

# viguetas

estructuras

# viguetas pretensadas

# pretensa



**viguetas pretensadas**

# estructuras

## En este número:

### Editorial

Isolda Simonetti  
Gabriela Culasso

### Autores

Silvina Prados  
Daniela Gilabert  
Yohana Cicaré

### Colaboradores

Adolfo Mondejar  
Carlos Ciravegna  
H arquitectes

### Fotografía

*Casa Patiño- 5 Casas- Duplex*  
*La Calera:* Gonzalo Viramonte  
*Casa 1101:* Adrià Goula  
*Fotos de obra:* Veronica  
Castrillón  
*Fotos de obra 5 casas:* Carlos  
Ciravegna  
*Fotos de obra Duplex La Calera:*  
Adolfo Monejar

Año 1 - N° 1 **Viguetas pretensadas** - Abril 2018  
ISSN N°

### Coordinación General

Silvina Prados

### Diseño Gráfico y Edición

Yohana Cicaré

### Comité de referato

**Docentes FAUD:** **Silvina Prados** (Prof. Titular Estructuras 2B), **María del Carmén Fernández Saiz** (Prof. Titular Estructuras 4), **Isolda Simonetti** (Prof. Titular Estructuras 1A), **Gabriela Culasso** ( Prof. Titular Estructuras 1B), **Gustavo Gonzalez** (Prof. Adjunto Estructuras 3), **Carolina Ponssa** (Prof. Adjunta Estructuras 2B), **Gabriela Asis** (Prof. Adjunta Estructuras 2A)

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

**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**.

# EDITORIAL

Las cátedras de ESTRUCTURAS de la FAUD-UNC inauguran con este trabajo una serie de publicaciones destinadas a los alumnos, los colegas y los técnicos, cuyo objetivo es acercar material de consulta tanto académica como profesional.

La divulgación de este material se realizará a través de fascículos en los que se tratarán temas de interés, enfocados en las estructuras portantes, su diseño, análisis y verificación, así como su relación con los objetos arquitectónicos y su materialización.

## VIGUETAS PRETENSADAS

En esta primera entrega, se expone la exploración de un grupo de docentes de la FAUD-UNC sobre losas construidas con viguetas pretensadas, sistema de amplia difusión en las prácticas constructivas actuales pero que cuenta con escasas investigaciones o publicaciones que avalen los datos brindados por los fabricantes. Por esta

razón, en la mayoría de los casos la descripción, verificación y recomendaciones constructivas, queda a cargo del productor. Nuestro aporte propone revertir esa situación y ofrecer contenidos de calidad en temas de interés académico y profesional.

Esta entrega reúne de manera ordenada, características, cálculos, usos y recomendaciones de esta tipología constructiva en general y en particular. Finalmente, se analizan obras de arquitectura de reconocido valor, en las cuales se utiliza este sistema.

Agradecemos al equipo de profesionales que desarrollaron la investigación y se invita a la comunidad a utilizarlo como material de consulta.

Arq. Isolda Simonetti. Profesora Titular ESTRUCTURAS IA  
Ing. Ma. Gabriela Culasso. Profesora Titular ESTRUCTURAS IB

5

Editorial

6

Introducción

8

Componentes  
de las viguetas

16

Recomendaciones

19

Tablas para el  
predimensionado

23

Análisis de  
obras

25

5 casas  
Alejandro Ciravegna



37

Casa 1101  
H Arquitectes



49

Dúplex La Calera  
Adolfo Mondejar



# LAS VIGUETAS PRETENSADAS

La utilización de las viguetas pretensadas en la construcción de obras de arquitectura es sin dudas uno de los recursos más difundidos en el mundo y sobre todo en nuestro país. Esto quizás resulte de la posibilidad de agilizar los tiempos destinados a la construcción al introducir estas piezas producidas industrialmente a las técnicas tradicionales constructivas. Estos elementos pertenecen a un sistema abierto



Casa Patiño - Arq. Adolfo Mondejar

de prefabricación de losas alivianadas, donde los diferentes componentes

son producidos en distintas fábricas respetando formatos y medidas estándar que,

combinados, se comportan de manera eficiente. Son incuestionables las ventajas del sistema que, adaptado a la construcción tradicional y aprehendido por la mano de obra local, permite el ahorro en el material, en el encofrado y disminuye tiempos de ejecución y desencofrado. Otra ventaja de este tipo de losas es su peso, son notablemente más livianas con respecto a las losas macizas, lográndose reducir el mismo hasta en un 40%. Como desventajas se mencionan las limitaciones para la ejecución de voladizos y losas de grandes dimensiones condicionados por la disponibilidad en el mercado de los elementos que componen el sistema.

Casa Patiño  
Arq. Adolfo Mondejar

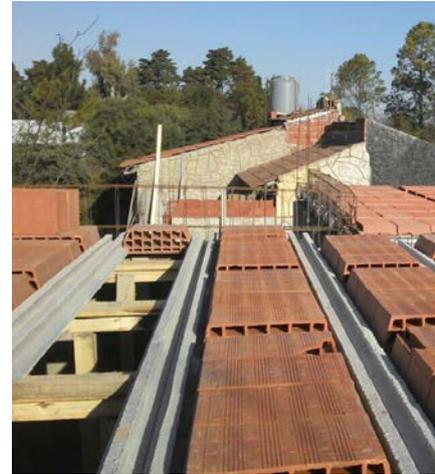
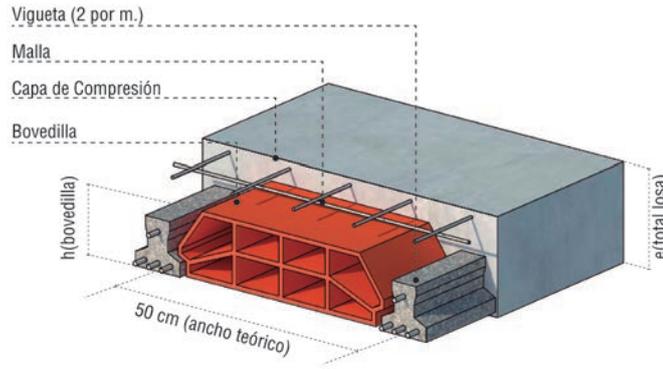


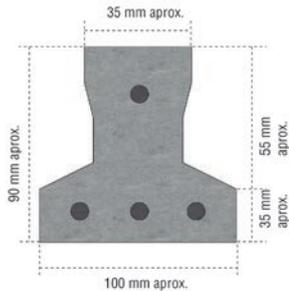
# Componentes de la losa con viguetas

A la hora de proyectar obras utilizando este sistema de losas, la primera consideración a tener en cuenta es la disponibilidad en el mercado de todos los componentes del mismo. Los fabricantes varían según el lugar y la producción no es continua en todo el año, por ejemplo, en invierno la fabricación de bovedillas cerámicas disminuye por problemas relacionados con la disponibilidad de combustible.

Las losas alivianadas están compuestas por

- Viguetas prefabricadas y pretensadas (nervios).
- Bloques o material inerte.
- Capa de compresión.
- Nervios de repartición.





Son elementos semi-resistentes que constituyen la armadura de la losa, por ello, solo pueden resistir sollicitaciones de manera solidaria con el hormigón de la capa de compresión. No son aptas para recibir cargas como un perfil metálico o una viga ya que no son un dispositivo estructural en sí mismo. Las viguetas tienen una sección constante de hormigón de gran resistencia (30 MPa) y su forma es la de una “T” invertida. La armadura principal se aloja en la parte

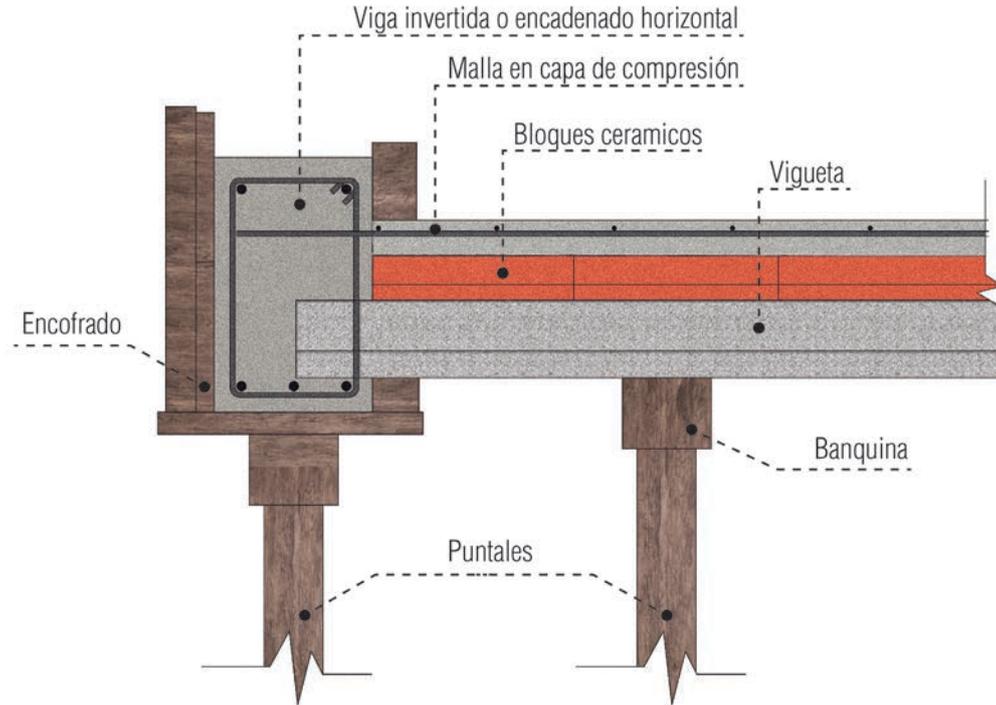
inferior y varía en función de la resistencia del acero utilizado y de la longitud de la vigueta, respetando lo especificado en las normas IRAM correspondientes. Por lo tanto, si se desconocen datos del fabricante, se puede verificar la capacidad resistente de la misma en función de la armadura y los materiales utilizados en su fabricación. En nuestro medio las tensiones de fluencia del acero utilizado son superiores a los 15000

kg/cm<sup>2</sup> y las longitudes de viguetas llegan hasta los 7,20 m. Es siempre recomendable, al tratarse de un producto prefabricado, el empleo de piezas elaboradas por marcas reconocidas con respaldo técnico. Para definir el largo de las viguetas a utilizar se debe considerar la luz libre entre apoyos (muros o vigas) más la longitud requerida de apoyo, como mínimo 10 cm en muros portantes y 9 cm en vigas o tabiques de hormigón armado.

## Viguetas pretensadas de hormigón

Según el ancho disponible de apoyo, en algunos casos es conveniente desfasar la distribución entre losas contiguas a fin de garantizar la longitud mínima de apoyos.

Siempre se deberá garantizar el apoyo de la vigueta por encima de la armadura inferior de vigas constituyendo los casos de apoyos en vigas invertidas y encadenados horizontales los que demanden mayores cuidados.



