

Entrepisos pretensados

Productos de Concreto S.A.





Entrepisos pretensados

<i>EN/VB. Viguetas</i>	3
<i>EN/VB-1. Generalidades</i>	3
<i>EN/VB-2. Características</i>	3
<i>EN/VB-3. Aspectos de diseño</i>	5
<i>EN/VB-4. Instalación</i>	6
<i>EN/VB-5. Almacenamiento y manipulación</i>	8
<i>EN/LL. Losalex</i>	10
<i>EN/LL-1. Generalidades</i>	10
<i>EN/LL-2. Características</i>	10
<i>EN/LL-3. Aspectos de diseño</i>	11
<i>EN/LL-4. Instalación</i>	16
<i>EN/LL-5. Almacenamiento y manipulación</i>	17

Foto de portada: Entrepiso de Losa Lex, en edificio C-11, Zona Franca América
Interior de portada: Producto Losa Lex, en patio de curado, Centro Industrial Holcim

EN/VB. Viguetas

EN/VB-1. Generalidades

Existen dos secciones estándar de viguetas, 15 y 20 cm de altura.

El entrepiso es eficiente para luces entre 2 y 7.5 metros.

Ventajas

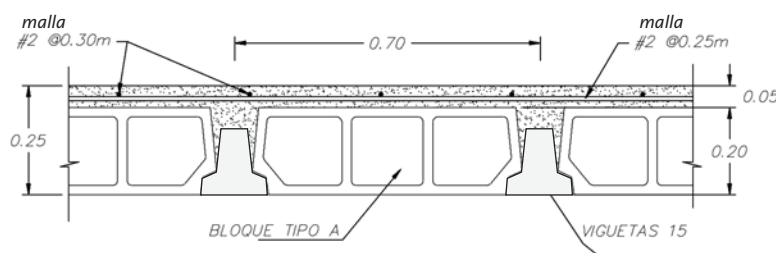
- Uso de torón de baja relajación. Esto reduce las pérdidas en el preesfuerzo, lo que permite mejorar las condiciones de servicio de las viguetas.
- Mayor separación entre viguetas (70 cm).
- Reducción del volumen de concreto (m^3/m^2) en obra.
- Menor peso total por metro cuadrado.
- Bloques más livianos, lo que disminuye el consumo de mano de obra.
- Rapidez y facilidad de construcción.
- Facilidad de instalación de sistemas electro-mecánicos.
- Utilización mínima de formaletas y obras falsas.
- No requiere de equipo pesado.
- Buen aislamiento acústico y térmico.
- Los bloques se pueden repellar.
- Resistente al fuego y aísla vapores gracias a los vacíos de los bloques de concreto.
- No es consumido por los insectos y no se corroe.
- Da mayor sensación de seguridad a los usuarios de la obra.
- Las deformaciones son pequeñas en condiciones de servicio.
- Flexibilidad en el diseño.
- No requiere mantenimiento.

EN/VB-2. Características

El sistema de viguetas y bloques es ideal para construcciones con claros menores o iguales a 7.5 m. Los diferentes ejemplos de montaje se presentan a continuación, e incluyen el concreto de sobrelosa de 5 cm, las viguetas y los bloques.

Tipo VIG15-A

Basado en viguetas pretensadas de 15 cm de altura, con bloques tipo "A" de 20 cm de altura, para un espesor total de 25 cm (incluye losa de 5 cm de espesor).

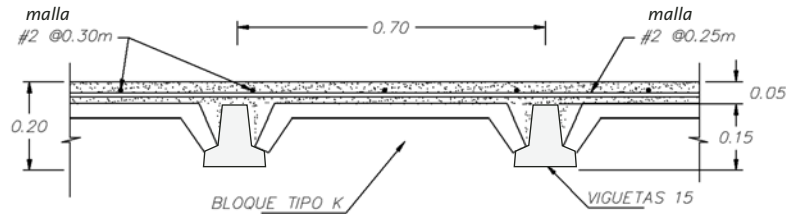


Concreto en sitio: $0.0601 m^3/m^2$

Peso propio: $330 kg/m^2$

Tipo VIG15-K

Basado en viguetas pretensadas de 15 cm de altura, con bloques tipo "K" de 15 cm de altura, para un espesor total de 20 cm (incluye los de 5 cm. de espesor).

