar o no las losas. El no apuntalar permite ahorrar tiempos de obra ya que es posible trabajar simultáneamente en varios niveles con equipos de diferentes rubros.

Si no se puede apuntalar ya sea por razones de diseño y/o constructivas y no verifica la longitud máxima sin apuntalamiento, se debe disminuir la distancia entre apoyos de la placa, agregando vigas intermedias.

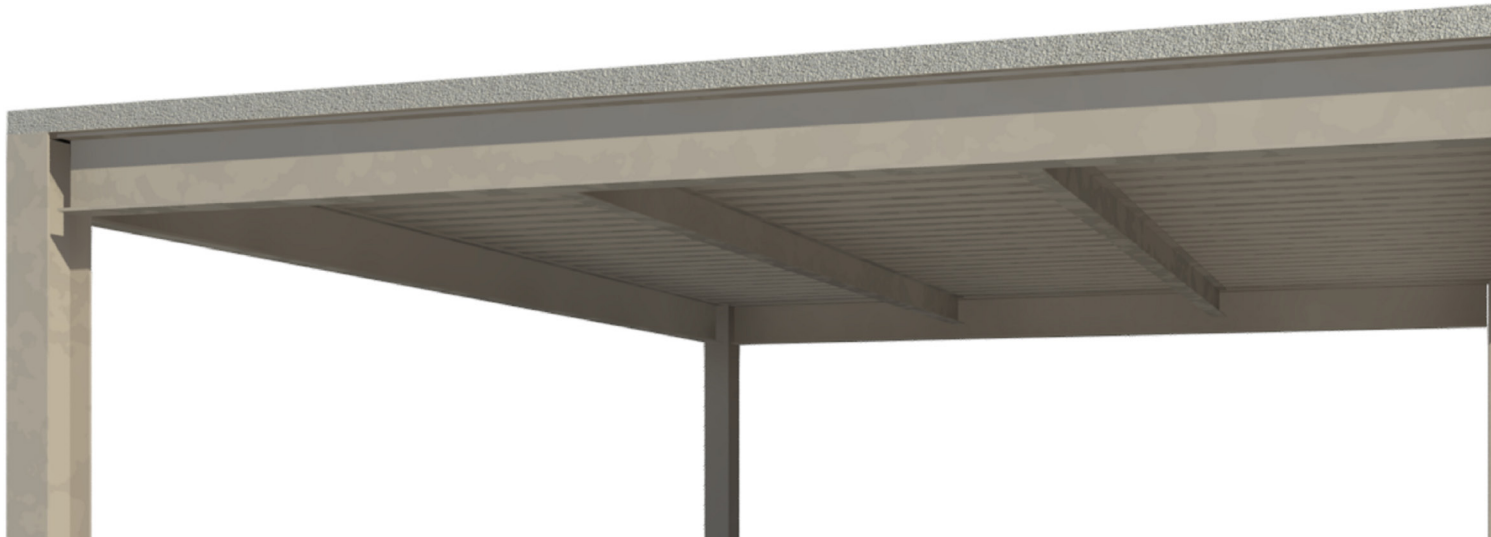
Ejemplo de cálculo

En este segmento, se desarrolla un caso práctico para ejemplificar el método de predimensionado propuesto. El ejemplo consiste en una biblioteca con posibilidad de acopio de material de lectura por lo que la sobrecarga de uso a utilizar será de 500 kg/m^2 (Cirsoc 101-2005). Se determina además que no se utilizarán conectores de corte sobre las vigas.

Luz de cálculo: 4.00 m



Planta esquemática de la estructura



ANÁLISIS DE CARGA

Baldosas cerámicas

Carpeta

Sobrecarga de uso (Biblioteca)

Total

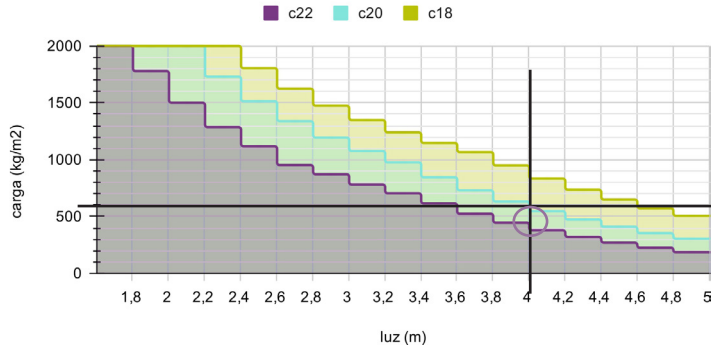
20 kg/m²

65 kg/m²

500 kg/m²

585 kg/m²

Gráfico I. Predimensionado de placa colaborante sin conectores



Según la tabla para predimensionado de una losa sin conectores de corte, se debería utilizar chapa de calibres 20 o 18.

Gráfico 2. Espesores de losa. Sin conectores. Chapa C20

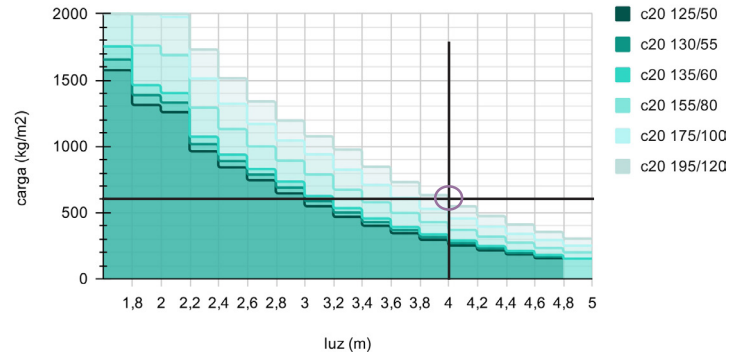
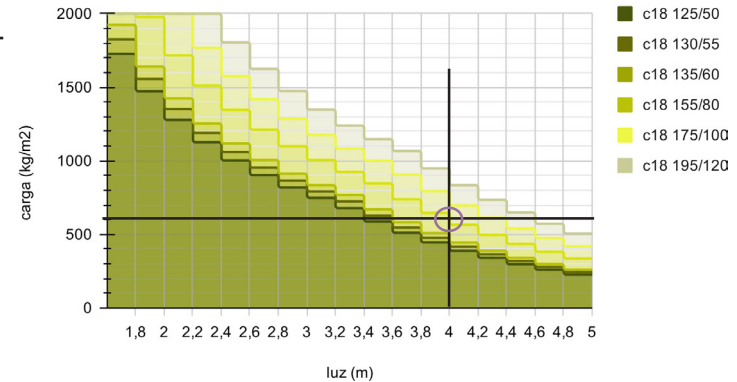


Gráfico 3. Espesores de losa. Sin conectores. Chapa C18



Ahora se está en condiciones de determinar el espesor total de la losa. Para el ejemplo obtenemos lo siguiente:

a) para chapa calibre 20, una altura total de losa de 195 mm, donde por diferencia con la altura de la chapa se obtiene que son necesarios 120 mm de capa de hormigón.

b) para chapa calibre 18, una altura total de losa de 155 mm, donde por diferencia con la altura de la chapa se obtiene que son necesarios 80 mm de capa de hormigón.

Al tener la losa tramos consecutivos, se comporta como un elemento estructural continuo, y por lo tanto, se debe disponer de armadura superior en los apoyos para absorber los momentos negativos, sobre todo si se quiere otorgar mayor durabilidad a la estructura, mayor rigidez al sistema o si se desea no respetar las separaciones entre apoyos especificadas en las tablas de los proveedores.

Verificación:

Para verificar el predimensionado realizado, se procede a controlar la capacidad de carga de las losas mixtas utilizando las tablas de los proveedores como por ejemplo en este caso Alcor.

Una losa con 120 mm de capa de hormigón o sea, de 195 mm de espesor total, y realizada con chapa calibre 20, resiste 632 kg/m² de sobre carga admisible y una losa con

80 mm de capa de hormigón o sea, de 155 mm de espesor total y realizada con chapa calibre 18, resiste 646 kg/m² como sobrecarga armisible.

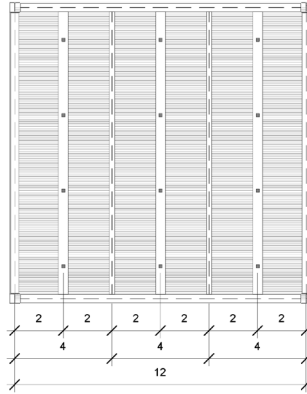
Resulta por lo tanto, que ambos casos resisten una sobrecarga admisible superior a la de diseño (585 kg/m²).

A continuación se verifica la longitud máxima requerida sin apuntalamiento. En este caso, se observa que ninguna de las dos alternativas verifica, por lo que se requiere apuntalar respetando la separación máxima indicadas en las tablas.

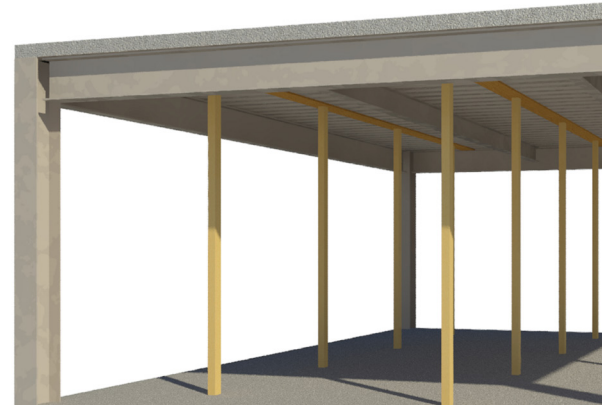
| Longitud máxima sin apuntalamiento (m) | | | | | | |
|--|-----------------|----------------------------|------|------|------|------|
| Espesor de placa | Tramos de apoyo | Hormigón sobre cresta (mm) | | | | |
| | | Espesor Total de losa (mm) | | | | |
| | | 50 | 55 | 80 | 100 | 120 |
| | | 125 | 130 | 155 | 175 | 195 |
| cal. 22 (0,7mm) | Simple | 2,32 | 2,27 | 2,06 | 1,94 | 1,83 |
| | Doble | 2,9 | 2,84 | 2,55 | 2,27 | 2,05 |
| | Triple | 2,99 | 2,93 | 2,67 | 2,51 | 2,33 |
| cal. 20 (0,9mm) | Simple | 2,84 | 2,78 | 2,52 | 2,36 | 2,23 |
| | Doble | 3,46 | 3,4 | 3,11 | 2,92 | 2,77 |
| | Triple | 3,58 | 3,51 | 3,21 | 3,02 | 2,86 |
| cal. 18 (1,25mm) | Simple | 3,52 | 3,44 | 3,11 | 2,91 | 2,74 |
| | Doble | 4,18 | 4,1 | 3,76 | 3,54 | 3,35 |
| | Triple | 4,2 | 4,16 | 3,88 | 3,66 | 3,47 |

Fuente: ALCOR

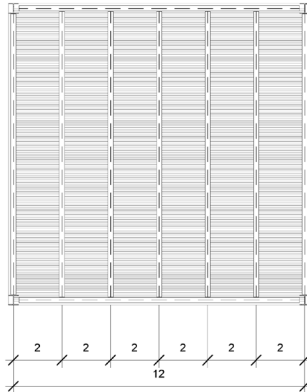
Alternativa 1: Para la losa de 195 mm con chapa calibre 20, se agregan puntales intermedios temporales resultando una separación máxima entre apoyos de 2 m, verificando así la separación máxima indicada en la tabla.



Esquema estructural en planta de la alternativa 1



Alternativa 2: Para la losa de 155 mm con chapa calibre 18, se modifica el módulo de vigas respetando la separación máxima indicada en la tabla anterior para así evitar el apuntalamiento temporal.