Detalle con forma correcta de apoyar vigueta en vigas

## Bloques o bovedillas

Su función es solo de relleno. La altura del mismo define el espesor de la losa, es decir, su rigidez y resistencia. Se fabrican cerámicas, de poliestireno expandido o de hormigón. Las alturas varían entre los 9 y 20 cm dependiendo de los diferentes proveedores y materiales siendo las más usuales las de 9, 12,5 y 16,5 cm. El ancho de las bovedillas define la separación teórica de 50 cm entre ejes de viguetas. El bloque cerámico, humectado convenientemente, tiene una perfecta adherencia con el hormigón colado de la losa. Su textura superficial favorece y facilita la aplicación de revoque en el cielorraso. El bloque de poliestireno expandido –EPS– es el más liviano

y por lo tanto fácil de manipular. Cada ladrillo reemplaza a 4 bloques cerámicos, lo que genera una mayor rapidez en el montaje, menor desperdicio por roturas y disminuye la posibilidad de escurrimiento del hormigón entre juntas de bloques. Además, teniendo en cuenta las propiedades del material y su consistencia compacta reduce la transmisión de ruidos entre pisos.

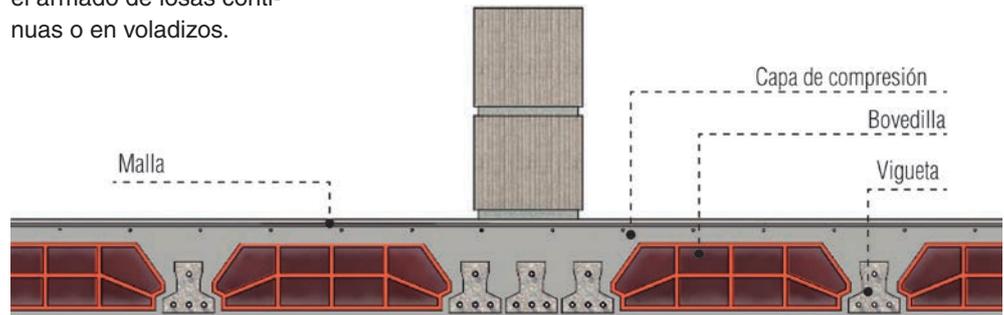
El bloque de hormigón, es el de mayor peso, pero el más económico de los tres.



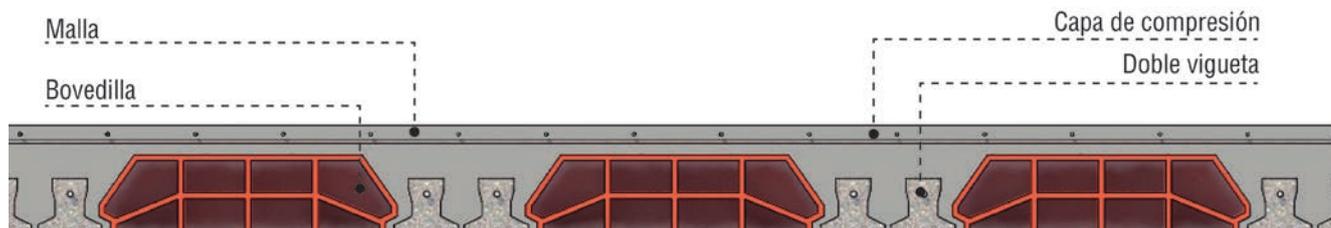
## Capa de compresión

Tiene la función de resistir la compresión en la losa. Su espesor es de 4 o 5 cm y termina de definir la altura de la misma. Si bien los fabricantes de viguetas especifican una resistencia mínima del hormigón de 13 MPa, el reglamento vigente (CIRSOC 201-2005) no permite una resistencia inferior a 20 MPa (H-20). Esta capa de hormigón es el único componente no prefabricado del sistema que fusiona todos los elementos en un diafragma rígido. Cuenta con una armadura mínima para controlar la fisuración por contracción y temperatura (0,18% de la sección bruta de hormigón).

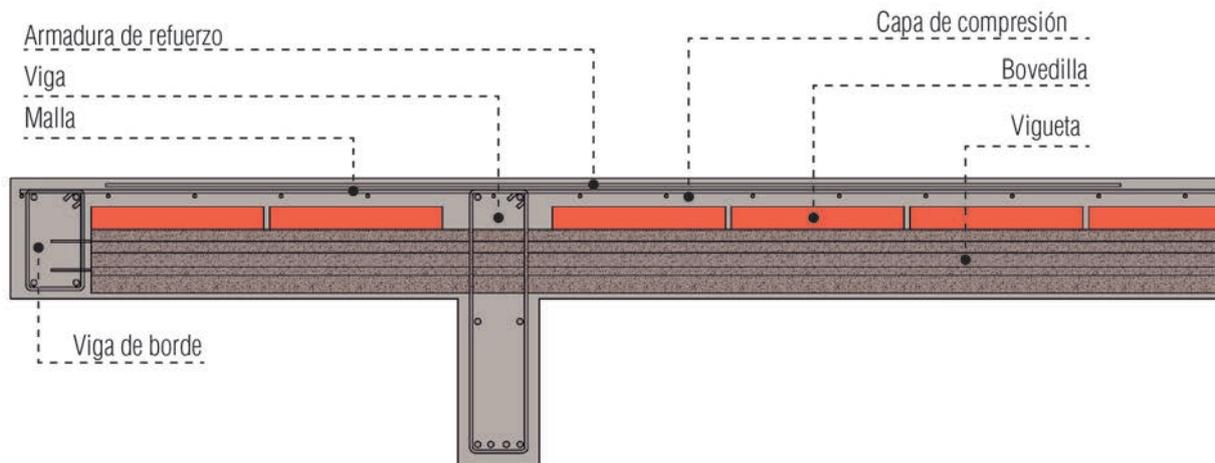
Una de las principales ventajas de diseñar con estas losas, es su versatilidad. Al igual que en una losa nervurada se puede aumentar su resistencia incorporando más viguetas por nervios o colocando refuerzos (barras de acero) en la capa de compresión lo que posibilita el armado de losas continuas o en voladizos.



Detalle con refuerzo en losa bajo muros



Detalle de losa reforzada con doble vigueta



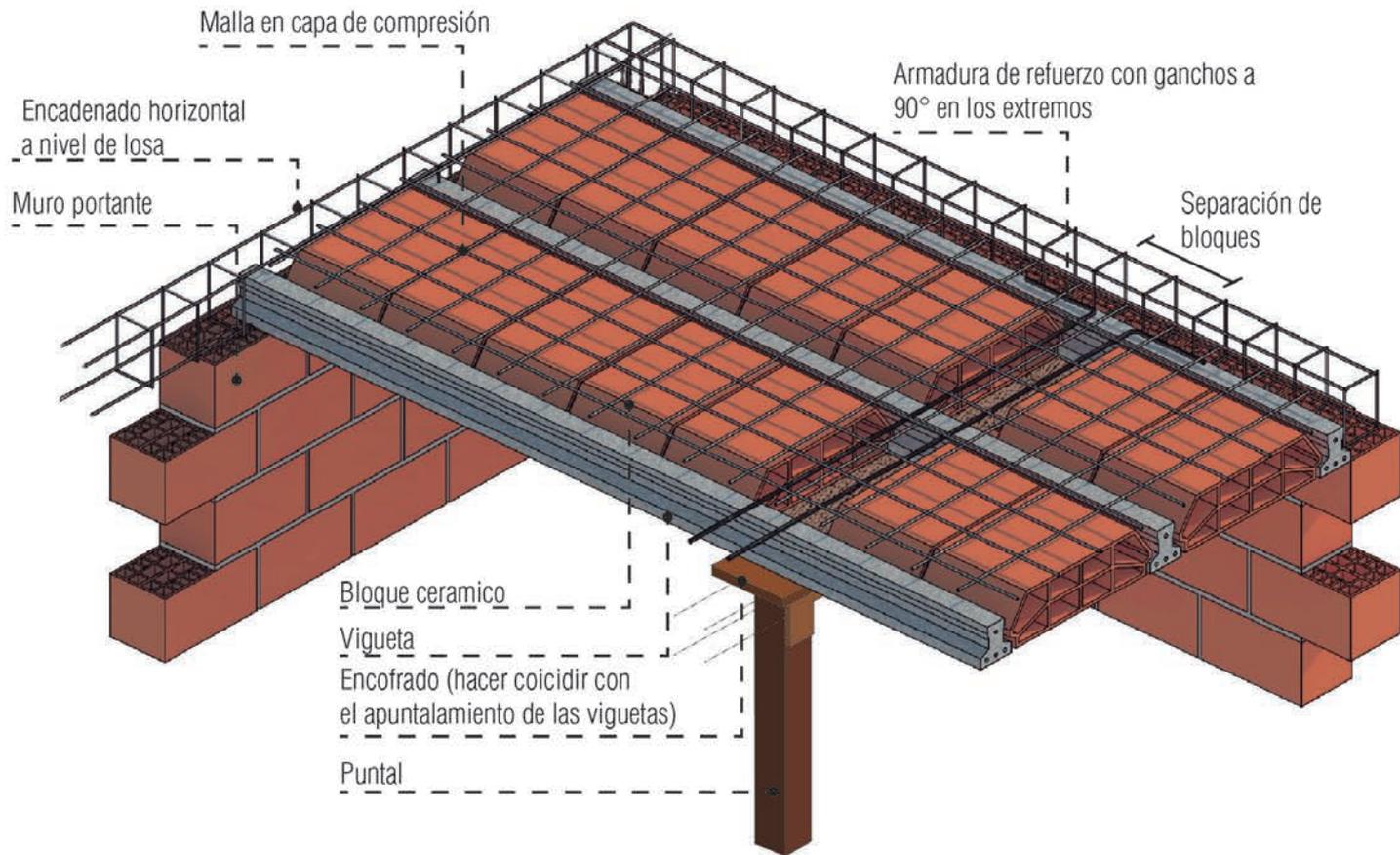
Detalle de refuerzos en losas con voladizos

## Nervios de repartición

Su función principal es la distribuir las acciones y por lo tanto las solicitaciones frente a acciones concentradas para no recargar a las viguetas individualmente. Estos elementos además, permiten un comportamiento monolítico del entrecapso confiriéndole rigidez torsional a las viguetas que lo componen.

Si bien no existe nada especificado en la reglamentación vigente para su distribución y dimensionado algunos proveedores sugieren colocar dos barras de diámetros 8 mm o 10 mm separadas según la siguiente tabla:

Luz de la losa	Cantidad y ubicación de refuerzos
De 2 a 3,60 mts.	1 nervio al centro de la luz
De 3,60 a 5,40 mts.	2 nervios igualmente espaciados
De 5,40 a 6,20 mts.	3 nervios igualmente espaciados
De 6,20 mts. en adelante	3 nervios igualmente espaciados



## RECOMENDACIONES A TENER EN CUENTA

Entre los cuidados que deben tenerse durante el manipuleo de las viguetas y el montaje y desmontaje de estos elementos se mencionan:

- Para manipularlas y teniendo en cuenta la ubicación de su armadura se deben tomar por ambos extremos con el ala de la T hacia abajo de tal forma que su peso propio demande flexiones en la zona con mayor armadura.
- El apuntalamiento debe cumplir con lo indicado por

cada proveedor. Para los tipos de viguetas más comunes en el mercado hoy en día deben disponerse banquetas cada 1,50 m apoyadas en puntales correctamente verticalizados y rigidizados también cada 1,50 m, como máximo. Es importante la colocación de la primera línea de banquina en proximidades a los apoyos. Las siguientes banquetas deberán colocarse de tal forma de garantizar una contraflecha en la losa durante el hormigonado que respete la indicada por el fabricante.