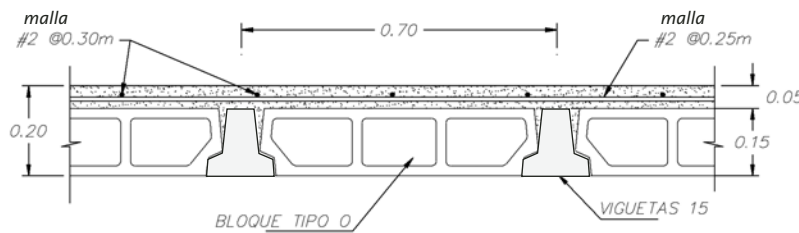


Concreto en sitio: $0.0527 \text{ m}^3/\text{m}^2$

Peso propio: $260 \text{ kg}/\text{m}^2$

Tipo VIG15-O

Basado en viguetas pretensadas de 15cm de altura, con bloques tipo "O" de 15 cm de altura, para un espesor total de 20 cm (incluye losa de 5 cm de espesor).

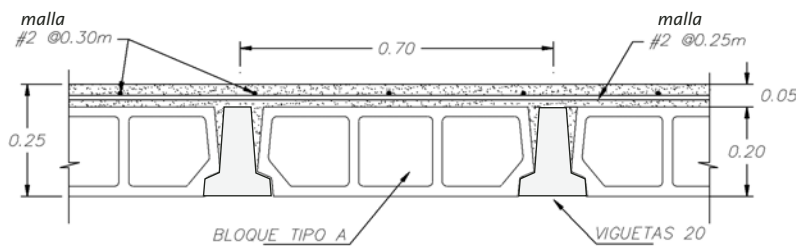


Concreto en sitio: $0.0527 \text{ m}^3/\text{m}^2$

Peso propio: $300 \text{ kg}/\text{m}^2$

Tipo VIG20-A

Basado en viguetas pretensadas de 20cm de altura, con bloques tipo "A" de 20 cm. de altura, para un espesor total de 25 cm. (incluye losa de 5 cm de espesor).

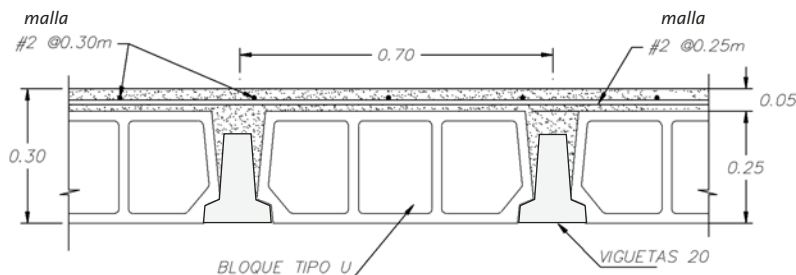


Concreto en sitio: $0.0561 \text{ m}^3/\text{m}^2$

Peso propio: $330 \text{ kg}/\text{m}^2$

Tipo VIG20-U

Basado en viguetas pretensadas de 20 cm de altura, con bloques tipo "U" de 25 cm de altura, para un espesor total de 30 cm (incluye losa de 5 cm de espesor).



Concreto en sitio: $0.0643 \text{ m}^3/\text{m}^2$

Peso propio: $373 \text{ kg}/\text{m}^2$

EN/VB-3. Aspectos de diseño

Tablas de diseño por sobrecarga y claro admisible

Tabla de entresijos de vigueta con sobrelosa de 5 cm y con resistencia de 210 kg/cm²