Esquema estructural en planta de la alternativa 2



SECUENCIA CONSTRUCTIVA

La secuencia constructiva para la fabricación de losas mixtas es la siguiente:

1. Colocar las vigas metálicas o apoyos de la losa.
2. Posicionar las placas, fijándolas a la viga, con clavos de disparo, autoperforantes o soldaduras tapón. La unión longitudinal de las placas se fija con tornillo autoperforante en la pestaña del borde hembra cada 30 cm o 40 cm para evitar que el hormigón se filtre. La unión transversal de placas debe realizarse sobre las vigas con una superposición mínima de 5 cm.
3. Si se colocan conectores de corte se procede a su colocación respetando las indicaciones del fabricante.
4. A continuación, colocar la malla de retracción respetando un recubrimiento superior mínimo de 2,5 cm o bien lo indicado en la reglamentación vigente.
5. Si fuera requerido se debe colocar la armadura de refuerzo superior en apoyos.
6. Antes del colado del hormigón y si fuera necesario, proceder al apuntalamiento respetando lo indicado en la tabla

del proveedor de la placa. Para ello es recomendable utilizar tablas de 30 cm de ancho como mínimo para así evitar el marcado de la chapa en la cara inferior.

7. Hormigonar teniendo en cuenta el espesor de hormigón requerido.
8. Extraer el apuntalamiento cuando el hormigón alcance el 80% de su resistencia, asegurando como mínimo 10 días. Durante este tiempo se debe controlar el correcto curado del hormigón.

RECOMENDACIONES A TENER EN CUENTA:

- La chapa debe apoyar sobre los bordes longitudinales como mínimo 2 cm en vigas perimetrales o muros. Si no tienen apoyos se necesita apuntalar temporalmente.
- De necesitar apuntalamiento, verificar no exceder las distancias máximas. En caso de alisar superficie con helicóptero se debe reforzar el apuntalamiento para no perder adherencia del hormigón con la placa por la posible deformación de la chapa durante la etapa constructiva.
- En zona de perforaciones, que comprometan la resistencia de la placa colaborante, se debe agregar siempre refuerzos.
- El sistema no admite cargas altas concentradas. De tener cargas puntuales considerables se pueden utilizar las tablas comerciales determinando una carga equivalentemente distribuida mayorada en un 30%. Además, se debe verificar el punzona-

do en el hormigón colocando armadura de refuerzo si fuera necesario.

- Para estacionamientos el espesor mínimo de hormigón sobre la cresta es de 7,5 cm para considerar el desgaste por rodamiento.
- En caso de tener voladizos, la chapa solo funciona como encofrado perdido por lo que, se deberá determinar el espesor del hormigón sobre la cresta en función de la longitud del mismo y calcular la armadura de refuerzo para momentos negativos.

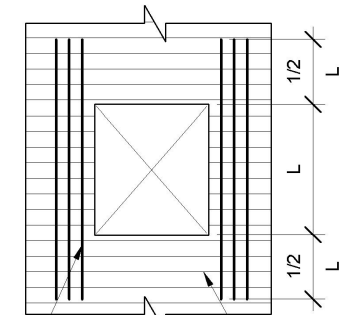
HUECOS O PERFORACIONES

Las perforaciones o huecos se pueden clasificar en 3: pequeñas, medianas o grandes.

- Las pequeñas perforaciones (pases de cañerías), son aquellas que poseen dimensiones menores a los 30 cm de ancho y no requieren ajustes en el proyecto considerando su efecto despreciable.
- Las aberturas medianas (conductos mecánicos o agrupación de cañerías), con dimensiones de entre 60 cm y 90 cm, requieren el cálculo de refuerzos para resistir y redistribuir adecuadamente las solicitaciones. Los refuerzos pueden constituirse en barras de acero o bien perfiles de acero embebidos en el hormigón.
- Las aberturas grandes (huecos de escaleras o ascensores), requieren el diseño de soportes o vigas en sus bordes.

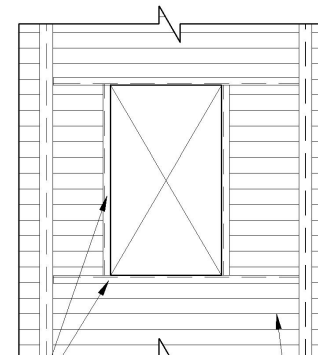
Las perforaciones, cuando son pequeñas o medianas, pueden realizarse antes del colado del hormigón o una vez que éste haya endurecido. Esta decisión influirá en el área y tipo de refuerzos requeridos ya que, una vez endurecido el hormigón, no puede despreciarse el aporte resistente del mismo. En ambos casos se requiere prever la ubicación de la perforación, de los refuerzos necesarios y de tapa-juntas con anticipación al colado, para quedar embebidos en el hormigón.

Siempre son recomendables realizar estas perforaciones alejadas de las



REFUERZO,
BARRAS DE ACERO

SENTIDO DE
CONFORMADO
DE LA CHAPA



ÁNGULOS O PERFILES
ESTRUCTURALES

SENTIDO DE
CONFORMADO
DE LA CHAPA

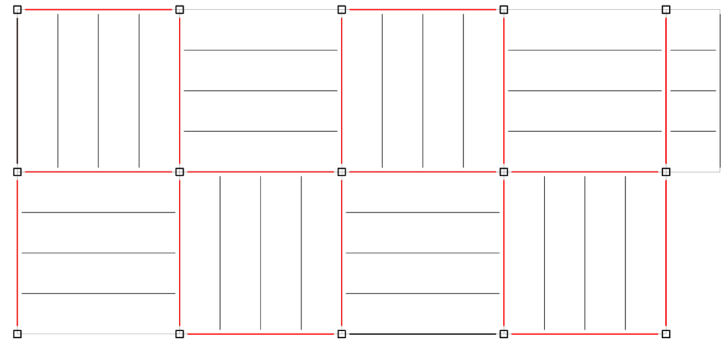
proximidades de los apoyos para evitar las máximas solicitaciones de corte. En su defecto, además de los refuerzos requeridos a flexión, deberá verificarse la resistencia al corte de la sección y colocarse refuerzos si hicieran falta.

ALTERNATIVAS DE ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL

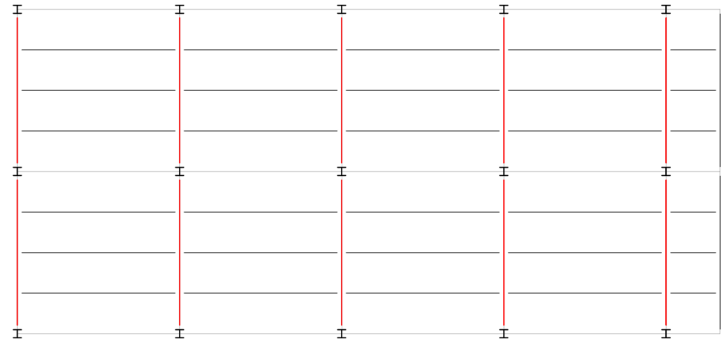
En la búsqueda de estructuras eficientes se proponen dos alternativas para la distribución de los elementos resistentes.

Alternativa 1: Distribución de vigas secundarias en damero para lograr cargas homogéneas en las vigas principales y columnas. Las vigas principales reciben solo las cargas de una sola losa. Esto es muy útil cuando las vigas son largas y se requiere reducir las solicitaciones en las mismas. Es posible armar voladizos por sectores en todo el perímetro.

Alternativa 2: Distribución de vigas principales en un sentido y secundarias en el otro. Esta distribución es conveniente cuando la luz de las vigas es menor. Es posible armar voladizos en caras enfrentadas.



ALTERNATIVA 1- ARMADO EN DAMERO



ALTERNATIVA 2- ARMADO EN UN SENTIDO

FORTA- LEZAS Y DEBILI- DADES DEL SISTE- MA

A continuación citaremos algunas fortalezas y debilidades de este sistema constructivo en función de diferentes variables de diseño.

Fotografía: Arq. Andrés Haugh de la obra: Urquiza 2240, Rosario.

ESPACIALIDAD

Fortalezas:



- Es posible cubrir luces pequeñas o grandes luces. Para luces pequeñas se pueden utilizar vigas de un solo orden en cambio, para luces mayores, la organización estructural requiere de la utilización de un emparillado de vigas de diferentes ordenes (primarias, secundarias, terciarias, etc.) hasta

garantizar longitudes de losas admisibles.

- Las vigas de apoyo metálicas pueden ser reticuladas o de alma llena. Un recurso de diseño eficiente para vigas largas, independientemente del material con el que se construyan, consiste en disminuirles la separación.
- La estructura puede quedar a la vista o cubrirse con un cielorraso.

Debilidades:

- Es necesario considerar las vigas para resolver la relación función-espacio ya que éstas siempre asoman por debajo del espesor de la losa. La altura de vigas requerida dependerá de su área tributaria y longitud.

ECONOMÍA

Fortalezas:

- Facilidad constructiva ya que, la chapa permite que pueda ser utilizada como tablero de encofrado.

“Entre las ventajas de trabajar con este sistema podemos mencionar menores tiempos de ejecución, mayor precisión y facilidad de control de obra con una obra más limpia. (Libovich, Sabattini, & Giorgis)”

“Para el edificio Urquiza 2240 en Rosario, la estructura metálica daba un presupuesto un 23 % mayor con respecto a una estructura convencional de hormigón armado pero, los plazos de obras eran de 5 meses menos, con lo cual esa diferencia se diluía entre inflación y lucro cesante.” (Haugh)

- Menos tiempo de obra ya que, es posible seguir construyendo a los pocos días de haber hormigonado la capa de compresión, sobre todo al trabajar con vigas prefabricadas de acero u hormigón donde la puesta en carga puede ser inmediata.



- Las piezas pueden acopiarse en obra ocupando poco volumen y permitiendo programar un avance que no se encuentre condicionado por los tiempos de entregas

de materiales.

- Es posible organizar una secuencia constructiva donde se realice el montaje de piezas metálicas primero y luego se proceda con el hormigonado de capas de compresión de varios niveles a la vez, reduciendo considerablemente los tiempos y permitiendo organizar eficientemente la mano de obra.

“La definición de una estructura a priori nos permitió organizar eficientemente los tiempos de obra.” (Canén)

Debilidades:

- Es necesaria una mano de obra especializada.
- Se necesitan maquinarias y equipos de montajes específicos por ejemplo, grúas para levantar las piezas, soldadoras o pistolas para la colocación de conectores de corte, etc.
- Elevado costo del acero, sobre todo en nuestro país.
- La decisión de no utilizar encofrados temporales conlleva a requerimientos de vigas portantes de mayor sección y peso.

“Altos costos de mano de obra ya que la misma debía ser calificada y poca diversidad de proveedores locales.”
(Libovich, Sabbatini, & Giorgis)

ESTRUCTURA

Fortalezas:

- El entrepiso construido con este sistema constituye un diafragma rígido con un buen comportamiento estructural para acciones horizontales gracias a los conectores de corte.



- El sistema permite programar diferentes etapas constructivas sin alterar la resistencia de los elementos estructurales.
- Los apoyos pueden tener diferentes materialidades como vigas de acero, vigas de hormigón, muros de mampostería encadenada, etc.

Debilidades:

- En zonas sísmicas una mala colocación de pernos o conectores de corte puede afectar la estabilidad de la obra.

CONSTRUCCIÓN

“Estas bandejas, que conforman lo que llamamos el “Chandellier” que ilumina y cuelga sobre ese gran vacío, desde lo constructivo, no se podían resolver con un encofrado tradicional ya que, la primera losa está ubicada a seis niveles de altura. A la vez, había que independizar en el proceso constructivo, la materialización de las salas y de las losas de exhibición. El sistema de steel deck resultó el adecuado para resolver este sector debido a que el encofrado perdido era una parte constitutiva del sistema.” (Schnack)



Fortalezas:

- La chapa permite el tránsito de operarios al igual que un encofrado convencional, siempre y cuando se respeten las luces entre apoyos o puntales temporales especificadas por los proveedores.
- El sistema admite una etapabilidad en la obra que bien planificada suele ser una gran ventaja.
- Es un sistema eficiente para cuando la

accesibilidad a la colocación de encofrados es un inconveniente sobre todo si las vigas utilizadas son prefabricadas de acero.

Debilidades:

- La estructura debe protegerse frente a la corrosión e incendio.