Mantener las alas hacia abajo

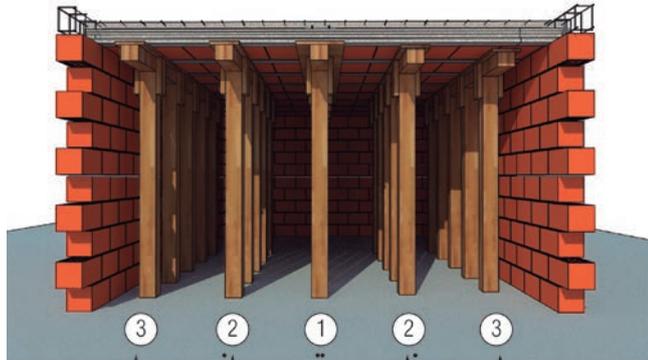
Sostener ambos extremos



Esta recomendación no resulta un hecho menor ya que sumada al control de las solicitaciones admisibles de las viguetas, garantizan la verificación de las deformaciones admisibles (flechas) para losas.

- El desapuntamiento debe ser progresivo siendo recomendable comenzar desde el centro del vano hacia los apoyos. En general se recomienda desapuntar entre los 15 y 20 días luego de hormigonada la losa.

zada por la resistencia al corte del hormigón del nervio. Si bien las viguetas se elaboran con hormigones de calidades superiores al H-30 el resto del nervio es llenado en obra con el hormigón utilizado para la capa de compresión. Es por eso que se debe verificar la resistencia al corte en la losa con el hormigón de menor resistencia presente en el nervio.



Esquema con secuencia correcta para el desapuntamiento

- Como los nervios en este tipo de losas no poseen estribos, la resistencia al corte de la misma debe ser garanti-

# DEUR

Doctorado en Estudios  
Urbano-Regionales



# DOCTA

Doctorado en  
Arquitectura



# MDAU

Maestría en Diseño Arquitectónico  
y Urbano



# Tablas para el predimensionado

Con el objetivo de poder predimensionar este tipo de losas durante la etapa de anteproyecto de viviendas se proponen una serie de tablas que permitan determinar la altura y configuración de las mismas a partir de su esbeltez geométrica.

A las tablas se ingresa con la longitud de la losa en la fila superior y pueden leerse en las columnas de la izquierda la altura de bovedilla, cantidad de viguetas por metro, espesor de la capa de compresión y espesor total de la losa que se necesitan para que la misma verifique resistencia indicándose en color cian las posibilidades de diseño admisibles y en blanco las inadmisibles. El espesor total de la losa resultará entonces de sumar la altura de la bovedilla con el espesor de la capa de compresión requeridos.

Para su elaboración se adoptaron como parámetros de cálculo:

- El peso propio (variable, dependiendo de la cantidad de viguetas que lleva la losa por metro y del tipo de bloque utilizado),
- La carga accesoria permanente (piso, cielloraso, etc.). Se adopta como máximo 200 kg/m<sup>2</sup>.
- La sobrecarga reglamentaria en función del uso. Se adopta 200 kg/m<sup>2</sup>.

Los fabricantes de viguetas denominan “sobrecarga admisible” a la suma de la sobrecarga reglamentaria y de la carga accesoria permanente.

El siguiente material didáctico fue elaborado en el marco del proyecto de investigación acreditado por SECyT: “Estrategias de diseño estructural con hormigón armado en proyectos de arquitectura argentina.”

		VIGUETAS - LONGITUD (m)		1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40	3.60	3.80	4.00	4.20	4.40	4.60	4.80	5.00	5.20	5.40	5.60	5.80	6.00	6.20	6.40	6.80	7.00	7.20	7.40					
BOVEDILLA CERAMICA	SIMPLE VIGUETA	BOVEDILLA DE 9 cm	4 cm	13 cm	177																																			
			5 cm	14 cm	199																																			
		BOVEDILLA DE 13 cm	4 cm	17 cm	209																																			
			5 cm	18 cm	231																																			
		BOVEDILLA DE 17 cm	4 cm	21 cm	245																																			
			5 cm	22 cm	267																																			
	DOBLE VIGUETA	BOVEDILLA DE 13 cm	4 cm	17 cm	243																																			
			5 cm	18 cm	265																																			
		BOVEDILLA DE 17 cm	4 cm	21 cm	287																																			
			5 cm	22 cm	309																																			



		VIGUETAS - LONGITUD (m)		1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40	3.60	3.80	4.00	4.20	4.40	4.60	4.80	5.00	5.20	5.40	5.60	6.00	6.20	6.40	6.80	7.00	7.20	7.40				
BOVEDILLA DE HORMIGÓN	SIMPLE VIGUETA	BOVEDILLA DE 9 cm	4 cm	13 cm	177																																	
			5 cm	14 cm	199																																	
		BOVEDILLA DE 13 cm	4 cm	17 cm	209																																	
			5 cm	18 cm	231																																	
		BOVEDILLA DE 17 cm	4 cm	21 cm	245																																	
			5 cm	22 cm	267																																	
	DOBLE VIGUETA	BOVEDILLA DE 13 cm	4 cm	17 cm	243																																	
			5 cm	18 cm	265																																	
		BOVEDILLA DE 17 cm	4 cm	21 cm	287																																	
			5 cm	22 cm	309																																	

# Analisis de Obras

5 Casas

Casa 1101

Dúplex La Calera

# MGADU

Maestría en Gestión Ambiental  
del Desarrollo Urbano



# MU

Maestría en  
Urbanismo



# MGDH

Maestría en Gestión y  
Desarrollo Habitacional





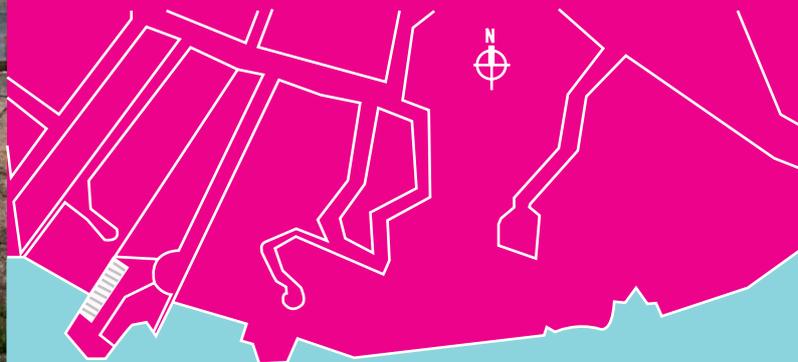
# 5 casas

arq. Ciravegna

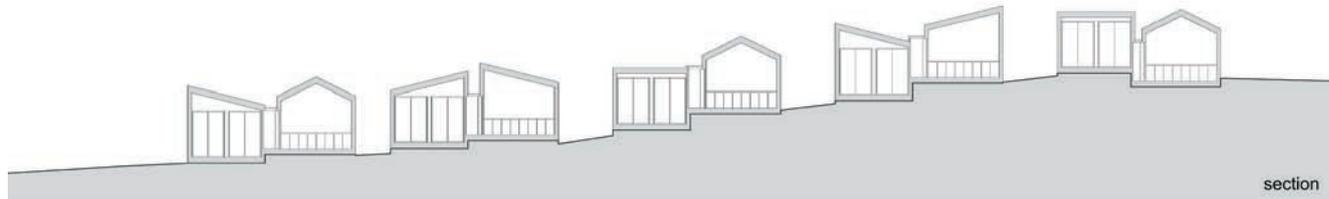
## MEMORIA DESCRIPTIVA

**De la Arquitectura:** El proyecto consiste en un conjunto de 5 casas donde la principal condicionante de diseño es sin dudas la topografía natural del sitio. Situado en el paisaje serrano de la ciudad de Villa Carlos Paz en Córdoba, próximo al lago San Roque, se buscaron aperturas que garanticen las mejores vistas hacia el paisaje circundante. En estos grandes aventanamientos se controló el ingreso de radiación solar para las distintas estaciones del año mediante persianas de metal perforado.

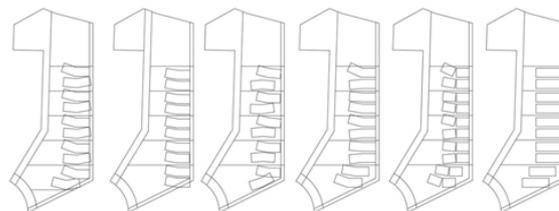
Las bases del proyecto son su simpleza y claridad formal y material. Cada vivienda se divide en dos bloques bien definidos, uno público o social y otro íntimo o privado a partir de un sistema modular.



arrollo los chorrillos / cola lago san roque



La arquitectura no busca competir con el paisaje sino fundirse en él generando quiebres en planta y en corte que se mimeticen con la topografía de las sierras. El proyecto garantiza un trabajo en conjunto de estas 5 viviendas como pequeñas villas o pueblos donde cada una posee una superficie de 100 metros cuadrados cubiertos. Los servicios se vuelcan a un patio común a todo el conjunto.

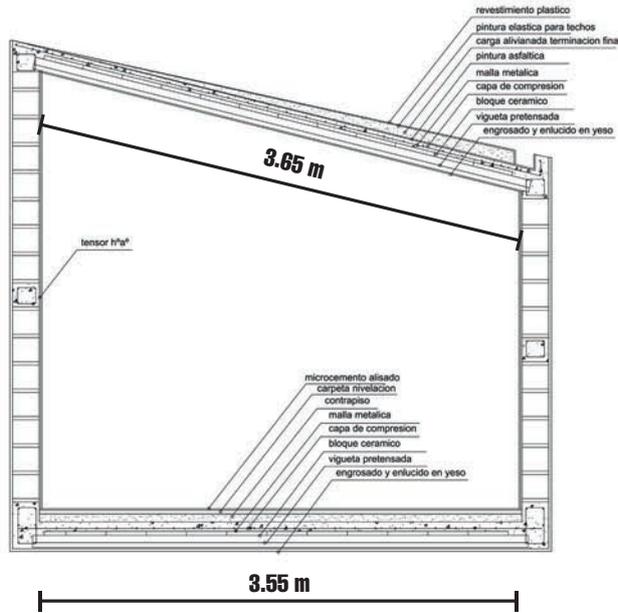








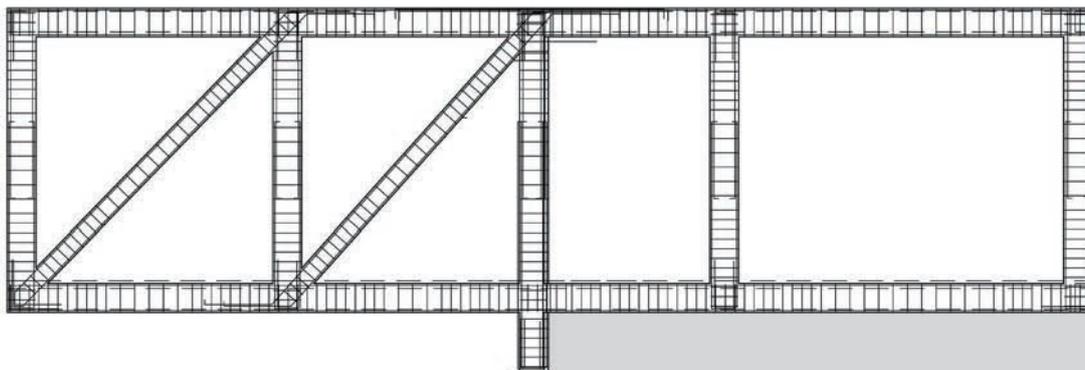
**De la Estructura:** Se buscó el uso de materiales y tecnologías locales posibilitadas por las luces de los espacios diseñados. Losas planas e inclinadas resueltas con viguetas pretensadas y planos resistentes verticales de mampostería de bloques cerámicos huecos portantes encadenada organizan el mecanismo estructural resistente.