Tipo de vigueta	VIG 15-A		VIG 15-O		VIG 15-K		VIG 20-A		VIG 20-U	
Peso de las viguetas	49 kg/m ²		49 kg/m ²		49 kg/m ²		58 kg/m ²		58 kg/m ²	
Peso del concreto*	144 kg/m ²		126 kg/m ²		126 kg/m ²		135 kg/m ²		154 kg/m ²	
Peso de los bloques	137 kg/m ²		124 kg/m ²		85 kg/m ²		137 kg/m ²		161 kg/m ²	
Fuerza de pretensión	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf
Sobrecarga** CM _{adic} +CV (kg/m ²)	CLARO (m) sin apuntalamiento	CLARO (m) con apuntalamiento	CLARO (m) sin apuntalamiento	CLARO (m) con apuntalamiento	CLARO (m) sin apuntalamiento	CLARO (m) con apuntalamiento	CLARO (m) sin apuntalamiento	CLARO (m) con apuntalamiento	CLARO (m) sin apuntalamiento	CLARO (m) con apuntalamiento
200	4.98	6.50	5.18	6.00	5.36	6.00	6.36	7.50	6.04	7.50
250	4.98	6.50	5.07	6.00	5.25	6.00	6.36	7.50	6.04	7.50
300	4.98	6.50	4.95	5.83	5.12	5.95	6.34	7.50	6.04	7.50
350	4.92	6.29	4.83	5.60	4.99	5.71	6.20	7.28	6.04	7.50
400	4.84	6.07	4.73	5.39	4.88	5.49	6.07	7.02	6.04	7.50
450	4.77	5.88	4.63	5.21	4.78	5.30	5.94	6.79	5.99	7.45
500	4.70	5.70	4.54	5.04	4.68	5.13	5.82	6.59	5.91	7.24
550	4.64	5.53	4.45	4.89	4.58	4.97	5.71	6.40	5.82	7.04
600	4.58	5.38	4.37	4.76	4.50	4.82	5.60	6.22	5.74	6.86
650	4.52	5.24	4.29	4.63	4.41	4.69	5.50	6.06	5.66	6.69
700	4.46	5.11	4.22	4.51	4.33	4.57	5.41	5.91	5.59	6.53
750	4.41	4.99	4.15	4.40	4.26	4.46	5.32	5.67	5.51	6.38
800	4.35	4.88	4.08	4.30	4.19	4.35	5.23	5.42	5.45	6.24
850	4.30	4.78	4.02	4.21	4.12	4.25	5.15	5.19	5.38	6.12
900	4.25	4.68	3.96	4.12	4.06	4.16	4.98	4.98	5.31	5.89
950	4.20	4.59	3.90	4.03	4.00	4.08	4.79	4.79	5.25	5.67
1000	4.16	4.50	3.85	3.96	3.94	4.00	4.61	4.61	5.19	5.46

Tabla de entresijos de vigueta con sobrelosa de 7.5 cm y con resistencia de 210 kg/cm²

Tipo de vigueta	VIG 15-A		VIG 15-O		VIG 15-K		VIG 20-A		VIG 20-U	
Peso de las viguetas	49 kg/m ²		49 kg/m ²		49 kg/m ²		58 kg/m ²		58 kg/m ²	
Peso del concreto*	204 kg/m ²		186 kg/m ²		186 kg/m ²		195 kg/m ²		214 kg/m ²	
Peso de los bloques	137 kg/m ²		124 kg/m ²		85 kg/m ²		137 kg/m ²		161 kg/m ²	
Fuerza de pretensión	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf
Sobrecarga** CM _{adic} +CV (kg/m ²)	CLARO (m) sin apuntalamiento	CLARO (m) con apuntalamiento	CLARO (m) sin apuntalamiento	CLARO (m) con apuntalamiento	CLARO (m) sin apuntalamiento	CLARO (m) con apuntalamiento	CLARO (m) sin apuntalamiento	CLARO (m) con apuntalamiento	CLARO (m) sin apuntalamiento	CLARO (m) con apuntalamiento
200	4.65	6.50	4.81	6.00	4.95	6.00	5.94	7.50	5.67	7.50
250	4.65	6.50	4.81	6.00	4.95	6.00	5.94	7.50	5.67	7.50
300	4.65	6.50	4.73	5.99	4.88	6.00	5.94	7.50	5.67	7.50
350	4.65	6.39	4.65	5.77	4.80	5.88	5.94	7.44	5.67	7.50
400	4.61	6.18	4.58	5.58	4.72	5.67	5.87	7.20	5.67	7.50
450	4.56	6.00	4.50	5.40	4.64	5.49	5.78	6.98	5.67	7.50
500	4.51	5.83	4.43	5.24	4.56	5.32	5.68	6.78	5.67	7.37
550	4.46	5.67	4.37	5.10	4.49	5.17	5.59	6.60	5.63	7.18
600	4.41	5.52	4.30	4.96	4.43	5.03	5.51	6.43	5.57	7.00
650	4.37	5.39	4.24	4.84	4.36	4.90	5.43	6.27	5.51	6.84
700	4.32	5.26	4.19	4.72	4.30	4.78	5.35	6.13	5.45	6.69
750	4.28	5.15	4.13	4.62	4.24	4.67	5.28	5.91	5.39	6.54
800	4.24	5.04	4.08	4.51	4.19	4.56	5.21	5.66	5.33	6.41
850	4.20	4.94	4.02	4.42	4.13	4.47	5.14	5.44	5.28	6.28
900	4.16	4.84	3.97	4.33	4.08	4.38	5.07	5.23	5.23	6.16
950	4.12	4.75	3.93	4.25	4.03	4.29	5.01	5.03	5.17	5.97
1000	4.08	4.66	3.88	4.17	3.98	4.21	4.85	4.85	5.12	5.77

* Contempla el peso de la sobrelosa y de los completamientos colados sobre las viguetas.