“Es más rápido como sistema constructivo y las terminaciones se resuelven sobre superficies perfectas lo cual también ahorra tiempos.” (Tannenbaum)

- El sistema no admite rebajes de losas para alojar instalaciones sanitarias debiendo plantearse éstas suspendidas y requiriendo, por lo tanto, un cielorraso o un piso técnico.
- Se debe evaluar la aislación acústica dependiendo del uso o función que tendrá la losa.
- Se debe resolver la aislación térmica de cubiertas para evitar la condensación del vapor de agua en el interior ya que la chapa inferior actúa como barrera corta vapor.
- Se deben prever las instalaciones eléctricas antes de hormigonar la capa de compresión perforando la chapa en las bocas de luz y colocando el tendido de caños corrugados.

DIRECCIÓN TÉCNICA

Fortalezas:

- Se pueden organizar de manera precisa las etapas y los tiempos de obra facilitando su control.

“Otra virtud del sistema es que, se fabrica completamente fuera de la obra y se puede hacer en paralelo a la ejecución de las bases y fustes en H° A°, lo cual reduce considerablemente los riesgos y los tiempos de obra” (Haugh)

Debilidades:

- Se requiere del soporte de una considerable cantidad de detalles constructivos.
- La logística es fundamental porque la fabricación depende de turnos disponibles de otros especialistas ya que hay equipos específicos que no pueden ser usados por cualquier operario.

Nota: Pasajes de las entrevistas realizadas por la arquitecta Florencia Marciani a diferentes proyectistas de nuestro medio.



DEUR

Doctorado en Estudios
Urbano-Regionales



FAUD



DOCTA

Doctorado en
Arquitectura



FAUD

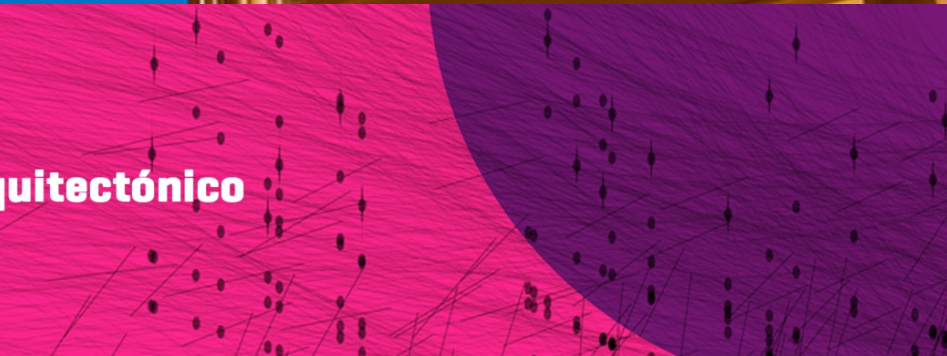


MDAU

Maestría en Diseño Arquitectónico
y Urbano



FAUD



MGADU

Maestría en Gestión Ambiental
del Desarrollo Urbano

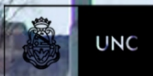


FAUD



MU

Maestría en
Urbanismo



FAUD



MGDH

Maestría en Gestión y
Desarrollo Habitacional



FAUD





Coworking Wip

Arquitectos: Andrea Libovich, Diego Sabattini y Javier Giorgis

Año: 2018

Lugar: Córdoba

Fotógrafo: Javier Agustín Rojas

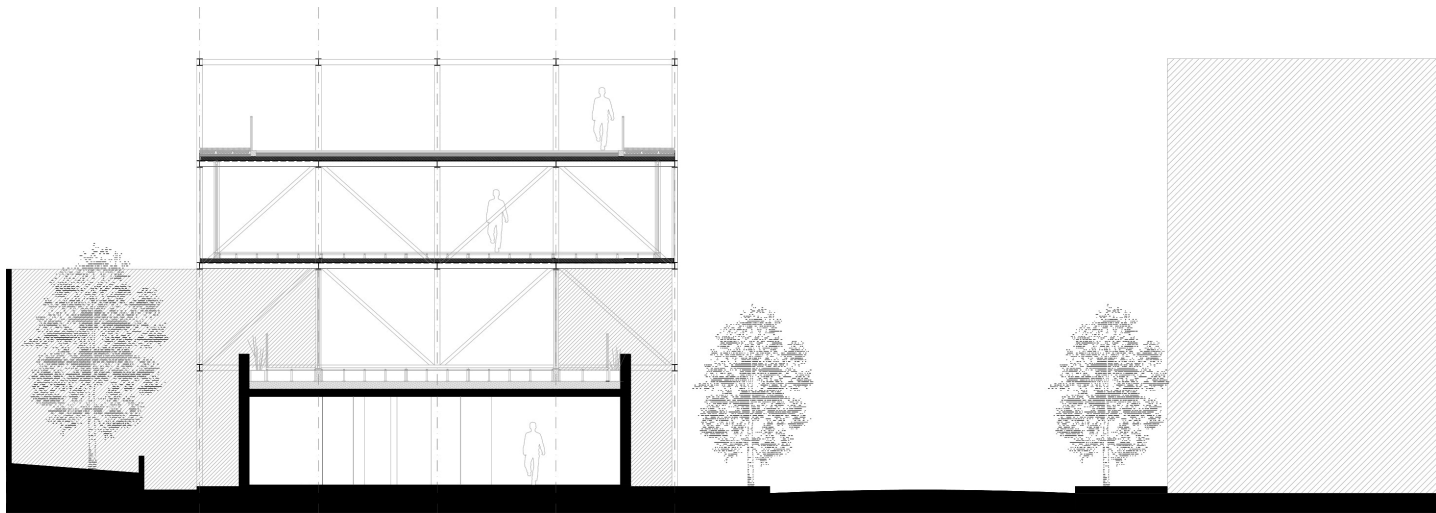


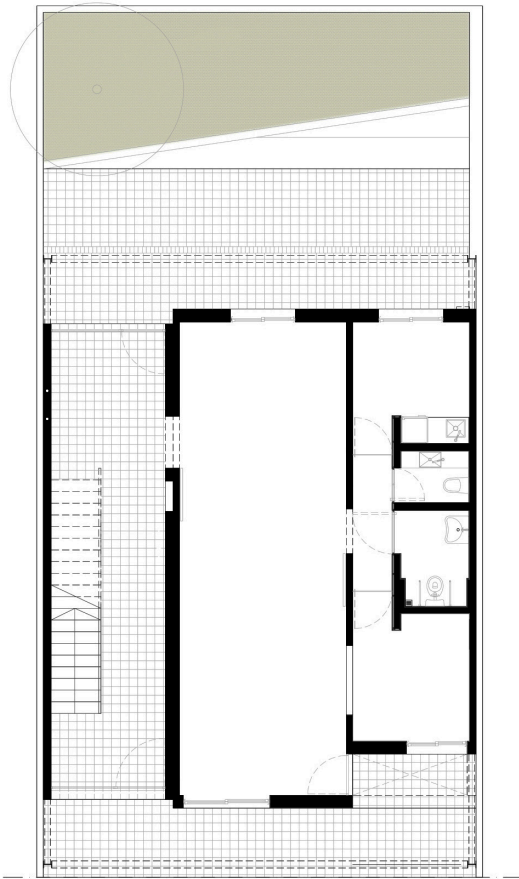
De la Arquitectura:

Este edificio se encuentra en una zona céntrica de la ciudad, aledaña a la Ciudad Universitaria, con gran presencia de estudiantes.

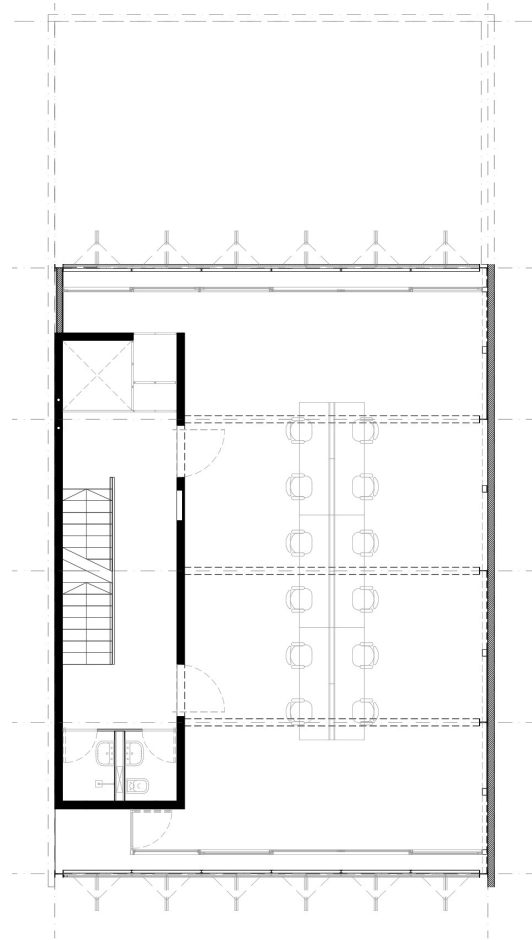
Se trata de un edificio de oficinas donde se combinan espacios para el trabajo, actividades culturales y educación informal.

Este nuevo concepto de co-working propone espacios flexibles que pueden ser utilizados en diferentes horarios y para actividades diversas, lo que permite ir dando respuesta a las necesidades que se presentan a lo largo de la vida útil de la construcción con pequeñas o casi nulas modificaciones.



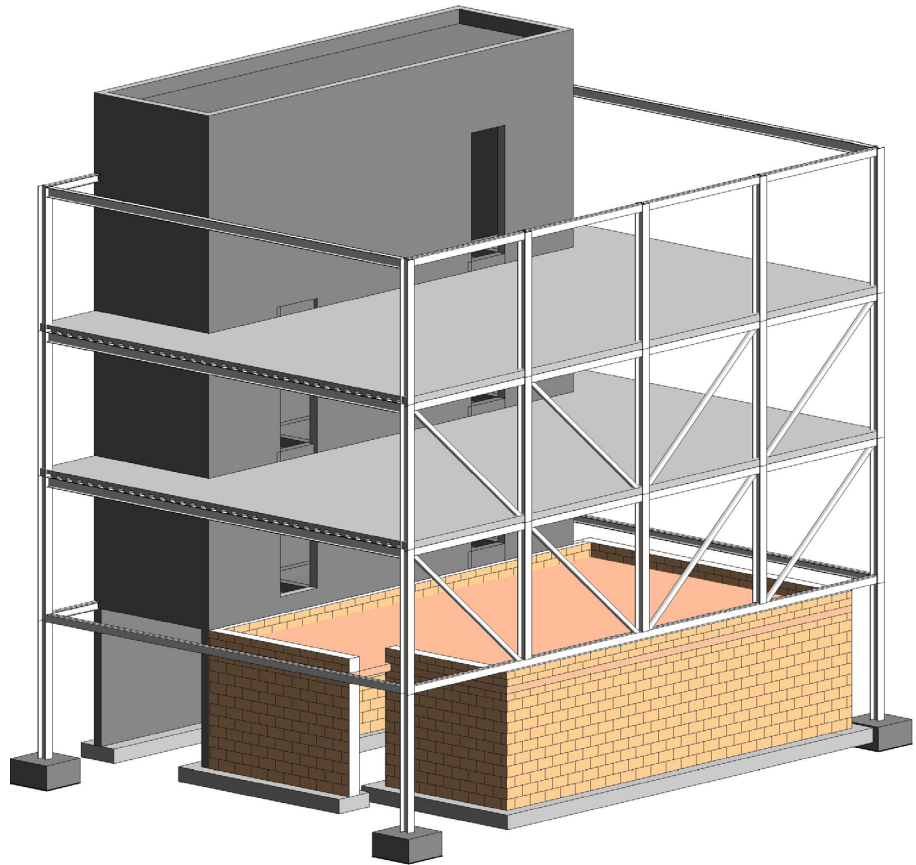


Planta Baja




Segundo Piso

Al existir en el terreno una construcción de un nivel en buen estado, la idea fue preservarla e integrarla a la nueva propuesta. Para ello fue menester la demolición de algunas partes cuya premisa de diseño fue reutilizar la mayor cantidad de materiales posible. La tecnología elegida para realizar la intervención fue de construcción en seco con perfiles de acero y losas mixtas.