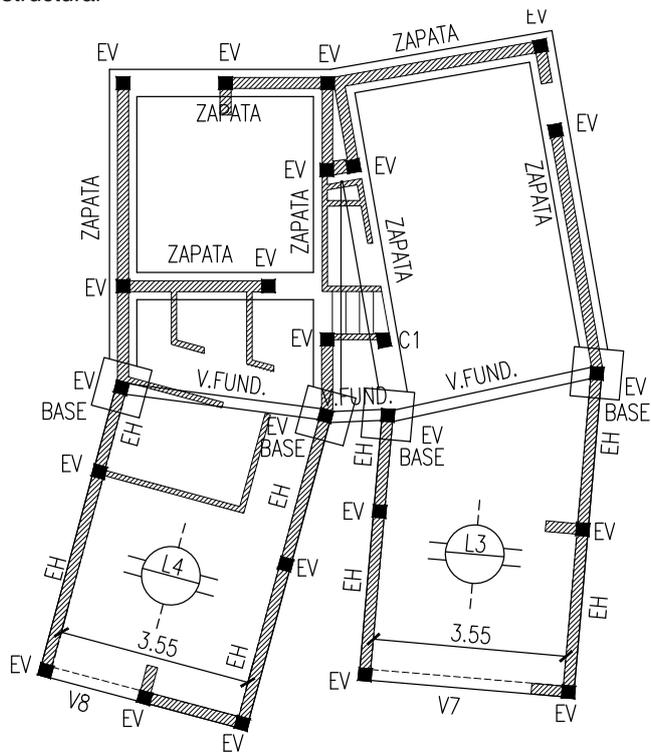
El proyecto presenta la particularidad de ir una parte apoyada en el terreno y una parte volada sobre lo escarpado de la topografía. En estos sectores se dispusieron los encadenados de los muros verticales configurando una viga reticulada en voladizo.



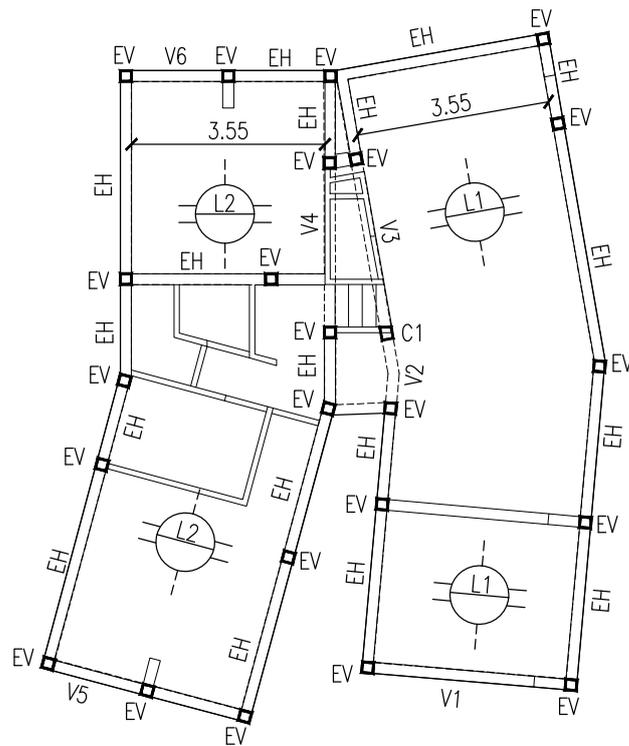
Para este esquema estructural el proceso constructivo juega un rol importante ya que requiere materializar por completo todo el plano vertical para poder retirar los encofrados de las losas de piso y techo. Al trabajar con tensores inclinados se los debió hormigonar primero junto con los encadenados verticales y horizontales para luego rellenar con mampostería los vacíos en forma de triángulos.



Del análisis de la obra se deduce el siguiente esquema estructural



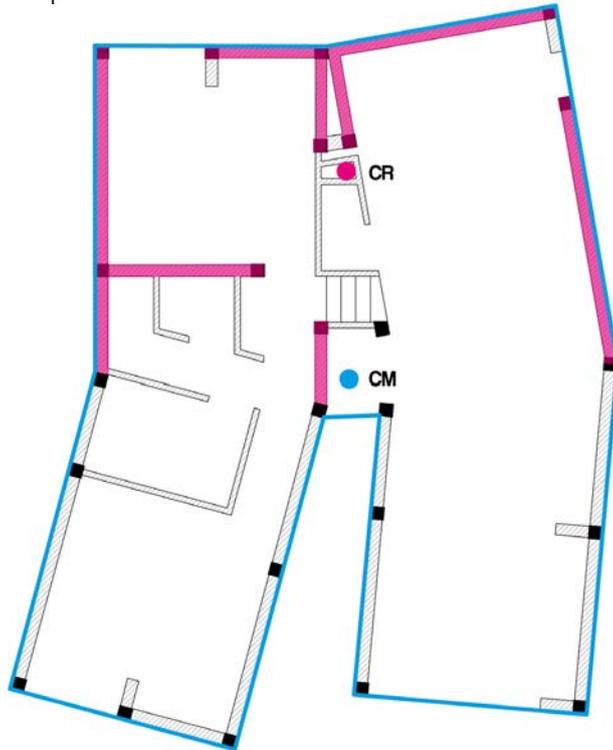
**ESQUEMA ESTRUCTURAL DE LOSA DE PISO S/ESCALA**



**ESQUEMA ESTRUCTURAL DE LOSA DE TECHO S/ESCALA**

Se analiza la estabilidad del conjunto:

Se indican en magenta los planos resistentes verticales principales los cuales no podrán canalizarse para alojar instalaciones sanitarias y en cian el borde de la losa. A partir de esta lectura es posible determinar que existe excentricidad entre centro de masa y centro de rigidez en una dirección generando torsiones en el conjunto frente a las acciones horizontales las cuales se resisten con un mecanismo estable ya que los planos verticales se disponen no todos paralelos ni todos concurrentes a un punto.





Se verifica este predimensionado utilizando las tablas comerciales de las viguetas SHAP T50.

Para la losa de piso se utilizan viguetas de la serie 1 y para la losa de techo viguetas de la serie 2. Las planillas comerciales disponibles recomiendan una capa de compresión de 5cm y bovedillas de 16,5 cm por lo tanto el espesor final de la losa resulta de 21,5 cm.

Se realiza un análisis de carga de las losas:

### Análisis de carga losa de piso:

Peso propio según tablas del proveedor: 195 kg/m<sup>2</sup>  
 Contrapiso, carpeta y piso: 180 kg/m<sup>2</sup>  
 Cielorraso: 50 kg/m<sup>2</sup>  
 Sobrecarga de uso (Vivienda): 200 kg/m<sup>2</sup>  
**Total 625 kg/m<sup>2</sup>**

### Análisis de carga losa de techo:

Peso propio según tablas del proveedor: 195 kg/m<sup>2</sup>  
 Cubierta: 200 kg/m<sup>2</sup>  
 Cielorraso: 50 kg/m<sup>2</sup>  
 Sobrecarga de uso (Vivienda): 100 kg/m<sup>2</sup>  
**Total 545 kg/m<sup>2</sup>**

Como las tablas de los proveedores vienen expresadas en tensiones admisibles se debe determinar la sollicitación de momento para condiciones de servicio:

### Losa de piso (L2):

$$M \text{ flector requerido en servicio} = \frac{625 \text{ kg/m}^2 \times (3.75 \text{ m})^2}{8} = 1099 \text{ kgm/m}$$

### Losa de techo (L4):

$$M \text{ flector requerido en servicio} = \frac{545 \text{ kg/m}^2 \times (3.85 \text{ m})^2}{8} = 1010 \text{ kgm/m}$$

Planilla 5		Tipificación de viguetas pretensadas		
Serie	Esquema de armadura	Distribución de armadura La sección equivalente en cada capa NORMA IRAM - IAS U500-07	Sección cm <sup>2</sup>	Longitudes estandar (m)
1		1 cordón de 2 x 2,25 2 cordones de 2 x 2,25	0,239	Hasta 3,80
2		1 cordón de 2 x 2,25 2 cordones de 3 x 2,25	0,318	3,90 a 4,20
3		1 cordón de 2 x 2,25 2 cordones de 2 x 2,25 1 cordón de 3 x 2,25	0,358	4,30 a 4,50
4		1 cordón de 2 x 2,25 2 cordones de 3 x 2,25 1 cordón de 2 x 2,25	0,398	4,80 a 4,90
5		1 cordón de 2 x 2,25 3 cordones de 3 x 2,25	0,437	a 5,10
6		1 cordón de 2 x 2,25 1 cordón de 2 x 2,25 3 cordones de 3 x 2,25	0,517	5,20 a 5,30
7		1 cordón de 3 x 2,25 4 cordones de 3 x 2,25	0,596	5,40 a 5,90
8		1 cordón de 3 x 2,25 5 cordones de 3 x 2,25	0,716	6,00 a 6,50
9		1 cordón de 3 x 2,25 1 cordón de 2 x 2,25 5 cordones de 3 x 2,25	0,795	6,60 a 7,20

Se compara este momento con el resistente admisible de las viguetas provisto por el fabricante:  
 Donde se determina que para el piso se requiere doble vigueta de la serie 1 y para el techo viguetas simples de la serie 2.