** Contempla la carga temporal y las carga permanente adicional al peso propio del sistema de entresijo (sin factorar)

Se consideró una condición temporal que contempla el peso de la sobrelosa sin fraguar más una carga constructiva de 80kg/m²

Se consideran los criterios de: esfuerzos elásticos, capacidad última a flexión y capacidad última a cortante.

Todos los cálculos de acuerdo al código ACI 318-08, elementos presforzados tipo U, ACI 18.3.3.

Se utilizó un factor de carga promedio de 1.6 para las cargas permanentes y temporales.

La fuerza de pretensión indicada es igual para todos los torones de la vigueta

El apuntalamiento contempla un puntal colocado en el centro de la vigueta

Los coeficientes de reducción son 0.9 para flexión y 0.75 para cortante.

No se considera la contribución del acero en los apoyos (M=)

Los entresijos con vigueta de 20cm y bloques tipo "U" con luces libres mayores de 7.25m pueden experimentar vibraciones perceptibles según el uso.

Los entresijos con vigueta de 20cm y bloques tipo "A" con luces libres mayores de 6.00m pueden experimentar vibraciones perceptibles según el uso.

Los entresijos con vigueta de 15cm y bloques tipo "O" o "K" con luces libres mayores de 5.50m pueden experimentar vibraciones perceptibles según el uso.

Resistencias del concreto de las viguetas:

A) desmolde f'ci = 280 kg/cm²

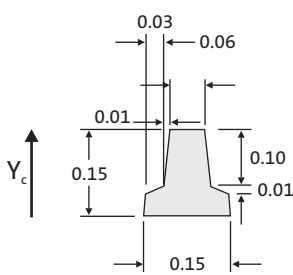
A los 28 días f'c = 700 kg/cm²

Torones de grado 270 fpu = 18900 kg/cm²

Claves:

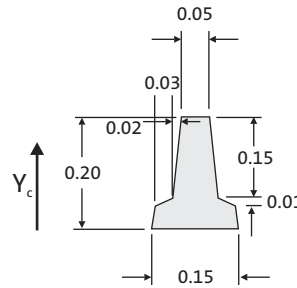


Propiedades de la sección transversal



Vigueta de 15 cm de peralte

$A_c : 140 \text{ cm}^2$
 $I_{xx} : 2617 \text{ cm}^4$
 $y_c : 6.1 \text{ cm}$
 $f'c : 700 \text{ kg/cm}^2$



Vigueta de 20 cm de peralte

$A_c : 168 \text{ cm}^2$
 $I_{xx} : 5646 \text{ cm}^4$
 $y_c : 7.9 \text{ cm}$
 $f'c : 700 \text{ kg/cm}^2$

* Las viguetas pueden emplearse sin bloques para resolver puentes cortos. Ver Catálogo de Puentes.

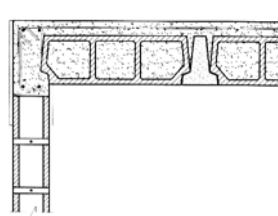
EN/VB-4. Instalación

Distribución y colocación de viguetas y bloques

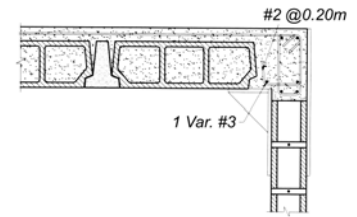
Las viguetas deben colocarse de acuerdo al plano preparado por una oficina de ingeniería. Productos de Concretos ofrece el servicio de modulación.