Axonométrica de la estructura



La elección de los materiales, además de favorecer el vínculo de lo viejo y lo nuevo por la simpleza y facilidad de sus uniones, ofrece fluidez entre los ambientes interiores y una gran conexión con el exterior gracias a la esbeltez de los elementos de soporte. Para las envolventes se propusieron parasoles que permiten filtrar el ingreso de luz solar y generar privacidad si así se desea.



De la Estructura:

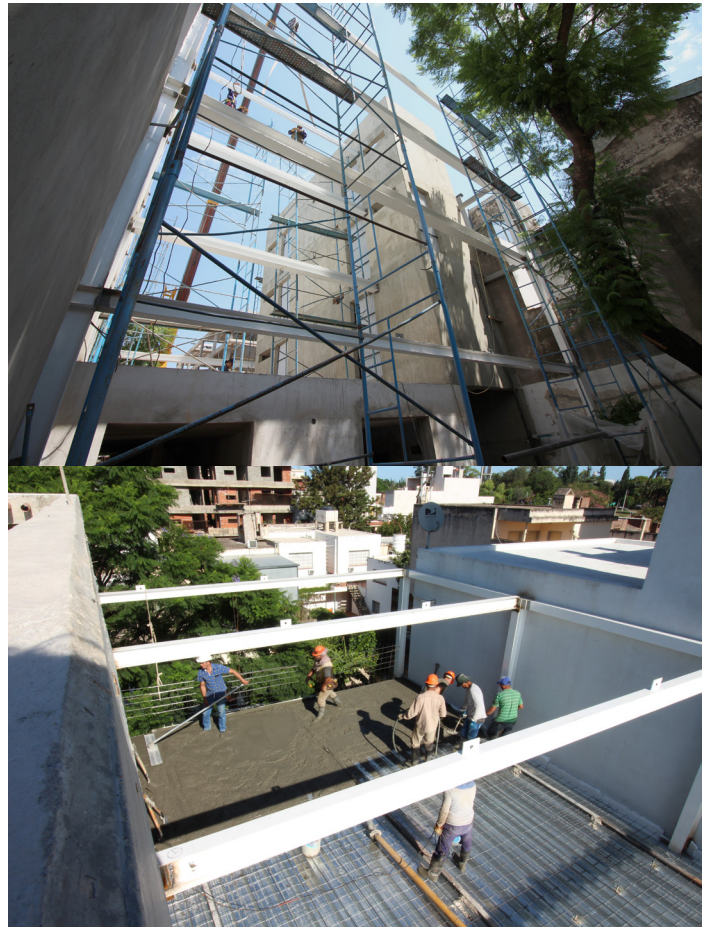
Para la organización de la estructura fue determinante la interacción con la edificación existente de tal forma que su vinculación aporte rigidez al conjunto. El diseño de la estructura y su materialidad tienen concordancia con el programa arquitectónico y con la flexibilidad de los espacios y usos que se pretende en el mismo.

La propuesta consiste en un bloque duro, ciego, de tabiques de hormigón armado, en toda la altura del edificio, con losas macizas, que albergan las circulaciones verticales y los sanitarios, ubicado en la medianera opuesta a la construcción preexistente.



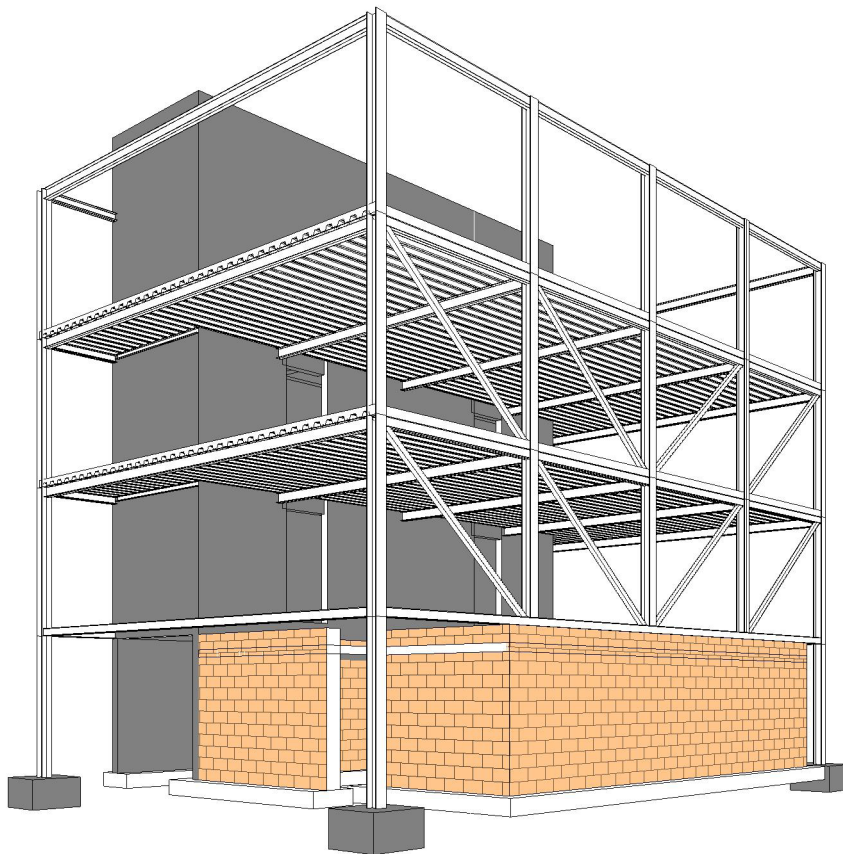
Para el resto del programa, por su flexibilidad, se optó por una materialidad más ligera y permeable, con una estructura independiente conformada por perfiles normalizados y entresijos de losas mixtas. Esta elección también fue favorable para el proceso constructivo ya que permitió montarse por encima de la edificación a intervenir, lo cual es aprovechado como recurso expresivo para la fachada y contrafachada.

La estructura metálica está compuesta por columnas de sección W que se ubican sobre la medianera a una distancia entre ellas de 3,50 m. Las vigas de todos los niveles también son perfiles W que, vinculan el núcleo de hormigón armado con las columnas metálicas y soportan entresijos de losas mixtas con luces de 3,50 m.







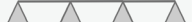






La estabilidad espacial está garantizada por el trabajo conjunto de la construcción preexistente de mampostería portante encadenada, el tubo de hormigón armado y la estructura metálica con triangulaciones.



Axonométrica de la estructura

PREDIMENSIONADO

Se procede a realizar el predimensionado de la losa mediante el uso de las tablas propuestas. De acuerdo a las condiciones del proyecto y debido a que la estructura de steel deck se encuentra sobre una construcción existente, es imposible acceder para la colocación de puntales temporales. Es por ello que en primer lugar se debe verificar qué espesor de chapa resiste el peso del hormigón fresco con una luz de 3,50 m.

| | | Longitud máxima sin apuntalamiento (m) | | | | |
|------------------|--|--|------|------|------|------|
| Espesor de placa | Tramos de apoyo | Hormigón sobre cresta (mm) | | | | |
| | | Espesor Total de losa (mm) | | | | |
| | | 50 | 55 | 80 | 100 | 120 |
| cal. 22 (0,7mm) | Simple  | 2,32 | 2,27 | 2,06 | 1,94 | 1,83 |
| | Doble  | 2,9 | 2,34 | 2,55 | 2,27 | 2,05 |
| | Triple  | 2,99 | 2,93 | 2,67 | 2,51 | 2,33 |
| cal. 20 (0,9mm) | Simple  | 2,84 | 2,78 | 2,52 | 2,36 | 2,23 |
| | Doble  | 3,46 | 3,40 | 3,11 | 2,92 | 2,77 |
| | Triple  | 3,58 | 3,51 | 3,21 | 3,02 | 2,86 |
| cal. 18 (1,25mm) | Simple  | 3,52 | 3,44 | 3,11 | 2,91 | 2,74 |
| | Doble  | 4,18 | 4,10 | 3,76 | 3,54 | 3,35 |
| | Triple  | 4,20 | 4,16 | 3,88 | 3,66 | 3,47 |

Fuente: ALCOR



De la tabla comercial, con las especificaciones técnicas de la chapa, se verifica que para losas continuas de dos tramos de 3,50 m es necesario usar chapa calibre 18. Manteniendo las condiciones de vínculo, esta chapa podrá utilizarse siempre y cuando el espesor de losa final varíe entre 125 mm y 175 mm. En caso de requerirse mayor espesor de losa, al incrementarse el espesor y por lo tanto el peso del hormigón, se deberá disponer de puntales temporales.

La obra está ubicada en zona sísmica 1 por lo que se deben colocar conectores de corte en coincidencia con las vigas.

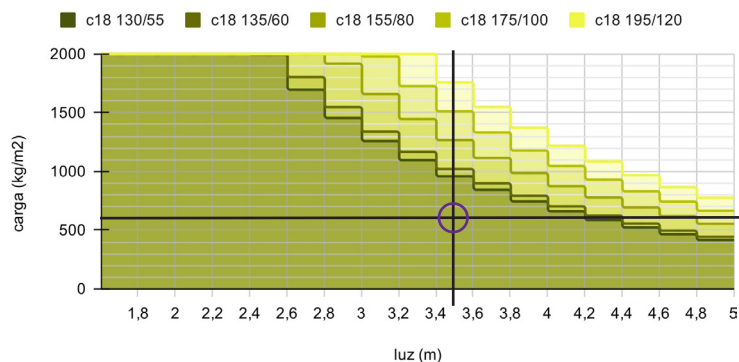
A continuación, se verifica si la losa compuesta resiste la sobrecarga admisible que depende del proyecto arquitectónico.

ANÁLISIS DE CARGA

| | |
|--|-----------------------------|
| Piso técnico de madera | 50 kg/m ² |
| Carpeta | 65 kg/m ² |
| Sobrecarga de uso (Sala de reunión de Oficina) | 500 kg/m ² |
| Total | 615 kg/m² |

Luz de cálculo. 3,50 m

Gráfico 6. Espesores de losa. Con conectores. Chapa C18



Determinándose que, con una losa de 130 mm de espesor, se verifica resistencia y deformación para las cargas de servicio.

Por lo tanto, se adopta una chapa calibre 18 y un espesor de losa de 130 mm.

Al tener la losa tramos consecutivos se comporta como un elemento estructural continuo debiéndose disponer armadura superior en los apoyos para absorber los momentos negativos no previstos y evitar fisuras en el hormigón.