$M(L2)=1099 \text{ kg.m/m} > Madm=800 \text{ kg.m/m}$  → NO VERIFICA

Planilla 2 Momentos flectores admisibles de forjados de viguetas con bloques de poliestireno expandido (tipo Isoblock)

Conformación	Tipo de Forjado						Serie de las viguetas									
	Alturas			Cómputo de materiales por m <sup>2</sup>			Peso propio	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	h	e	d	Viguetas	Bloques	Hormigón										
	cm			m <sup>2</sup>	Unidades	m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kgm/m <sup>2</sup>								
a	10	5	15	2	2	0,062	160	510	694	785	877	966	1116	1281	1529	1664
b	10	5	15	3,17	1,59	0,068	195	797	1078	1215	1349	1481	1692	1924	2268	2439
a	12,5	5	17,5	2	2	0,068	175	621	842	952	1060	1169	1358	1560	1867	2039
b	12,5	5	17,5	3,17	1,59	0,078	215	972	1314	1482	1645	1807	2081	2375	2810	3047
a	16,5	5	21,5	2	2	0,078	195	800	1079	1218	1356	1493	1741	2006	2405	2638
b	16,5	5	21,5	3,17	1,59	0,094	250	1254	1689	1906	2119	2329	2700	3092	3677	4015
a	20	5	25	2	2	0,094	210	956	1287	1452	1615	1778	2077	2394	2871	3161
b	20	5	25	3,17	1,59	0,105	275	1501	2017	2273	2528	2781	3239	3721	4437	4857

**CONFORMACION a**

VIGUETA SIMPLE CONFORMACION TIPO (a)

**CONFORMACION b**

VIGUETA DOBLE CONFORMACION TIPO (b)

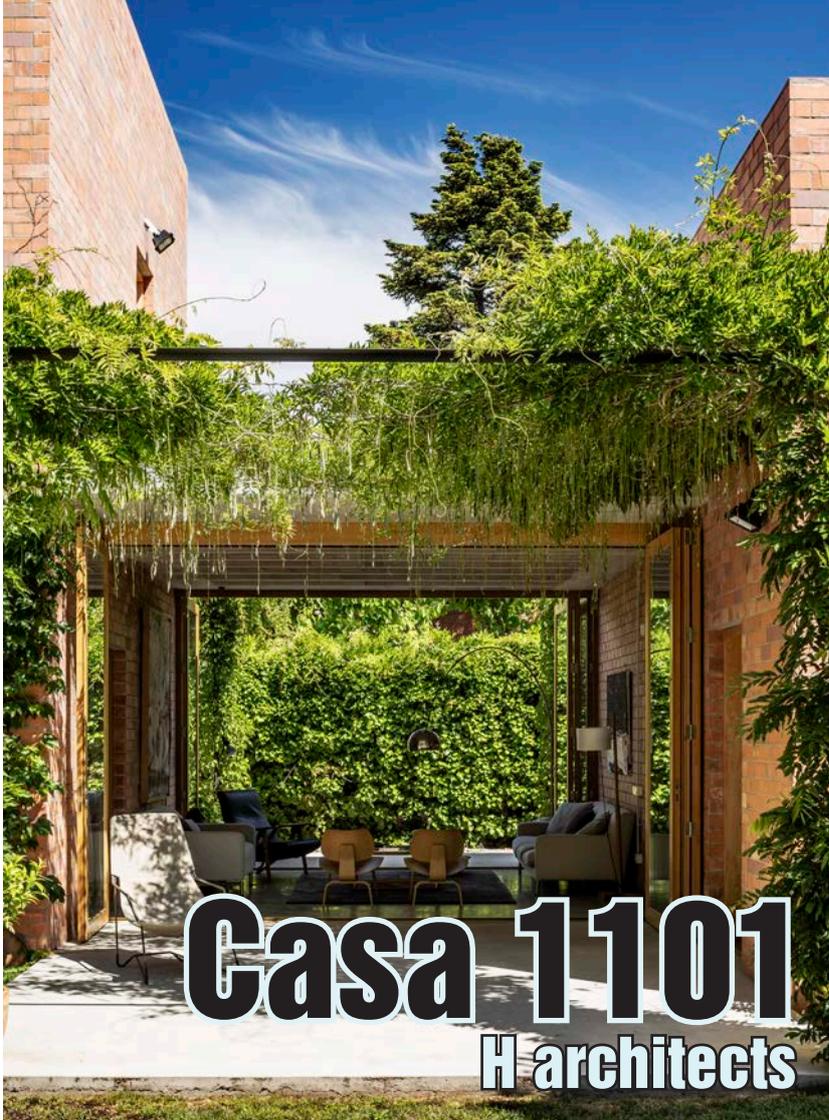
SHAP T50 (<http://www.shap.com.ar/index.htm>)

Se corrige entonces el análisis de cargas para las losas de piso:  
 $M$  flector requerido en servicio =  $680 \text{ kg/m}^2 \times (3,75 \text{ m})^2 = 1195 \text{ kgm/m}$

Peso propio: 250 kg/m<sup>2</sup>  
 Contrapiso, carpeta y piso: 180 kg/m<sup>2</sup>  
 Cielorraso: 50 kg/m<sup>2</sup>  
 Sobrecarga de uso (Vivienda): 200 kg/m<sup>2</sup>  
**Total 680 kg/m<sup>2</sup>**

Losa de piso (L2):  
 $M=1195 \text{ kgm/m} < Madm=1254 \text{ kgm/m}$  → VERIFICA

Losa de techo (L4):  
 $M=1010 \text{ kgm/m} < Madm=1079 \text{ kgm/m}$  → VERIFICA



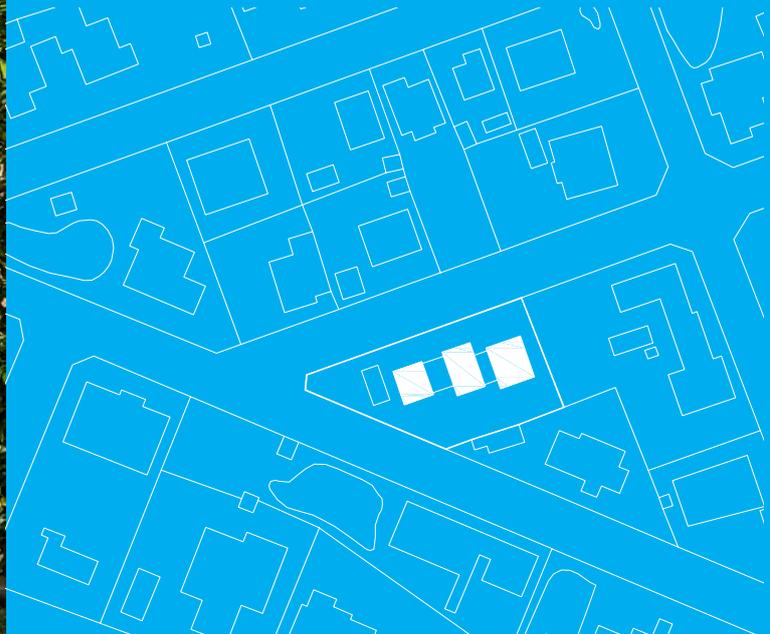
# Casa 1101

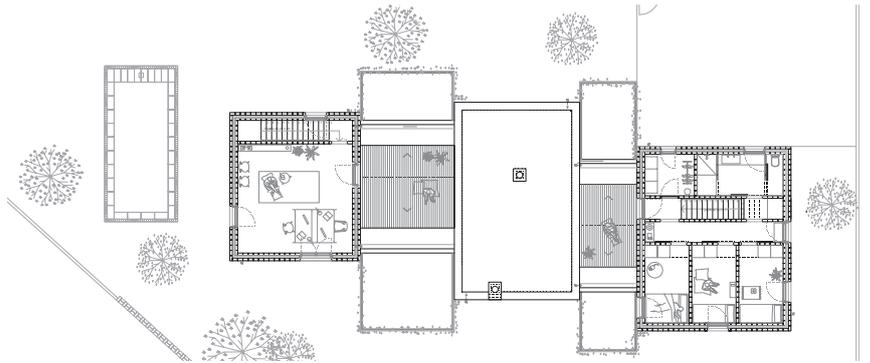
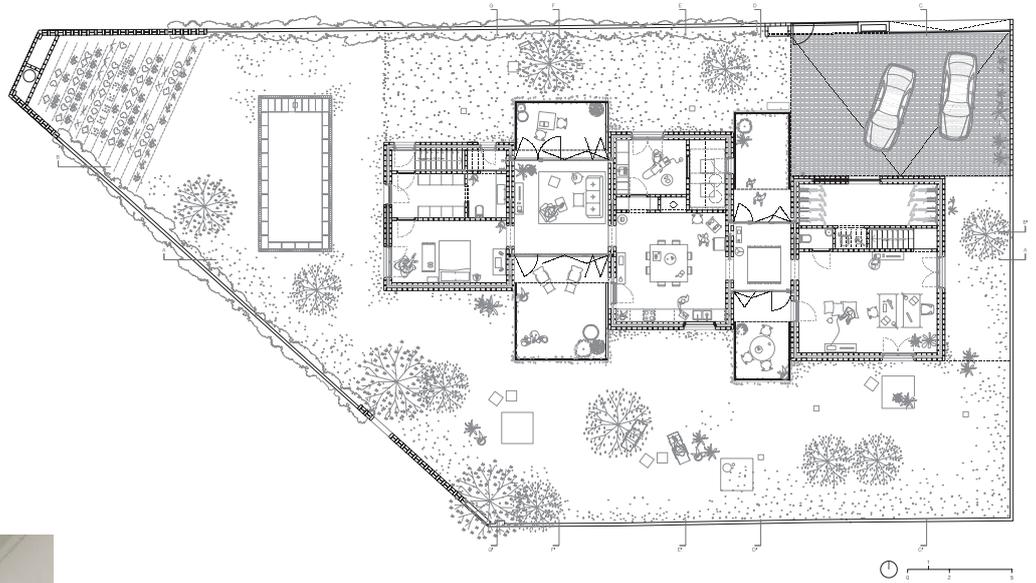
H architects

## MEMORIA DESCRIPTIVA

**De la arquitectura:** Ubicada en el barrio de Sant Cugat del Valles en Barcelona, la vivienda se esparce sobre el terreno casi linealmente de este a oeste, generando jardines hacia el norte y el sur, siendo este último el de mayor proporciones.

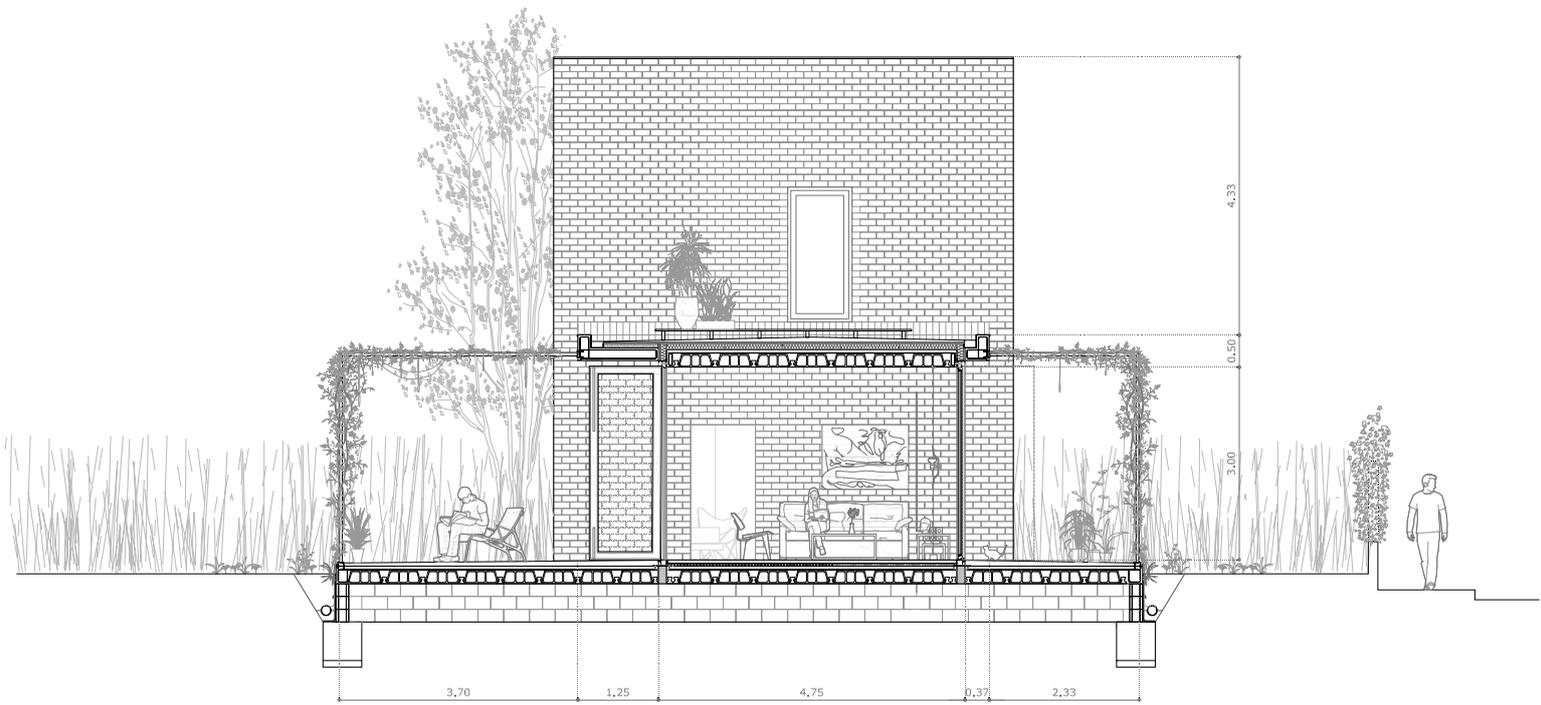
Sus tres volúmenes de diferentes alturas se conectan por espacios sociales de un solo nivel sin paredes permitiendo a la vivienda extenderse hacia los jardines y viceversa.