Estos planos deben ser preparados siguiendo los siguientes lineamientos:

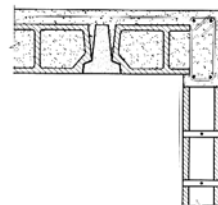
- Comenzar colocando un bloque y luego una vigueta a partir de uno de los lados del área a cubrir.
- Si al llegar al otro extremo cabe un bloque pero no la vigueta, se debe colocar una tabla de formaleta por debajo del bloque y pasar una varilla #3 corrida, amarrada a la armadura de la viga por medio de ganchos #2 cada 20 cm.
- Si al llegar al otro extremo no cabe un bloque entero, pero existe la opción de medio bloque o más, los bloques se cortan in situ y se colocan. Si cabe menos de medio bloque es preferible rellenar con concreto este espacio.
- Ante la presencia de paredes en el mismo sentido de las viguetas, debe colocarse doble vigueta. En estos casos debe usarse una viga de diafragma para mejorar la distribución de la carga concentrada.



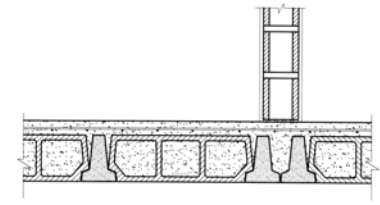
Caso 1



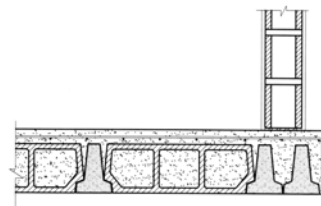
Caso 2



Caso 3



Caso 4



Caso 5

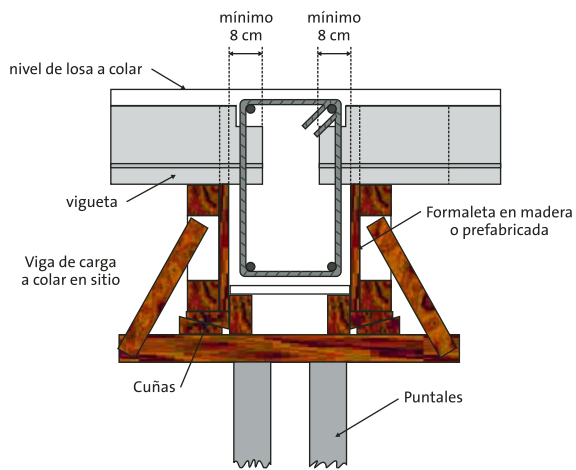
Instalación de las viguetas sobre las formaletas

Las viguetas pretensadas se apoyan usualmente sobre las formaletas de las vigas de carga, las cuales están a su vez soportadas por puntales.

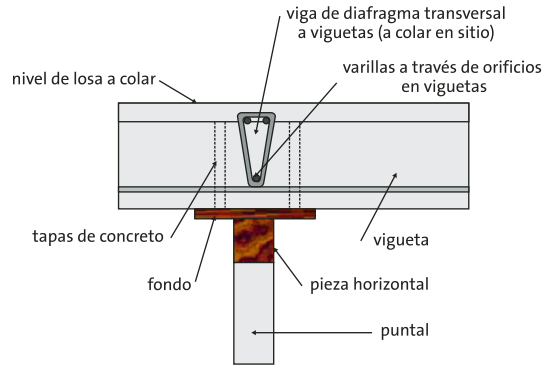
Estos puntales deben calcularse de manera que resistan la carga muerta total del entrepiso, más el peso de la viga de carga. Es conveniente que los costados de la formaleta de la viga de carga estén montados sobre cuñas u otro dispositivo que permita removerlos con facilidad al momento de remover la formaleta el concreto, para así poder usarlos en forma repetida.

Apoyos intermedios provisionales: En algunas ocasiones se especifica el uso de una hilera de puntales en el centro del claro para apoyar las viguetas provisionalmente. **Estos puntales deben instalarse antes de colocar los bloques y vaciar el concreto de la losa, además se debe corroborar que toquen la vigueta sin forzarla hacia arriba y sin dejar luz entre puntal y vigueta.**

Cuando se especifica viga de diafragma, los puntales deberán colocarse debajo de la misma, en las intersecciones con las viguetas.



Apoyo de viguetas en viga de carga



Detalle de apoyo de viga de diafragma

Condiciones seguras de instalación

Para la instalación segura de bloques, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Los bloques deben colocarse de uno en uno.
- No se recomienda caminar ni apoyarse sobre los bloques de entrepiso. Únicamente debe hacerse sobre las viguetas.
- Es necesario colocar “tapas” en los extremos de cada hilera de bloques, para evitar cargas no previstas en el diseño.
- Para trabajos en alturas superiores a 1.8 metros sobre el nivel del piso, se recomienda usar dispositivos de seguridad tipo arnés, para evitar caídas.
- Para la instalación de bloques, se recomienda que los operarios utilicen fajas de seguridad para cargas altas, para evitar daños en la columna.