Oficinas AGB

Arquitectos: Tomás Spina, Javier Naval, Santiago Canen

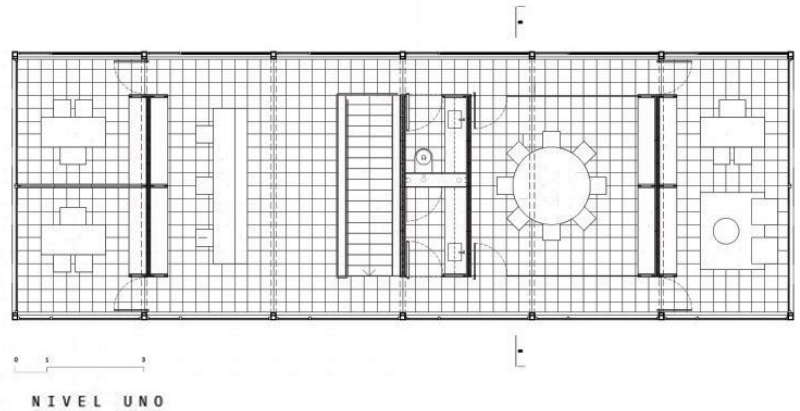
Año: 2018

Lugar: General Cabrera, Prov. Córdoba

Fotógrafo: Javier Agustín Rojas



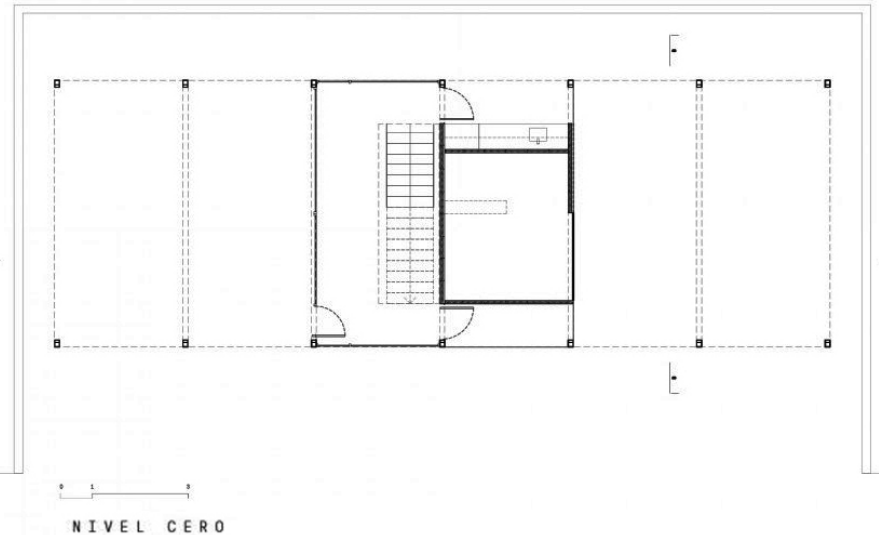


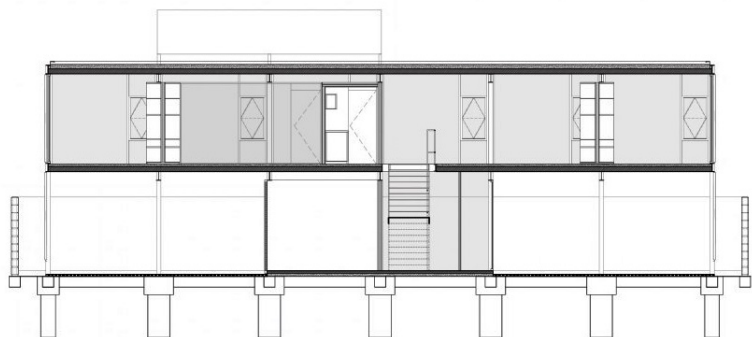


De la Arquitectura:

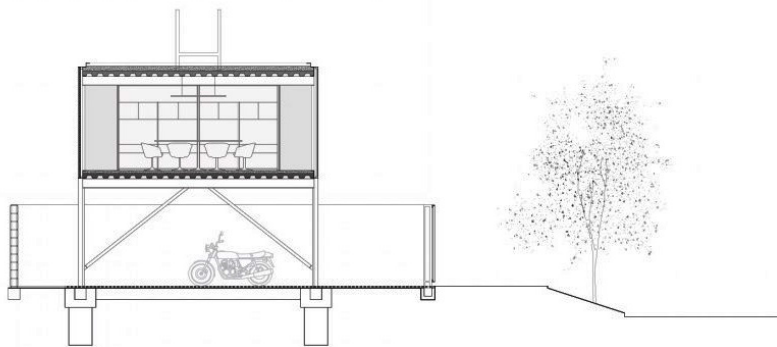
General Cabrera es una ciudad agroindustrial ubicada al sur de la provincia de Córdoba. La zona ofrece una sólida tradición constructiva: ladrillo para su componente residencial (casas bajas y compactas) y acero para su componente agroindustrial (galpones racionalizados de rápido montaje y envolventes livianas).

El proyecto propone trazar una diagonal entre estas dos tradiciones al utilizar sistemas racionalizados para la construcción de tipologías de escala doméstica.





SECCION A



SECCION B





Se diseña un único bloque elevado para oficinas, organizadas a partir de un deambulatorio perimetral que logra despegar los ambientes interiores de la envolvente, ubicándolos en el centro del volumen y permitiendo un recorrido continuo en el borde.





Esta acción ofrece al proyecto una dinámica de luces y sombras al limitar las visuales hacia el exterior. La planta baja se libera para dar lugar a estacionamientos y servicios.



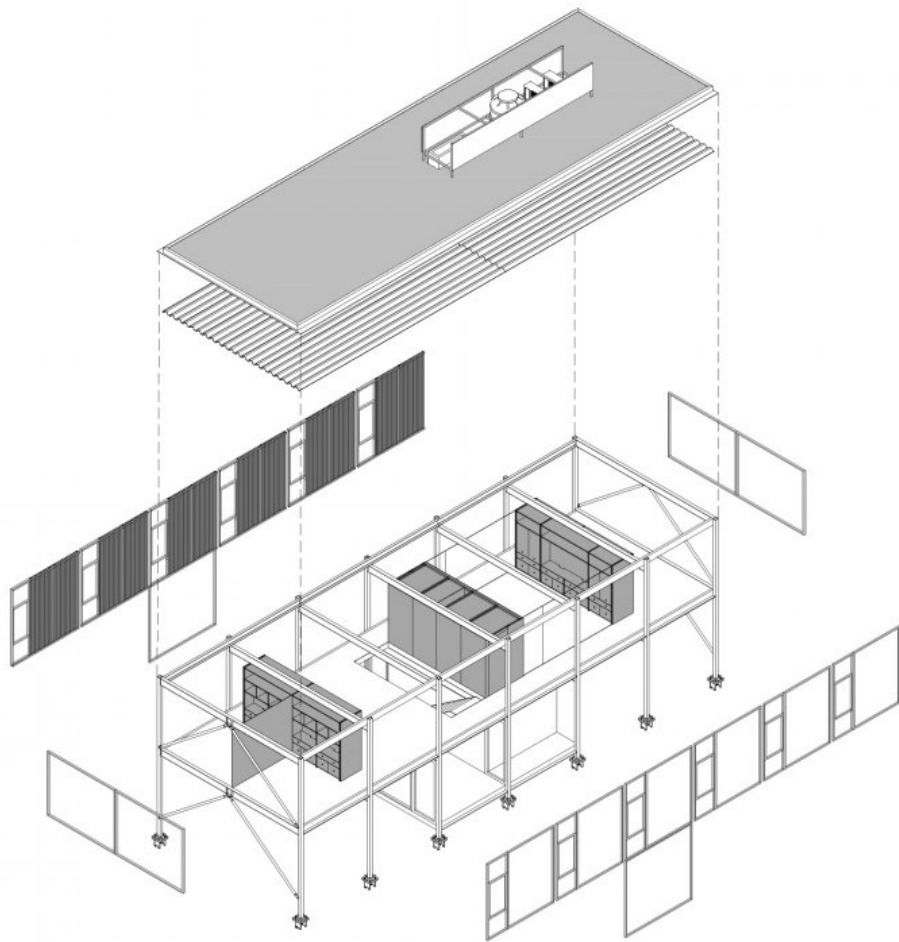


De la Estructura:

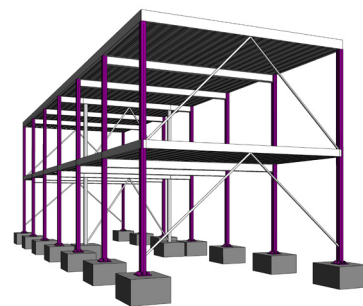
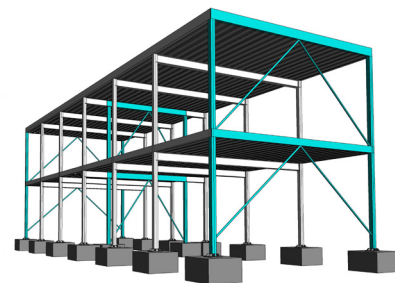
El material elegido para el proyecto es el acero. Se utilizó un módulo repetitivo que simplifica la propuesta, diseñado a partir de la longitud comercial de los perfiles que es de 12 m, utilizando longitudes de 6 m y 3 m, que permiten disminuir los desperdicios y lograr una mayor economía de obra.

Las columnas se ubican cada 3 m, con 3 m de altura entre niveles y se fabrican de sección cuadrada mediante la vinculación por soldadura de 2 perfiles UPN. Sobre estas columnas apoyan vigas de 6 m de longitud materializadas con perfiles IPE 240 según la información facilitada por los proyectistas. Estas vigas son las encargadas de dar apoyo a losa mixta del entepiso y de la cubierta con luz libre de 3 m.





DESPIECE



tentes verticales, materializados por triangulaciones en ambos niveles de las caras cortas del volumen y por el empotramiento en la base de las columnas, para la otra dirección.



PREDIMENSIONADO

En este caso, la decisión de los proyectistas fue aprovechar al máximo las ventajas del sistema constructivo, por lo que se decidió utilizar la chapa como encofrado sin la necesidad de apuntalar.

En primer lugar, se debe verificar qué espesor de chapa resiste el peso del hormigón fresco con una luz de 3,00 m. Para ello, se supone que la longitud de chapas disponibles cubren tres tramos de la estructura.

| | | Longitud máxima sin apuntalamiento (m) | | | | |
|------------------|-----------------|--|------|------|------|------|
| Espesor de placa | Tramos de apoyo | Hormigón sobre cresta (mm) | | | | |
| | | Espesor Total de losa (mm) | | | | |
| | | 50 | 55 | 80 | 100 | 120 |
| | | 125 | 130 | 155 | 175 | 195 |
| cal. 22 (0,7mm) | Simple | 2,32 | 2,27 | 2,06 | 1,94 | 1,83 |
| | Doble | 2,9 | 2,84 | 2,55 | 2,27 | 2,05 |
| | Triple | 2,99 | 2,93 | 2,67 | 2,51 | 2,33 |
| cal. 20 (0,9mm) | Simple | 2,84 | 2,78 | 2,52 | 2,36 | 2,23 |
| | Doble | 3,46 | 3,40 | 3,11 | 2,92 | 2,77 |
| | Triple | 3,58 | 3,51 | 3,21 | 3,02 | 2,86 |
| cal. 18 (1,25mm) | Simple | 3,52 | 3,44 | 3,11 | 2,91 | 2,74 |
| | Doble | 4,18 | 4,10 | 3,76 | 3,54 | 3,35 |
| | Triple | 4,20 | 4,16 | 3,88 | 3,66 | 3,47 |

Fuente: ALCOR

De las tablas, se verifica que, para losas continuas con tres tramos de 3,00 m es necesario utilizar chapa calibre 20. Manteniendo las condiciones de vínculo esta chapa podrá utilizarse siempre y cuando el espesor de losa final varíe entre 125 mm y 175 mm. En caso de requerirse mayor espesor de losa, al incrementarse el espesor y por lo tanto el peso del hormigón, se deberá aumentar el espesor de chapa.

La obra está ubicada en zona sísmica 1 requiriéndose la colocación de conectores de corte en coincidencia con las vigas.

A continuación, se verifica si la losa compuesta resiste la sobrecarga admisible que depende del proyecto arquitectónico.

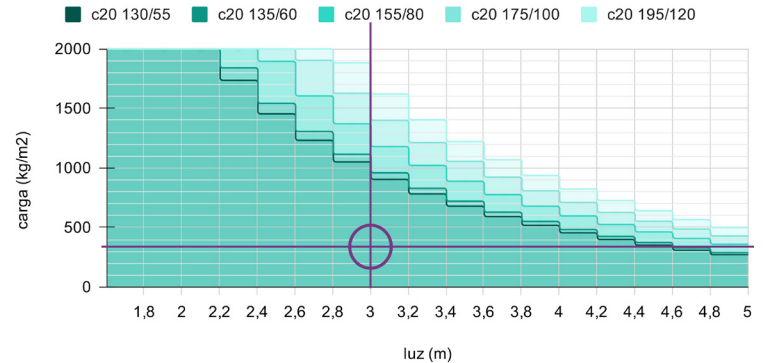
ANÁLISIS DE CARGA

| | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Carpeta | 65 kg/m ² |
| Sobrecarga de uso (Oficina) | 250 kg/m ² |
| Total | 315 kg/m² |

Luz de cálculo. 3,00 m

Determinándose que, con una losa de 130 mm de espesor se verifica resistencia y deformación para las cargas de servicio.