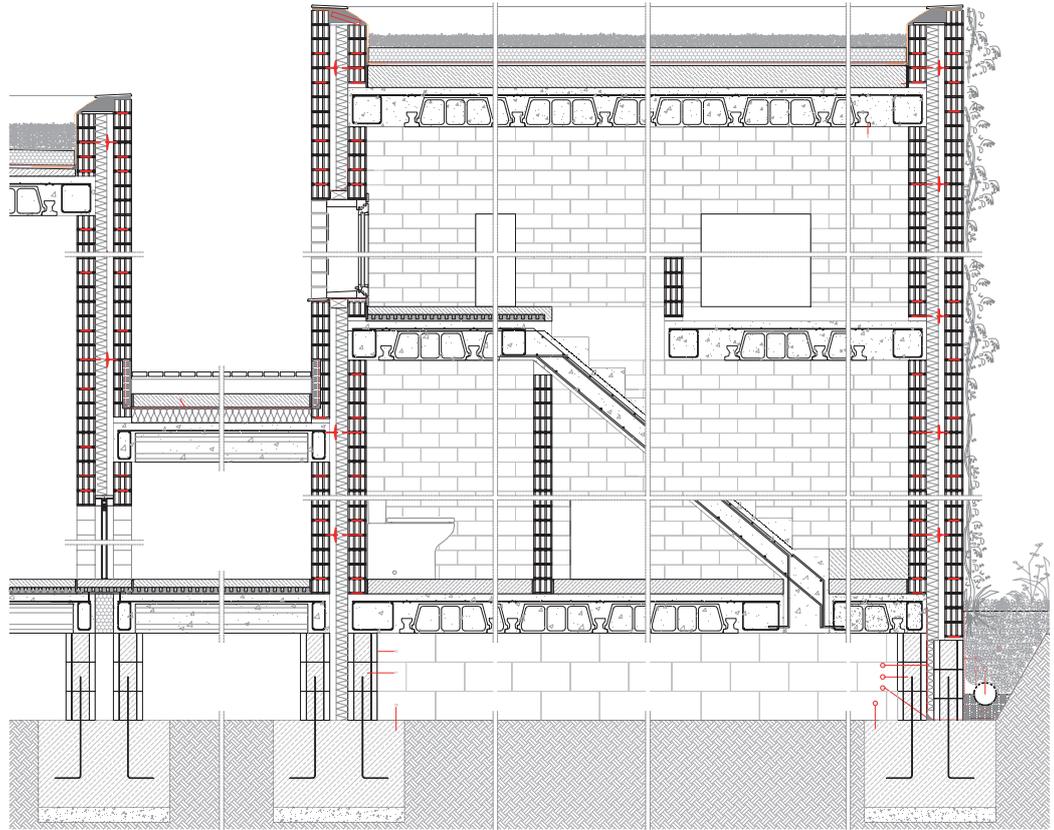
Cada una de las cajas que conforman la vivienda alberga diferentes funciones. La primera al este de dos niveles, está destinada a los hijos. En planta baja se encuentra un estudio, mientras que en la planta alta se localizan tres dormitorios. En la caja central se ubica la cocina, pieza principal de la casa, jerarquizada por su doble altura. Hacia el oeste encontramos el tercer y último volumen también de dos niveles destinado a los padres. Su distribución se invierte con respecto al primer bloque ya que el dormitorio se encuentra en planta baja y el estudio en la planta alta. Los espacios que conectan estas cajas son los que se vinculan directamente con el jardín de la propiedad, logrando diluir los límites entre el interior y el exterior de la vivienda, siendo la vegetación propuesta la que refuerza esta cualidad.



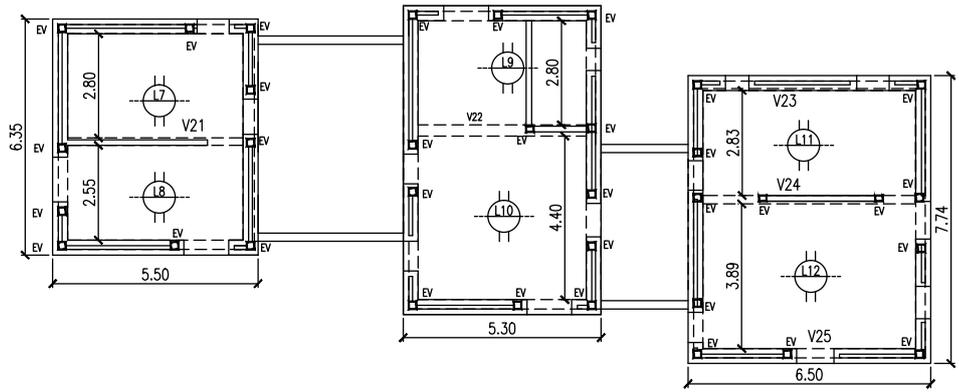
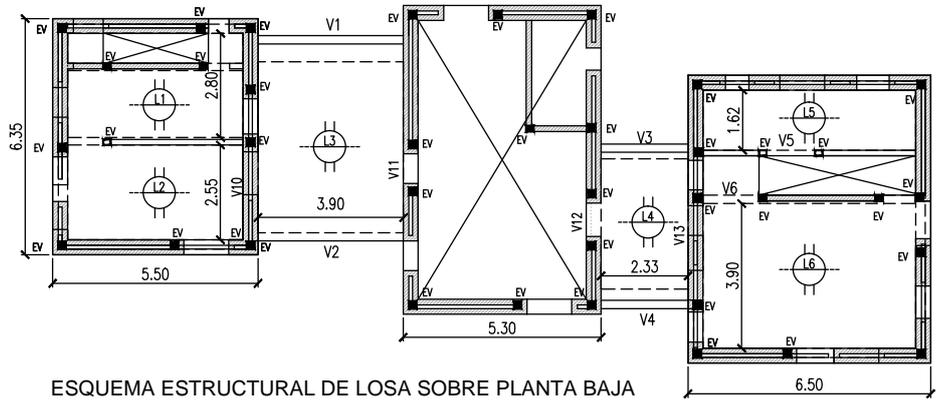




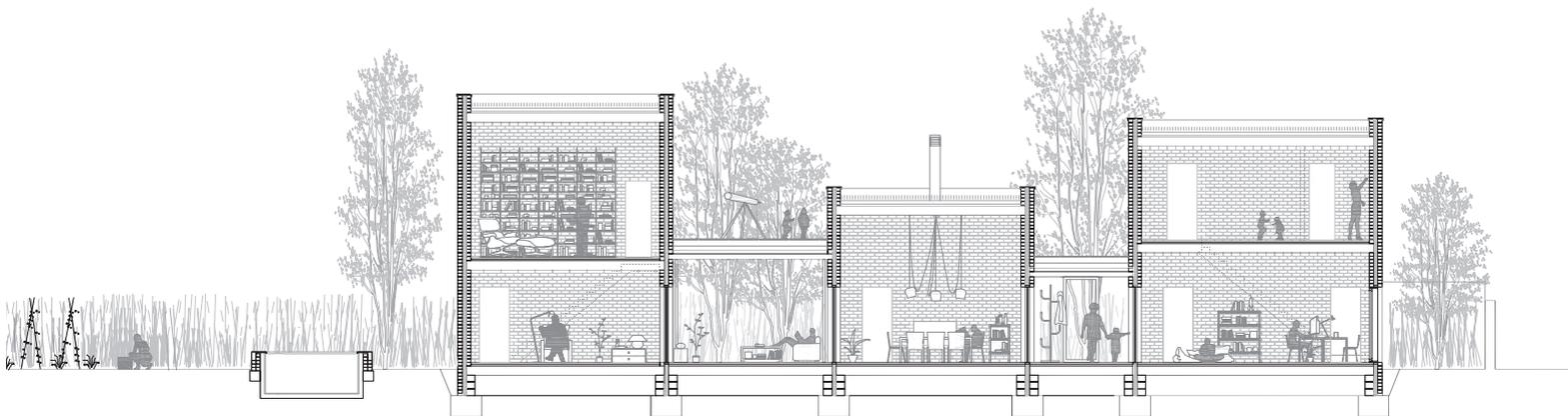
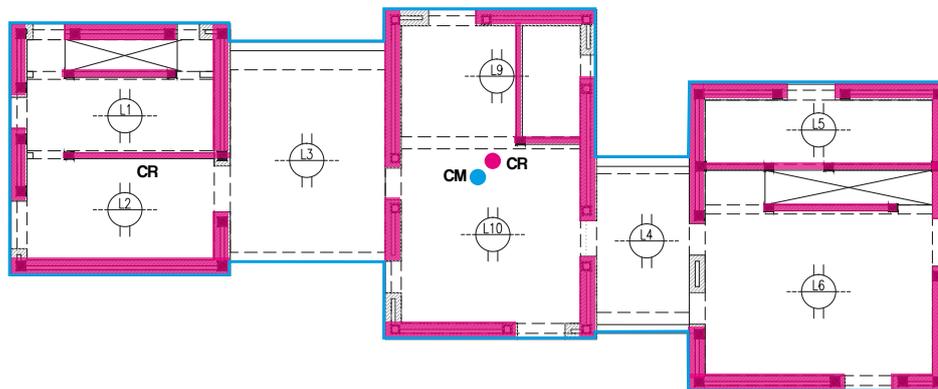
**De la estructura:** La casa se construye con muros dobles de ladrillos cerámicos, quedando a la vista en el exterior y pintados de blanco en su interior. Estos muros conforman un plano vertical de mampostería portante permitiendo ocultar sus encadenados horizontales y verticales en su interior. Las losas de viguetas con ladrillos de hormigón están a la vista al igual que las vigas contenidas en su espesor. En los espacios de conexión entre los cubos se plantean vigas invertidas de borde para contener la cubierta. Las losas de viguetas se apoyan sobre la mampostería portante y sobre vigas.







El mecanismo resistente a fuerzas horizontales está configurado por una gran cantidad de planos resistentes verticales en ambas direcciones. Según la distribución de los mismos la excentricidad entre el centro de rigidez y el centro de masa es mínima.