EN/VB-5. Almacenamiento y manipulación

Condiciones seguras de transporte y almacenamiento

Para transportar y almacenar las viguetas se pueden hacer estibas, colocándolas unas sobre otras con un espaciador de madera entre ellas, directamente sobre la zona de apoyo. Evítese colocar los espaciadores sobre las gazas de izaje (Figura N° 1 y Figura N° 2).

Se debe asegurar que los soportes de la primera capa sean firmes y no se deformen excesivamente. Todos los soportes de madera y las calzas deben coincidir verticalmente uno sobre otro. No debe colocarse más de dos apoyos para soportar una vigueta.

La cantidad máxima de hileras de viguetas que se recomienda estibar en forma vertical, según su peralte (suponiendo que se utilizan espaciadores en madera semidura tipo “pilón” o similar, con resistencia a la compresión de 34 kg/cm²), se muestra en la siguiente tabla.

Estiba vertical de viguetas		
	Vigueta de 15 cm de peralte	Vigueta de 20 cm de peralte
Cantidad de viguetas a estibar en forma vertical (unidades)	12	8

Nota N° 1: En caso de que se utilice otro tipo de madera para los espaciadores, el cliente será responsable de revisar los esfuerzos en la misma para evitar su aplastamiento.

En el caso de los bloques de entrepiso, a continuación se describen las condiciones seguras de transporte y almacenamiento:

Para el proceso de transporte, se recomienda que los bloques se estiben de la siguiente forma (siempre tener en cuenta que debe respetarse la capacidad máxima de carga del camión, según corresponda):

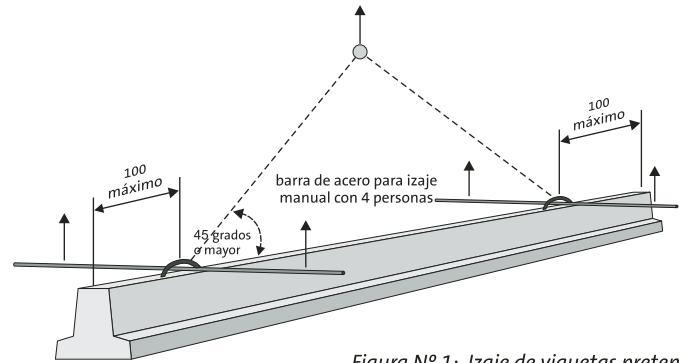


Figura N° 1: Izaje de viguetas pretensadas

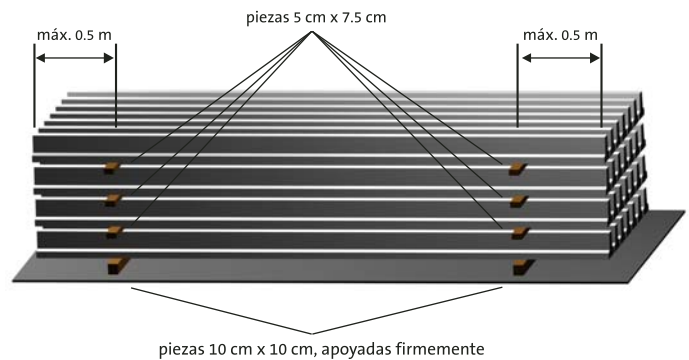


Figura N° 2: Almacenamiento de viguetas de entrepiso

- 4 filas de altura en camión
- 5 filas de altura cuando se trata de tándem

Para los bloques de entrepiso, en especial el bloque tipo K, la carreta debe contar con una superficie plana, sin abolladuras, deformidades ni huecos. Esto debido a que por sus paredes delgadas, dimensiones y pesos, el producto podría quebrarse.

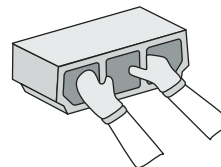
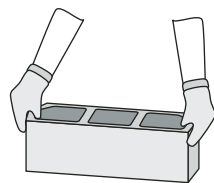


Figura N° 3: Manipulación de los bloques

Además, es importante que no haya otros elementos de madera o metal sobre la superficie de la carreta, que dificulten la carga o produzcan esfuerzos puntuales.