Gráfico 5. Espesores de losa. Con conectores. Chapa C20



Por lo tanto, se adopta una chapa calibre 20 y un espesor de losa de 130 mm.

Al tener la losa tramos consecutivos se comporta como un elemento estructural continuo, debiéndose disponer armadura superior en los apoyos para absorber los momentos negativos no previstos y evitar fisuras en el hormigón.

Casa Holmberg

Arquitectos: Alejandro Borrachia y Oscar Borrachia

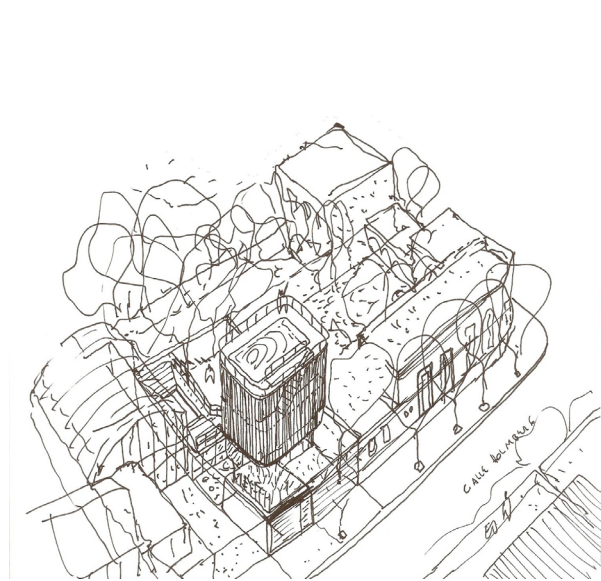
Año: 2016

Lugar: C.A.B.A, Argentina

Fotógrafo: Fernando Schapochnik



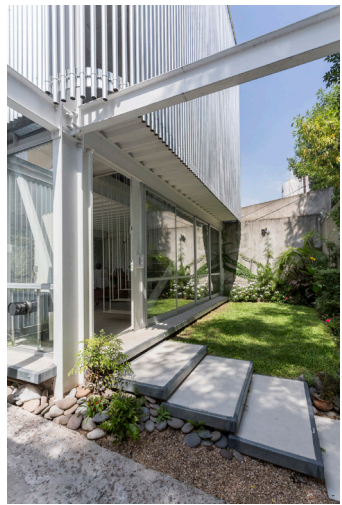




De la Arquitectura:

Es una vivienda unifamiliar, ubicada en uno de los barrios centrales de la ciudad de Buenos Aires.

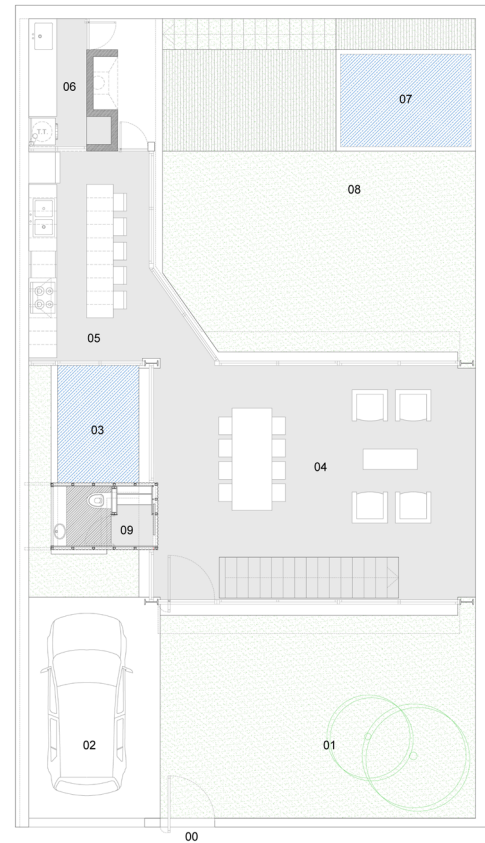
La propuesta consiste en un volumen separado de las medianeras para liberarlas de las construcciones contiguas y de esa manera poder trabajar con una envolvente que acondicione el interior mediante el uso de una piel perimetral por la que circula agua fría o caliente según las necesidades climáticas temporales.





En planta baja se vincula de manera estrecha con los patios que se generan alrededor de la vivienda, ya que todas sus envolventes son vidriadas de piso a techo, logrando expansión visual y espacial de los límites. Los espacios exteriores tienen una rol importante para el acondicionamiento térmico de la vivienda, aportándole humedad por la presencia de espejos de agua o “estanques” en planta baja y en la cubierta, que generan un sistema, y por las medianeras cubiertas de vegetación.

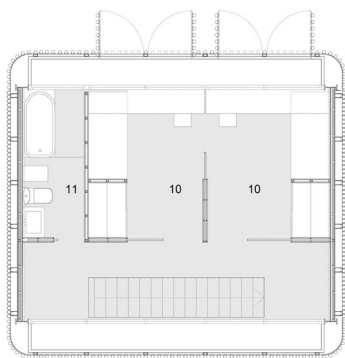
En la planta alta, para filtrar el ingreso de luz, cual parasol, y generar una barrera que brinde privacidad a los habitantes, se propone una malla de tubos metálicos por delante de la envolvente vidriada por donde además circula el agua acondicionada térmicamente, permitiendo la circulación de un aire mejorado.



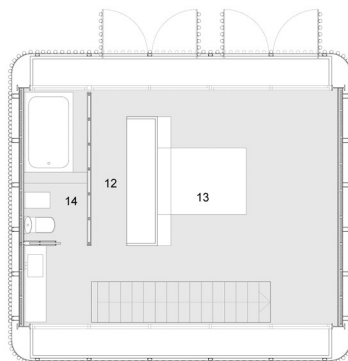
PLANTA BAJA



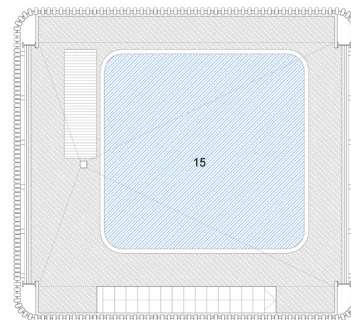
00_ACCESO 01 PATIO INGRESO 02_GARAGE 03_ESTANQUE
 04_ESTAR-COMEDOR 05_COCINA 06_LAVADERO 07_PISCINA 08_JARDIN
 PRINCIPAL 9_TOILETTE 10_DORMITORIOS CHICOS 11_BANO 12_VESTIDOR
 13_DORMITORIO PRINCIPAL 14_BANO PRINCIPAL 15_AZOTEA



PRIMER PISO



SEGUNDO PISO



AZOTEA



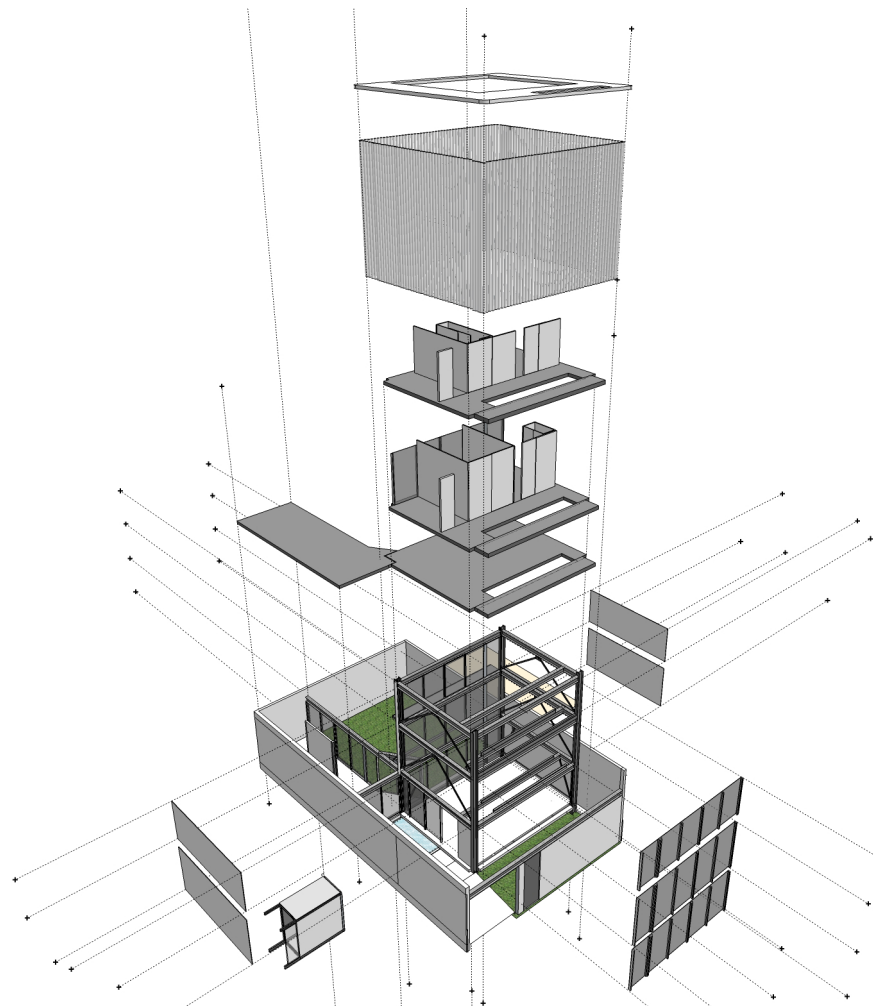
Con respecto a la distribución funcional, se diferencia lo público de lo privado por niveles. En planta baja se encuentra todo lo público: cocina, comedor, estar, sin divisores interiores, logrando un espacio flexible y en los pisos superiores se encuentran los dormitorios.

Se adopta como recurso tecnológico la construcción en seco con estructura portante en acero.



De la Estructura:

El diseño de la estructura tiene relación con la flexibilidad espacial que se quiere lograr ya que, se ubica perimetralmente una estructura independiente liberando todo el espacio habitable de elementos de soporte. Se proponen perfiles de acero con secciones pequeñas que no interfieran en el diseño de la envolvente mimetizándose con ella.



Despiece

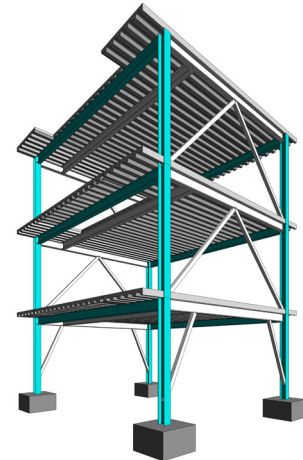
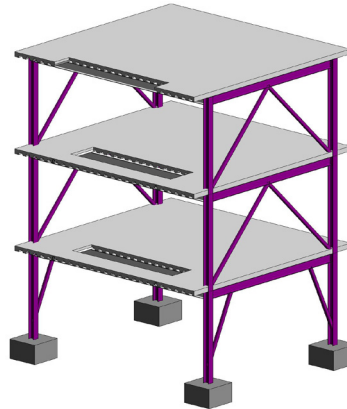
El esquema estructural consiste solo en 4 columnas ubicadas en las esquinas, las cuales reciben vigas perimetrales donde apoya la losa mixta. El volumen es de aproximadamente 7,20 m por 5,40 m en planta.