Con estas tablas se determina un espesor requerido de 21 cm para la losa de entrepiso y 22 cm para la losa de cubierta con viguetas simples y bovedillas de 17 cm en ambos casos. Para uniformizar se adopta espesor 22 cm en ambos casos.

Para verificar este predimensionado se utilizan las tablas comerciales de las viguetas CORBLOCK.

Le corresponde serie 3 para la losa de entrepiso L6 y serie 4 para la losa de cubierta L10. Este fabricante no tiene bloques de 17 cm por lo tanto usaremos los de 18 cm y una capa de compresión de 5 cm, resultando un espesor total de losa igual a 23 cm.

Se realiza el análisis de carga de cada losa:

#### **Losa de entrepiso:**

Peso propio según tablas del proveedor:	332 Kg/m <sup>2</sup>
Contrapiso, carpeta y piso:	180 Kg/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso (Vivienda):	200 Kg/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>712 Kg/m<sup>2</sup></b>

#### **Losa de cubierta:**

Peso propio según tablas del proveedor:	332 Kg/m <sup>2</sup>
Relleno para cubierta (liviano) y carpeta :	290 Kg/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso (azotea inacc.):	100 Kg/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>722 Kg/m<sup>2</sup></b>

Como las tablas de los proveedores vienen expresadas en momentos admisibles se debe determinar la sollicitación de momento para condiciones de servicio:

Momentos flectores requeridos en servicio:

#### **Losa de entrepiso (L6)**

$$M = \frac{712 \text{ kg/m}^2 \times (4.10\text{m})^2}{8} = 1496 \text{ kgm/m}$$

#### **Losa de cubierta (L10)**

$$M = \frac{722 \text{ kg/m}^2 \times (4.6\text{m})^2}{8} = 1910 \text{ kgm/m}$$



Se comparan estos momentos con los resistentes admisibles de las viguetas provistos por el fabricante:

$M(L6) = 1470 \text{ kgm/m} > Madm = 1387 \text{ kgm/m}$  → NO VERIFICA

$M(L10) = 1910 \text{ kgm/m} > Madm = 1554 \text{ kgm/m}$  → NO VERIFICA

Por lo tanto la losa requiere **dobles viguetas**.

Se puede observar en la tabla que podemos usar doble vigueta con bloque de 12,6 cm y capa de 5 cm para la losa de entrepiso y bloque de 14,2 cm y capa de 5 cm para la losa de cubierta. Como el decremento en el peso propio es insignificante respecto del valor de la carga total en la losa se considera innecesario recalcular los momentos requeridos.

$M(L6) = 1470 \text{ kgm/m} < Madm = 1570 \text{ kgm/m}$  → VERIFICA

$M(L10) = 1910 \text{ kgm/m} < Madm = 1986 \text{ kgm/m}$  → VERIFICA

Si se quisiera simplificar la logística de la obra, otra posibilidad sería adoptar un único espesor para ambas losas. Es importante mencionar que las losas de la obra construida fueron realizadas con bovedillas de 25 cm de alto que aumenta el espesor de la losa verificándose en ambos casos la resistencia con vigueta simple. El objetivo de este trabajo es mostrar los elementos que se fabrican en el país y la tecnología disponible en nuestro medio.

**TABLA 2**  
Momentos flectores admisibles

Momentos Flectores Admisibles <b>Vigueta Simple</b> (kgm/m)												
Altura del Bloque			L10 - 9,2cm		L12 - 12,6cm		L14 - 14,2cm		L16 - 16,3cm		L18 - 18,0cm	
Capa de Compresión			4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm
Peso Propio kg / m <sup>2</sup>			226	248	260	282	275	297	295	317	310	332
Serie	Longitudes	Armadura										
1	( 1.0 a 3.0 )	23,86	440	485	683	735	755	816	878	931	947	999
2	( 3.2 a 3.6 )	23,86	440	485	683	735	755	816	878	931	947	999
3	( 3.8 a 4.2 )	31,81	-	-	955	1034	1061	1131	1214	1284	1305	1387
4	( 4.0 a 4.6 )	35,78	-	-	1086	1162	1192	1284	1376	1453	1478	1554
5	( 4.8 a 5.0 )	43,74	-	-	1346	1438	1476	1570	1683	1777	1805	1917
6	( 5.2 a 5.4 )	51,69	-	-	1585	1696	1741	1851	1984	2096	2130	2239
7	( 5.6 a 6.2 )	59,64	-	-	-	1889	1940	2068	2222	2350	2391	2516
8	( 6.4 a 6.6 )	71,57	-	-	-	-	-	-	2706	2859	2908	3058
9	( 6.8 a 7.2 )	79,52	-	-	-	-	-	-	-	3116	3169	3370

Momentos Flectores Admisibles <b>Vigueta Doble</b> (kgm/m)												
Altura del Bloque			L10 - 9,2cm		L12 - 12,6cm		L14 - 14,2cm		L16 - 16,3cm		L18 - 18,0cm	
Capa de Compresión			4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm
Peso Propio kg / m <sup>2</sup>			241	263	285	307	304	326	330	352	350	372
Serie	Longitudes	Armadura										
1	( 1.0 a 3.0 )	23,86	550	646	1001	1149	1182	1262	1360	1440	-	-
2	( 3.2 a 3.6 )	23,86	550	646	1001	1149	1182	1262	1360	1440	-	-
3	( 3.8 a 4.2 )	31,81	904	1029	1410	1570	1644	1770	1899	2007	2083	2190
4	( 4.0 a 4.6 )	35,78	1059	1192	1632	1806	1866	1986	2153	2274	2359	2480
5	( 4.8 a 5.0 )	43,74	-	-	2081	2251	2309	2456	2632	2778	2881	3028
6	( 5.2 a 5.4 )	51,69	-	-	2453	2625	2694	2885	3104	3277	-	-
7	( 5.6 a 6.2 )	59,64	-	-	-	-	3003	3201	3438	3636	3775	4016
8	( 6.4 a 6.6 )	71,57	-	-	-	-	-	-	4142	4425	4591	4829
9	( 6.8 a 7.2 )	79,52	-	-	-	-	-	-	-	-	5003	5321

# Dúplex La Calera

Adolfo Mondéjar

## MEMORIA DESCRIPTIVA

**De la arquitectura:** Un terreno de gran pendiente ubicado en los límites de la ciudad de La Calera permite grandes aperturas y visuales hacia el paisaje exterior. Simple y armoniosa propone una impactante relación con la naturaleza ya que el proyecto preserva la vegetación arbórea del lugar. La obra consiste en dos viviendas espejadas apareadas de dos niveles con plantas regulares de sección rectangular. En el nivel superior, coincidente con el nivel de la calle, se propone un espacio público ocupando toda la superficie conformando un

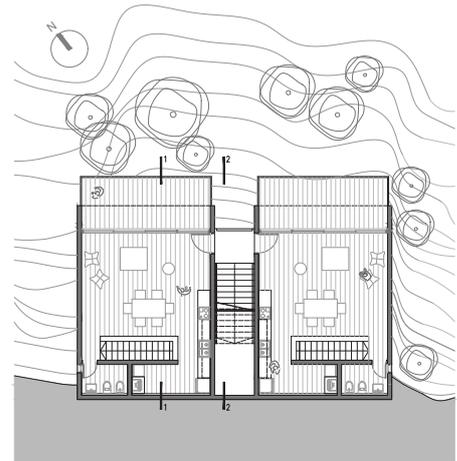
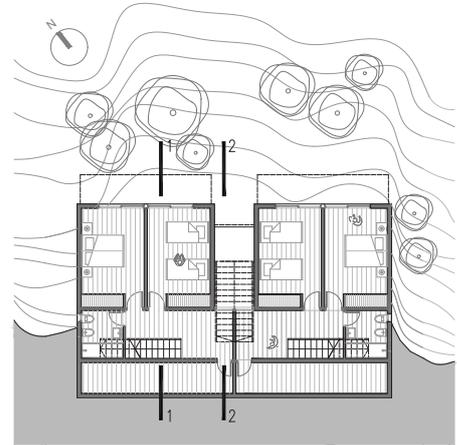


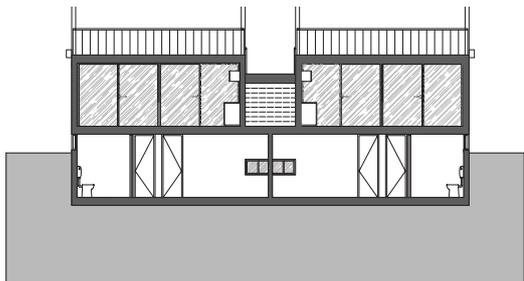
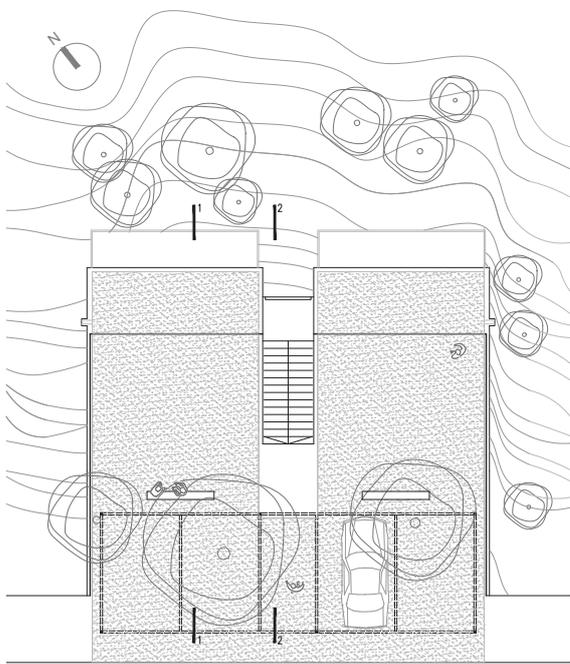


gran mirador. Esta gran cubierta posee una accesibilidad restringida, lograda por la ubicación de un banco colindante con la calle y barandas sobre la cubierta.

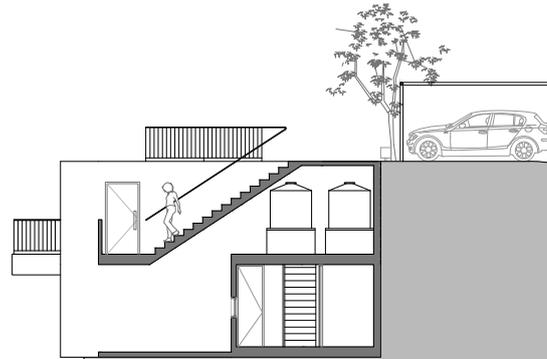
Descendiendo por una escalera ubicada entre las dos viviendas se ingresa al área social integrada por el estar-comedor, la cocina y un balcón de grandes dimensiones.

El sector privado de la vivienda se ubica en el nivel inferior y se encuentra compuesto por dos dormitorios dando la posibilidad de adaptarse alguno de los dos a un estudio de trabajo.