Se recomienda que el producto se estibe en un sitio de acuerdo con el tipo de bloque, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Arreglos de bloques de entrepiso para estiba en sitio

Tipo de bloque	Acomodo
A	7 filas de altura
O	7 filas de altura
U	5 filas de altura
K	5 filas de altura

La superficie donde serán almacenados los bloques debe ser totalmente plana, ya que el producto es de paredes muy delgadas. La recomendación es que el producto se almacene, de ser posible, en pavimento de concreto o adoquines.

No se recomienda colocar el pie sobre el producto para estibar filas superiores.

Condiciones seguras de manipuleo

Viguetas

Todas las viguetas tienen ganchos o estribos de alambre saliendo en la parte superior, cerca de los extremos, los cuales se utilizan para moverlas, según se indica en la Figura N° 1.

Las viguetas no se deben izar del centro, ni de más de dos puntos simultáneamente. Para el montaje con grúa, se requiere el uso de cables de acero (eslingas), los cuales deben formar un ángulo de 45° o mayor.

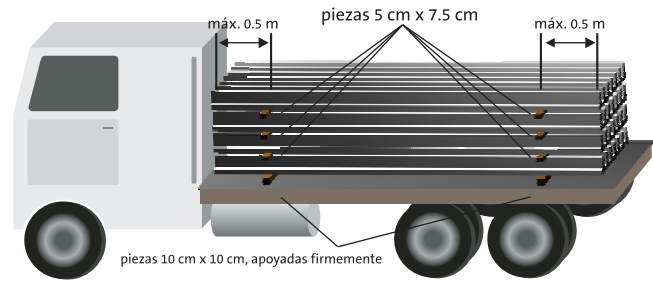


Figura N° 4: Transporte de viguetas de entrepiso

Bloques de entrepiso

Hay dos formas de manipular los bloques de entrepiso de forma segura, tal y como se describe a continuación (Figura N°3):

1. Cuando el bloque está almacenado de “canto”, lo correcto es tomarlo por las paredes externas y proceder a cargarlo.
2. Cuando se va a instalar el bloque, lo correcto es tomarlo de los dos nervios internos, para colocarlo en la posición horizontal final.



EN/LL. Losa Lex

EN/LL-1. Generalidades

Este sistema consiste en paneles de concreto con huecos de sección circular, en módulos de 1,22 m de ancho. Los paneles tienen espesores de 20 y 25 cm, los cuales pueden ser utilizados para claros entre vigas de hasta 12 m. Versátil y económica, la Losa Lex permite el desarrollo de proyectos de muy diversos tipos, sin dejar por fuera el factor costo.

Ventajas

- Funcionalidad arquitectónica.
- Los entresijos contruidos a partir de elementos de Losa Lex, permiten acabados planos, con optimización del espacio.
- Los paneles son colocados de acuerdo con los marcos estructurales del edificio y detalles sugeridos por el diseño arquitectónico y estructural.



- Mayor facilidad en la instalación eléctrica y mecánica, ya que los orificios de la Losa Lex forman una ruta conveniente para colocar la tubería eléctrica y mecánica. Esta es una manera económica de eliminar instalaciones en la superficie.
- En numerosos edificios es posible utilizar los orificios de la Losa Lex como ventilación y ductos para el aire acondicionado. Esto ofrece un ambiente agradable, atractiva apariencia y bajos costos de construcción.
- Utilización mínima de formaleas y obras falsas.
- Fácil instalación en construcción donde se utilicen grúas.
- Construcción en el menor tiempo posible al mejor costo.
- Versátil y flexible, puede usarse con cualquier sistema constructivo.
- Rapidez de construcción en cualquier condición climática.
- Facilidades para la instalación de acabados en cielos y pisos.
- Confort para los usuarios por su aislamiento acústico y térmico.
- Rápida entrega en obra.
- No requiere mantenimiento.
- Seguridad por su alta calidad, resistencia estructural y al fuego.

EN/LL-2. Características

Las losas de entresijo, llamadas losas Lex, son elementos preesforzados extruidos, con vacíos continuos que se producen en bancadas de pretensión bajo condiciones controladas de diseño de mezcla, colocación y curado del concreto.

Materiales

Concreto: El concreto tiene una resistencia mínima a la compresión de 280kg/cm^2 al momento de la destensión del presfuerzo y de 420kg/cm^2 a los 28 días.