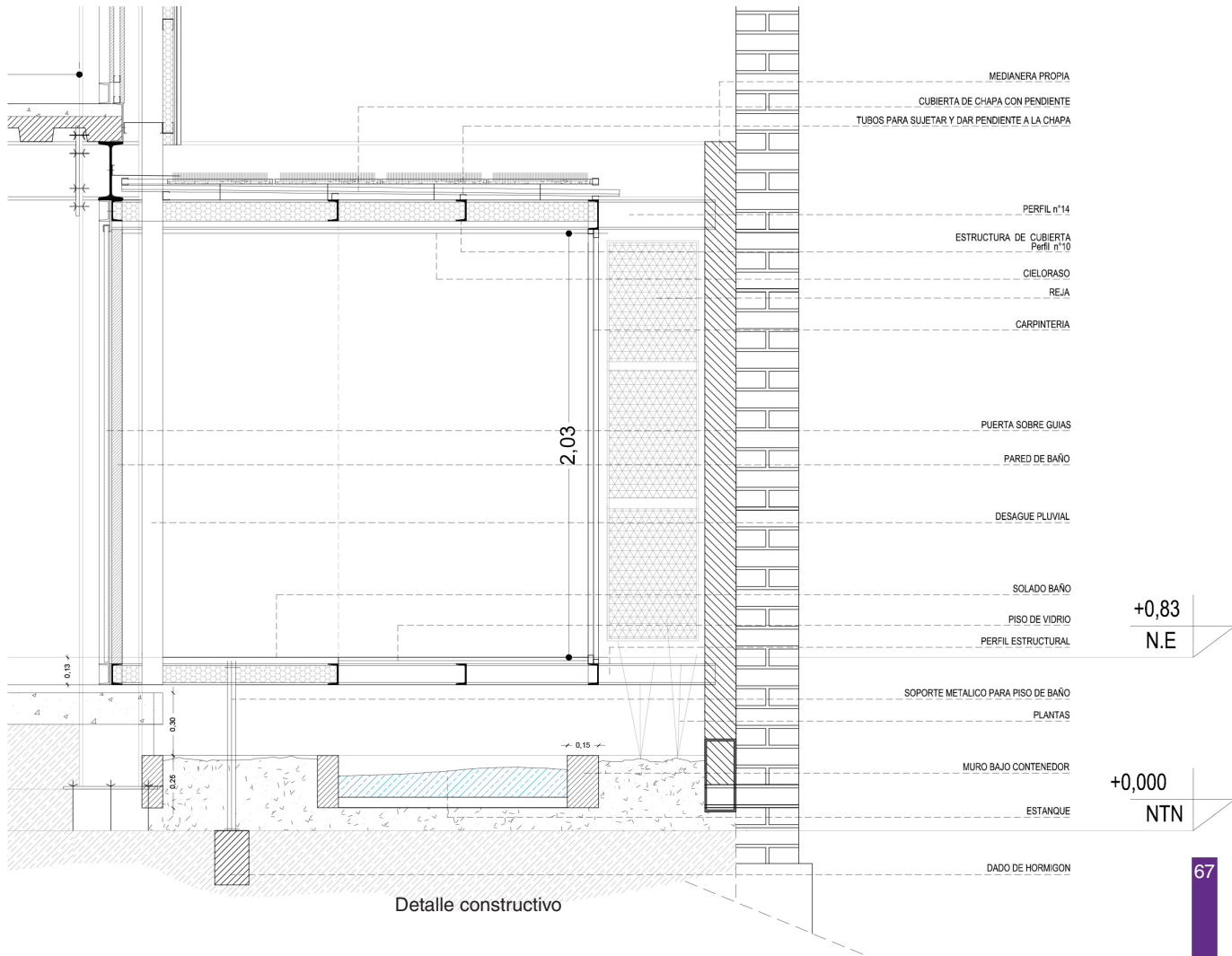
La organización del plano horizontal es simple ya que, la losa mixta cubre una luz de 4,30 m, apoyándose en dos vigas de acero, a la que se adosa la perforación del hueco de la escalera ubicado entre dos vigas paralelas.

Por su gran longitud, en el momento de la construcción, se requirió del apuntalamiento de la losa a la mitad durante el vertido del hormigón fresco.

Para garantizar la estabilidad espacial se propone un esquema simétrico. En un sentido se plantean pórticos con barras en diagonal en planta baja y planos triangulados en el piso superior y en el otro sentido pórticos con uniones rígidas a flexión en todos los niveles.

Tanto para las columnas como para las vigas se utilizaron secciones doble T o I y para las diagonales perfiles U.





Detalle constructivo

PREDIMENSIONADO

Se considera una única losa simplemente apoyada de 4,30 m de longitud. En primer lugar se procede a calcular la sobrecarga de diseño.

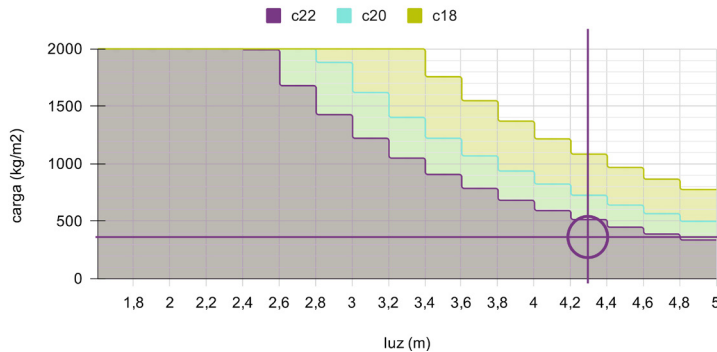
ANÁLISIS DE CARGA

Contrapiso, carpeta y piso
Sobrecarga de uso (Vivienda)
Total

180 kg/m²
200 kg/m²
380 kg/m²

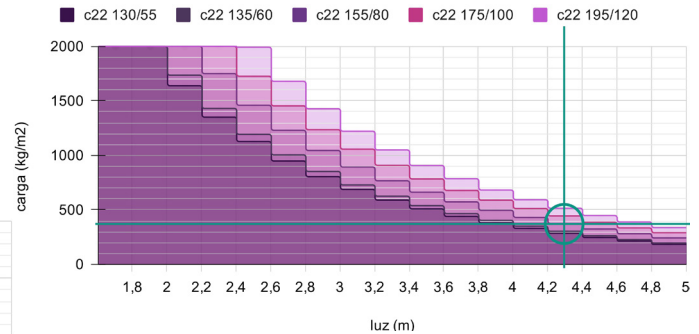
Luz de cálculo. 4,30 m

Gráfico II. Predimensionado de placa colaborante con conectores.



Del gráfico se determina que es posible utilizar chapa calibre 22. Como antecedente se cuenta con las imágenes del proceso constructivo de la obra, donde se observa la utilización de conectores de corte en coincidencia con las vigas. A continuación se determina la altura de losa necesaria.

Gráfico 4. Espesores de losa. Con conectores. Chapa C22



Obteniéndose que se necesita una altura de losa total de 175 mm con una altura de hormigón por encima de la cresta de la chapa de 100 mm.

Otra alternativa de diseño podría ser disminuir la altura de la losa, para reducir las cargas muertas en la construcción o

bien para disminuir los espesores de los entrepisos, utilizando un apuntalamiento provisorio. En ese caso se podría utilizar chapa calibre 20 y reducir la altura total de la losa a 130 mm. Hay que tener en cuenta que esta alternativa si bien reduce los costos de materiales incrementa los costos de mano de obra. A continuación se determina la distancia a la que hay que colocar los puntales temporales para resistir el peso del hormigón fresco. En este caso entramos a la tabla con los datos de espesor de chapa y espesor de losa adoptado y obtenemos la luz libre máxima entre puntales.

Por lo tanto, para reducir el espesor de losa, se deberán colocar puntales temporales a 1,90 m.

| Longitud máxima sin apuntalamiento (m) | | | | | | |
|--|--|----------------------------|------|------|------|------|
| Espesor de placa | Tramos de apoyo | Hormigón sobre cresta (mm) | | | | |
| | | Espesor Total de losa (mm) | | | | |
| | | 50 | 55 | 80 | 100 | 120 |
| | | 125 | 130 | 155 | 175 | 195 |
| cal. 22 (0,7mm) | Simple  | 2,32 | 2,27 | 2,06 | 1,94 | 1,83 |
| | Doble  | 2,9 | 2,84 | 2,55 | 2,27 | 2,05 |
| | Triple  | 2,99 | 2,93 | 2,67 | 2,51 | 2,33 |
| cal. 20 (0,9mm) | Simple  | 2,84 | 2,78 | 2,52 | 2,36 | 2,23 |
| | Doble  | 3,46 | 3,40 | 3,11 | 2,92 | 2,77 |
| | Triple  | 3,58 | 3,51 | 3,21 | 3,02 | 2,86 |
| cal. 18 (1,25mm) | Simple  | 3,52 | 3,44 | 3,11 | 2,91 | 2,74 |
| | Doble  | 4,18 | 4,10 | 3,76 | 3,54 | 3,35 |
| | Triple  | 4,20 | 4,16 | 3,88 | 3,66 | 3,47 |

Fuente: ALCOR

DIMU

Especialización en
Diseño de Muebles



UNC



FAUD



GRAD



CESEAD

Especialización en Enseñanza Universitaria
de la Arquitectura y el Diseño



UNC



FAUD



GRAD

MÓDULOS - CURSOS

<http://faud.unc.edu.ar/cursos-de-posgrado-2/>



EPDP

**Especialización en Planificación y
Diseño del Paisaje**



UNC



FAUD



GRAD

ETA

**Especialización en Tecnología
Arquitectónica**



UNC



FAUD



GRAD

EDIEST

**Especialización en Diseño Estructural
de Obras de Arquitectura**



UNC



FAUD



GRAD

The image shows the interior of a community center, looking out through large glass windows. The view outside is a lush green landscape with several trees, including a prominent palm tree on the left and a large, mature tree in the center. The ground is covered in grass and gravel. The interior has a concrete floor and a white ceiling with recessed lighting.

S.U.M en centro comunitario

Arquitectos: Javier Esteban y Romina Tannenbaum

Año: 2016

Lugar: Banfield, Argentina

Fotógrafo: Javier Agustín Rojas





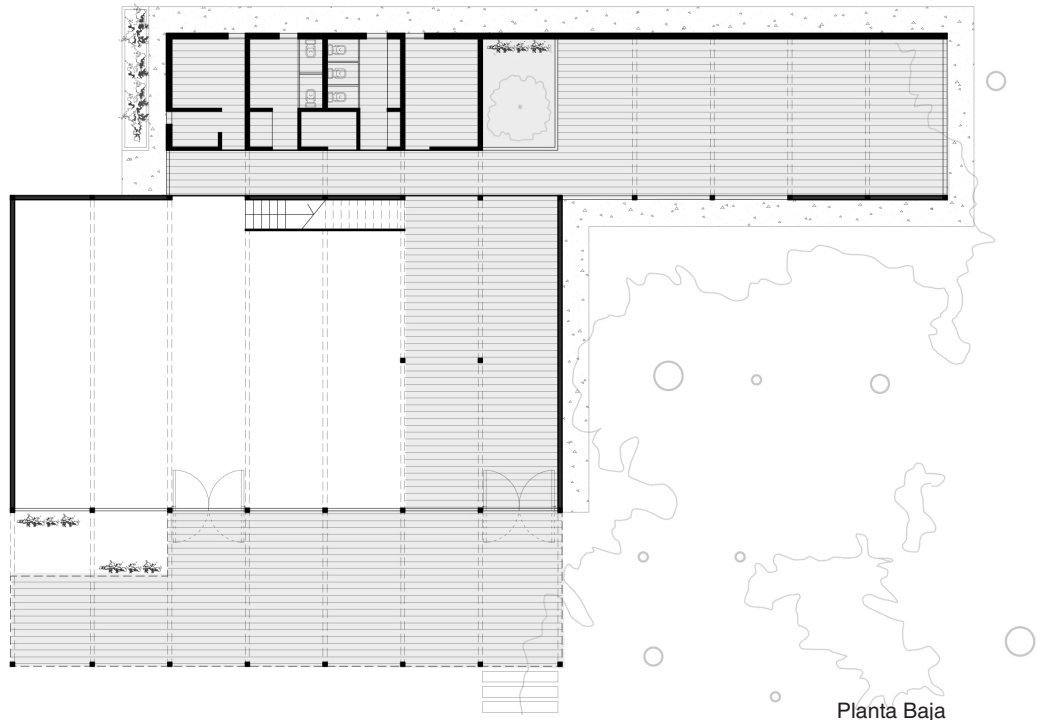
De la Arquitectura:

Es un edificio para usos recreativos en el club de un Centro Comunitario, localizado en la periferia de la ciudad de Buenos Aires.