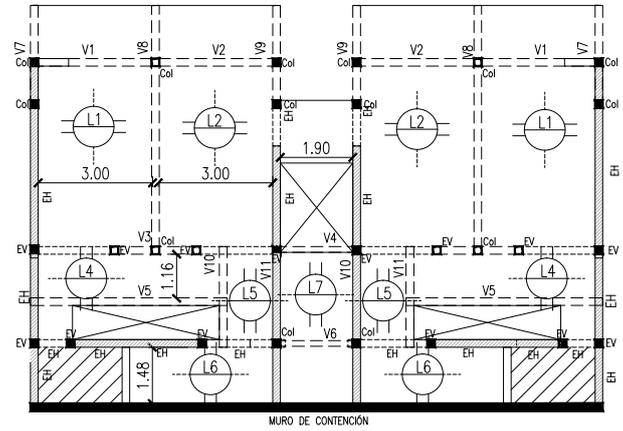


**De la estructura:** Una construcción tradicional de mampostería portante encadenada de ladrillos cerámicos huecos y losas de viguetas pretensadas resuelven la estructura. La losa intermedia favorecida por la modulación funcional de los dormitorios permite la construcción de vigas de hormigón armado colgadas para generar tramos de menores longitudes.

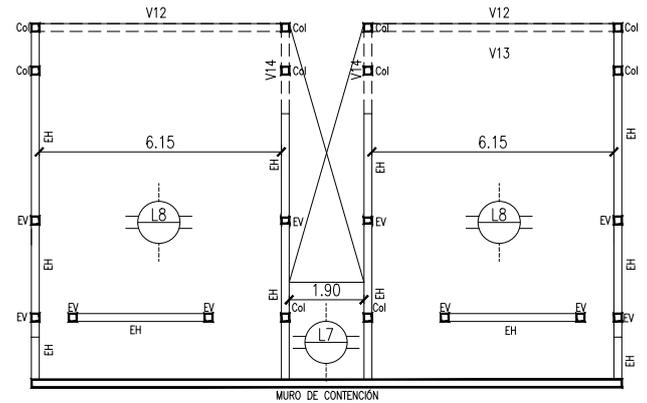


Ubicada en una zona sísmica 1 propone un mecanismo estable con muros resistentes en las dos direcciones simétricamente dispuestos con respecto al centro de geométrico de la planta coincidente con su centro de masas.

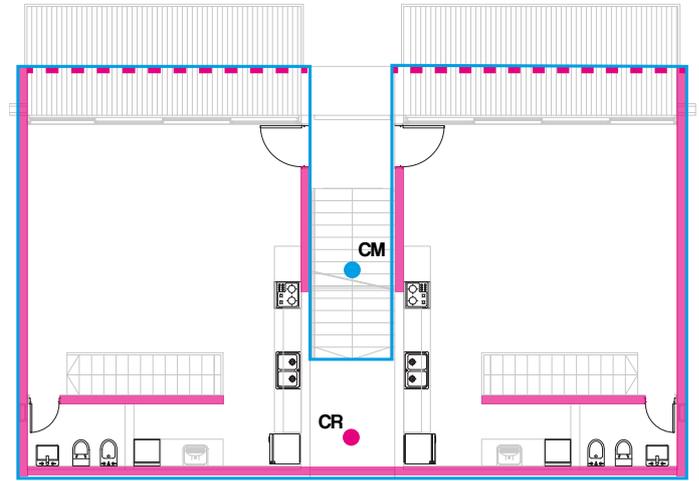
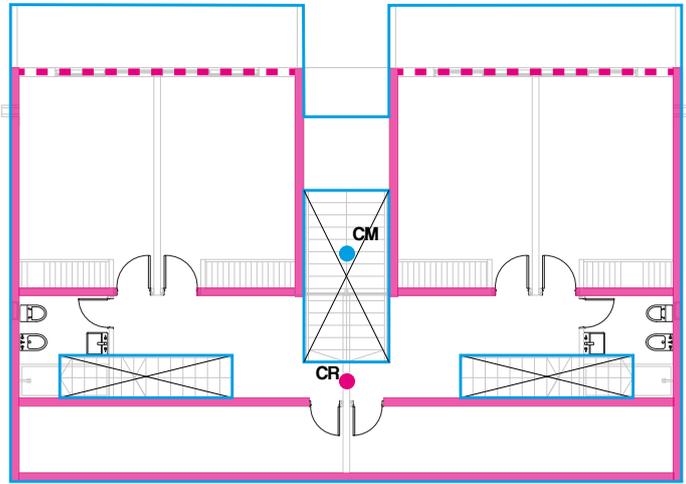




ESQUEMA ESTRUCTURAL DE LOSA SOBRE PLANTA BAJA S/ESCALA



ESQUEMA ESTRUCTURAL DE LOSA SOBRE PLANTA ALTA S/ESCALA



Se analiza la estabilidad del duplex:

Existe excentricidad entre centro de masa y centro de rigidez en una de las direcciones generando torsiones resistidas por el mecanismo estable conformado por muros portantes y pórticos, que no son todos paralelos ni todos concurrentes a un punto.



VIGUETAS - LONGITUD (m)				1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40	3.60	3.80	4.00	4.20	4.40	4.60	4.80	5.00	5.20	5.40	5.60	5.80	6.00	6.20	6.40	6.80	7.00	7.20	7.40			
BOVEDILLA CERAMICA	SIMPLE VIGUETA	BOVEDILLA DE 9 cm	4 cm	13 cm	177 Kg/m <sup>2</sup>																																	
			5 cm	14 cm	199 Kg/m <sup>2</sup>																																	
	SIMPLE VIGUETA	BOVEDILLA DE 13 cm	4 cm	17 cm	209 Kg/m <sup>2</sup>																																	
			5 cm	18 cm	231 Kg/m <sup>2</sup>																																	
	SIMPLE VIGUETA	BOVEDILLA DE 17 cm	4 cm	21 cm	245 Kg/m <sup>2</sup>																																	
			5 cm	22 cm	267 Kg/m <sup>2</sup>																																	
	DOBLE VIGUETA	BOVEDILLA DE 13 cm	4 cm	17 cm	243 Kg/m <sup>2</sup>																																	
			5 cm	18 cm	265 Kg/m <sup>2</sup>																																	
		DOBLE VIGUETA	BOVEDILLA DE 17 cm	4 cm	21 cm	287 Kg/m <sup>2</sup>																																
				5 cm	22 cm	309 Kg/m <sup>2</sup>																																



Se predimensionan las losas utilizando la tabla para bovedillas cerámicas. Como en los casos analizados anteriormente y teniendo en cuenta la etapa de diseño adoptamos simplificada, la luz de cálculo igual a la longitud de la viga. Se analizarán a continuación las losas de cubierta y de piso del estar – comedor designadas como L2 y L8 en el esquema estructural.

**Losa de entrepiso (L2):**

L cálculo= L libre + 2 L apoyo= 3,00m + 2 x 0,10m = 3,20m

**Losa de cubierta (L8):**

L cálculo= L libre + 2 L apoyo= 6,15m + 2 x 0,10m = 6,35m

Con estas tablas se determina para la losa de entrepiso (L2) un espesor requerido de 21 cm con vigueta simple y bovedilla de 17 cm, y para la losa de cubierta (L8) un espesor requerido de 21 cm con doble vigueta y bovedilla de 17 cm.

Para verificar este predimensionado se utilizan las tablas comerciales de las viguetas TENSOLITE.

A la losa L2 le corresponde la serie de viguetas A1 y a la losa L8 la serie E.

Se realiza el análisis de carga de las losas:

**Losas de entrepiso:**

Peso propio según tablas del proveedor:	245 Kg/m <sup>2</sup>
Contrapiso, carpeta y piso:	180 Kg/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso (vivienda):	200 Kg/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>625 Kg/m<sup>2</sup></b>

Se verifica la losa de cubierta de acuerdo a lo construido con viguetas simples.

**Losas de cubierta:**

Peso propio:	287 Kg/m <sup>2</sup>
Pendientes para cubierta (bloques de poliestireno):	
Mortero y bovedilla:	80 kg/m <sup>2</sup>
Piedra de terminación:	50 kg/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso (azotea con acces. restringida):	200 kg/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>597 kg/m<sup>2</sup></b>



Como las tablas de los proveedores vienen expresadas en momentos admisibles se debe determinar la sollicitación de momento para condiciones de servicio:

M flector requerido en servicio:

$$M = \frac{625 \text{ kg/m}^2 \times (3,2\text{m})^2}{8} = 800 \text{ kgm/m}$$

$$M = \frac{597 \text{ kg/m}^2 \times (6,35\text{m})^2}{8} = 3009 \text{ Kgm/m}$$

Se compara estos momentos con los resistentes admisibles de las viguetas provistos por el fabricante:

TABLA N° 3		50 cm. (ancho teórico)						62 cm. (ancho teórico)					
		9		13		17		13		17			
Altura Bovedilla h (cm)		13		14		17		18		21		22	
Espesor Total de Losa e (cm)		4		5		4		5		4		5	
Capa de Compresión d (cm)		4		5		4		5		4		5	
Series de Viguetas	ASTER 1 a 3 - cada 20 cm. N: 2400 kg.	317	367	544	608	831	912	806	904	1226	1349		
	A1 3,20 - 3,40 N: 3000 kg.	378	438	649	725	992	1088	901	1009	1369	1508		
	A2 3,50 - 3,60 - 3,80 N: 3600 kg.	439	509	754	843	1152	1265	1118	1252	1699	1872		
	B1 4,00 - 4,20 N: 4800 kg.	566	657	973	1087	1485	1630	1441	1615	2191	2413		
	B2 4,40 - 4,50 - 4,60 N: 5400 kg.	630	731	1082	1210	1652	1813	1603	1796	2436	2684		
	C 4,80 - 5,20 cada 20 cm. N: 6000 kg.	814	944	1398	1562	2134	2342	2071	2319	3147	3467		
	D 5,60 a 6,20 cada 20 cm. N: 7800 kg.	987	1147	1697	1897	2591	2843	2514	2816	3821	4209		
E 6,40 a 7,20 cada 20 cm. N: 9600 kg.	1162	1348	1996	2231	3047	3344	2957	3312	4495	4951			

Tensolite- Viguetas (<http://www.tensolite.com.ar>)

$$M(L2) = 800 \text{ kgm/m} < M_{adm} = 992 \text{ kgm/m}$$

→ VERIFICA

$$M(L8) = 3009 \text{ kgm/m} < M_{adm} = 3344 \text{ kgm/m}$$

→ VERIFICA



# EPDP

**Especialización en Planificación y  
Diseño del Paisaje**



# ETA

**Especialización en Tecnología  
Arquitectónica**



# EDIEST

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



# 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/>







“ Para resolver adecuadamente una estructura se deben tener en cuenta algunas premisas a saber:

La estructura forma parte de la arquitectura que diseñamos, de manera que tenemos que acostumbrarnos a pensar que la estructura debe ser tenida en cuenta necesariamente desde el principio.

No existe el concepto de estructura “óptima”o ideal. Existe, sí, el concepto de que la estructura debe ser coherente con las intenciones de diseño que han “modelado” la arquitectura propuesta.

La estructura debe diseñarse antes que calcularse. Esto quiere decir que primero hay que darle proporciones y dimensiones. Algunas veces, a priori, son necesarios algunos rápidos procedimientos empíricos aproximados para establecer dimensiones de sus partes. Otras, las dimensiones son mandadas o condicionadas por otros aspectos de la arquitectura. Por ejemplo: el diseño de una fachada y sus componentes, la apariencia pretendida de un determinado plano, aspectos constructivos, de factibilidad económica, etc.”

Arq, Hugo Bonaiutti

estructuras