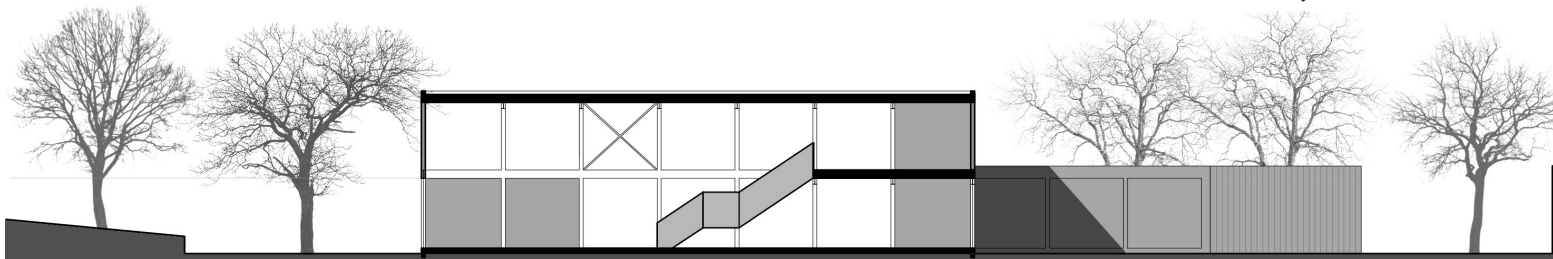
La propuesta se compone de 3 volúmenes de diferentes alturas: el salón principal de doble nivel y la galería junto con las dependencias de servicios de un solo nivel.

El edificio está destinado a albergar diferentes actividades como eventos, clases de baile, gimnasia artística, acrobacias en tela y trapecio, torneos de ping-pong, etc.

El recurso de combinar materiales opacos y transparentes en las envolventes permite dar continuidad a los diferentes espacios interiores y una gran fluidez de movimiento.



Planta Baja



Corte



Se inicia el recorrido por una galería que se propone como un vínculo luminoso para el ingreso al salón central. Este salón que constituye el corazón del proyecto, es un espacio de grandes dimensiones y doble altura, luminoso y ventilado, generando una sensación de frescura y liviandad. Este efecto se logra además, con gran acierto, por la pintura blanca con que se revisten estructura, envolventes, cielorrasos y carpinterías. Continuando el recorrido, finalmente se ubica el volumen con las dependencias destinadas para los servicios.





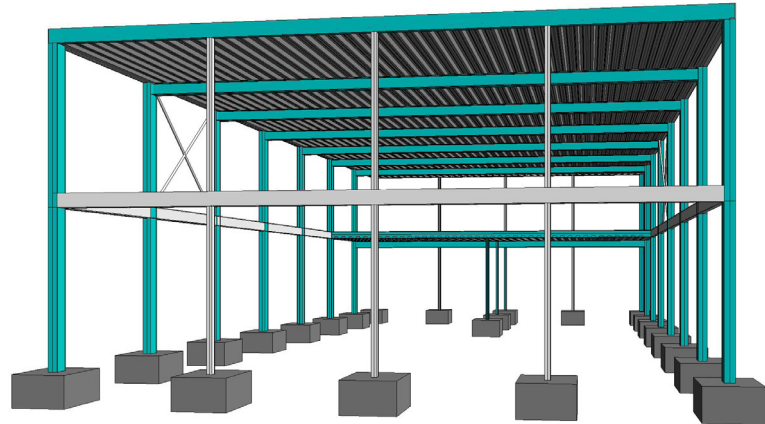
De la Estructura:

La estructura de carácter sintético, es de perfilaría de acero, con un módulo de 12 m por 3 m para el salón principal y de 6 m por 3 m para los restantes sectores, logrando optimizar los materiales, reduciendo desperdicios y garantizando una máxima economía.

Los pórticos del salón principal cubren una luz de 12 m requiriendo para ello una altura de viga de aproximadamente 40 cm a nivel de cubierta. El salón posee un entrepiso hacia uno de sus lados para el cual, manteniendo la separación de pórticos, se coloca una línea de columnas centrales que reduce la longitud de las vigas, ya que se estima una mayor sobrecarga de uso.

Las columnas son dos perfiles U soldados entre sí, las vigas principales son perfiles doble T o I y las vigas perimetrales de fachada son perfiles U.

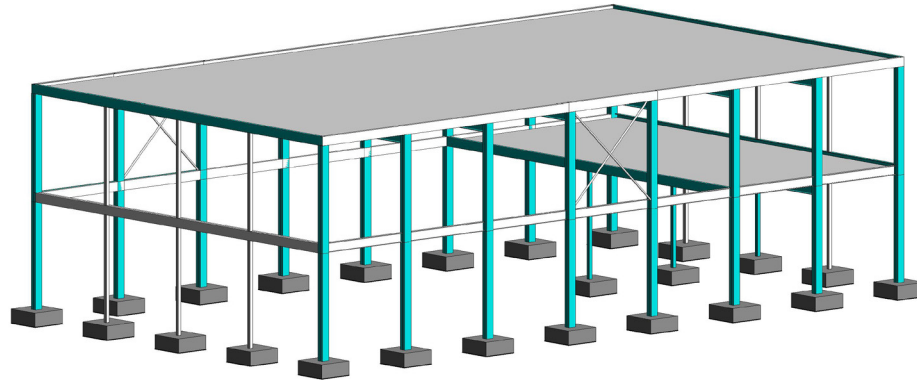
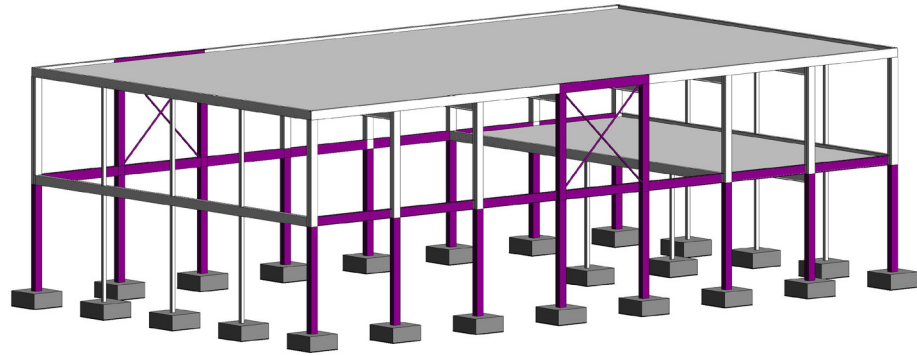
La losa mixta de los entrepisos y techos cubren una luz de 3 m apoyando directamente en las vigas de los pórticos principales, tanto en el edificio central como en los



edificios anexos.

Los pórticos permiten estabilizar el edificio que alberga el salón principal en una dirección y, una combinación de pórticos en planta baja y cruces de San Andrés en planta alta, en la otra dirección.

En el resto de los volúmenes de menor escala se proponen uniones rígidas a flexión entre vigas y columnas para las dos direcciones.





PREDIMENSIONADO

La estructura del SUM está compuesta de 7 módulos, por lo que inferimos que constructivamente se configuraron losas continuas de dos y tres tramos. En este caso realizaremos el predimensionado de la losa en la situación más desfavorable. Además, debido a la altura de la cubierta, supondremos que no se

emplearon puntales temporales. Como en los casos anteriores, primero se debe verificar qué espesor de chapa resiste el peso del hormigón fresco, con una separación entre vigas de 3,00 m y con longitudes de chapas que cubran tramos dobles.

| | | Longitud máxima sin apuntalamiento (m) | | | | |
|------------------|-----------------|--|------|------|------|------|
| Espesor de placa | Tramos de apoyo | Hormigón sobre cresta (mm) | | | | |
| | | Espesor Total de losa (mm) | | | | |
| | | 50 | 55 | 80 | 100 | 120 |
| | | 125 | 130 | 155 | 175 | 195 |
| cal. 22 (0,7mm) | Simple | 2,32 | 2,27 | 2,06 | 1,94 | 1,83 |
| | Doble | 2,9 | 2,34 | 2,55 | 2,27 | 2,05 |
| | Triple | 2,99 | 2,93 | 2,67 | 2,51 | 2,33 |
| cal. 20 (0,9mm) | Simple | 2,84 | 2,78 | 2,52 | 2,36 | 2,23 |
| | Doble | 3,46 | 3,40 | 3,11 | 2,92 | 2,77 |
| | Triple | 3,58 | 3,51 | 3,21 | 3,02 | 2,86 |
| cal. 18 (1,25mm) | Simple | 3,52 | 3,44 | 3,11 | 2,91 | 2,74 |
| | Doble | 4,18 | 4,10 | 3,76 | 3,54 | 3,35 |
| | Triple | 4,20 | 4,16 | 3,88 | 3,66 | 3,47 |

Tabla N°1. ALCOR

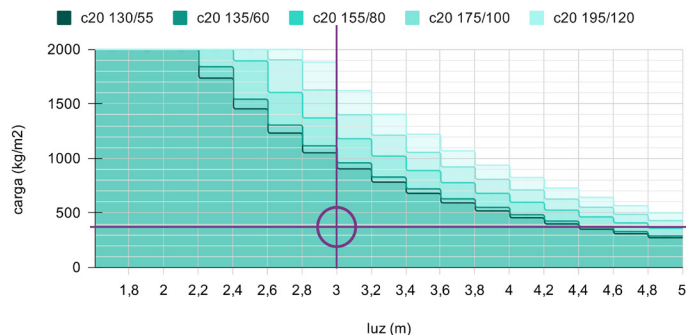
De las tablas se verifica que para losas continuas en dos tramos de 3,00 m es necesario utilizar chapa calibre 20. Manteniendo las condiciones de vínculo, esta chapa podrá utilizarse siempre y cuando el espesor de losa final varíe entre 125 mm y 155 mm. En caso de requerirse mayor espesor de losa, al incrementarse el espesor y por lo tanto el peso del hormigón, se deberá aumentar el espesor de chapa. De las imágenes del montaje de obra se observa la utilización de conectores de corte en coincidencia con las vigas a pesar de no ubicarse la obra en zona sísmica. A continuación se verifica si la losa compuesta resiste la sobrecarga admisible que depende del proyecto arquitectónico.

ANÁLISIS DE CARGA

| | |
|---|-----------------------------|
| Relleno para cubierta (liviano) y carpeta | 290 kg/m ² |
| Sobrecarga de uso (Azotea innacc.) | 100 kg/m ² |
| Total | 390 kg/m² |

Luz de cálculo. 3,00 m

Gráfico 5. Espesores de losa. Con conectores. Chapa C20



Se determina que una losa de 130 mm de espesor es suficiente para verificar resistencia y deformación para las cargas de servicio.

Por lo tanto, se adopta una chapa calibre 20 y un espesor de losa de 130 mm.

Al tener la losa tramos consecutivos se comporta como un elemento estructural continuo, recomendándose disponer de armadura superior en los apoyos para absorber los momentos negativos no previstos y evitar fisuras en el hormigón.



“ La innovación en la concepción arquitectónica es hoy, tanto en lo formal como en la utilización de nuevos materiales, el paradigma de la actualidad.

La consolidación de la utilización de programas computacionales para la representación arquitectónica en 2D o 3D como también para problemas estructurales o diseño de equipamiento, permiten la materialización de nuestra creatividad.

Justamente, este avance como la disponibilidad de acceso a la información hace que, hoy más que nunca, el diseñador arquitectónico junto con una gran libertad tiene la necesidad de conocer y utilizar estas herramientas para poder concebir una arquitectura no limitante por lo estructural.

Simultáneamente, se tiene que estar dispuesto a la indagación permanente, a la actitud crítica y abierto al cambio, asumir con responsabilidad una actitud participativa en lo social y con compromiso ético profesional. ”

Profesora Arquitecta Sara Gonorazky Steren

estructuras