Cemento: El cemento está conforme a la especificación Reglamento Técnico de Cementos de Costa Rica RTCR 383:2004

Agregados: Los agregados están conforme a la especificación ASTM C-33.

Refuerzo: El acero de presfuerzo está conforme a la especificación ASTM A-886 ó ASTM A-416.

Tolerancias

Las losas Lex cumplen con las siguientes tolerancias dimensionales:

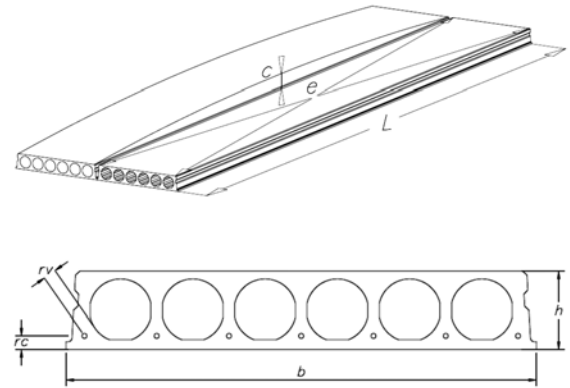
- Longitud, L: $\pm 25.4\text{mm}$
 Ancho, b: $\pm 6.40\text{mm}$ en losa completa de 1.21m de ancho.
 $\pm 12.7\text{mm}$ en anchos menores (corte de sierra).
 Espesor, h: $\pm 6.40\text{mm}$.

Contraflecha diferencial entre losas adyacentes del mismo diseño, longitud y ancho, c: 6.25mm por cada 3.0m.

Escuadra de los extremos, e: $\pm 12.7\text{mm}$.

Aberturas

Las Lex incluyen las aberturas en los extremos, necesarias para la conexión estructural de las losas. Cualquier otra abertura o corte de los torones de preesfuerzo deberá ser aprobada por el ingeniero responsable y/o Productos de Concreto antes del corte o perforación.



Tolerancias dimensionales de la Losa Lex

Textura

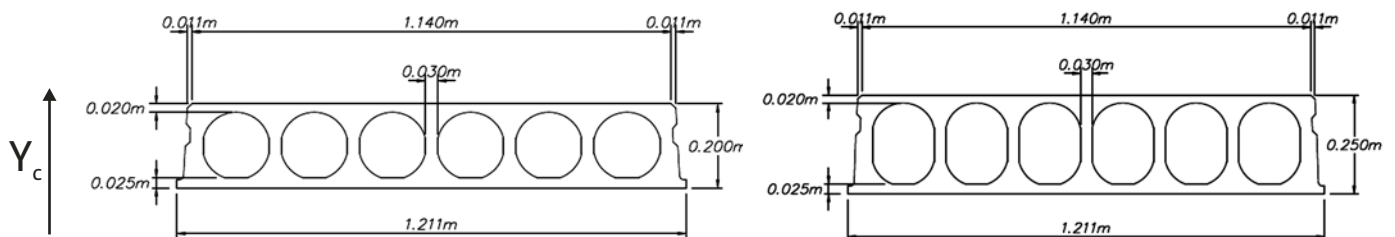
Productos de Concreto utiliza moldes de acero para la fabricación de los elementos extruidos.

Cara inferior: Lisa de molde.

Cara superior: Acabado rugoso en toda la superficie, que permite la adherencia del concreto que se coloca en la obra.

EN/LL-3. Aspectos de diseño

Propiedades de la sección transversal:



Losa Lex de 20 cm de peralte

Área, Arc :	1151 cm ²
Inercia, Ixx :	59773 cm ⁴
Posición del centroide, Yc :	9.8 cm
Resistencia a los 28 días, f'c :	420 kg/cm ²

Losa Lex de 25 cm de peralte

Área, Ac :	1485 cm ²
Inercia, Ixx :	117510 cm ⁴
Posición del centroide, Yc :	11.9 cm
Resistencia a los 28 días, f'c :	420 kg/cm ²

Tablas de diseño por sobrecarga y claro admisible

Losa Lex de 20 cm de peralte con sobrelosa de 6 cm con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Tipo de losa	Lex 20-0N/5N		Lex 20-0N/6N		Lex 20-0N/7N		Lex 20-0N/5D		Lex 20-0H/4H	
Peso Losa Lex	231 kg/m ²		231 kg/m ²		231 kg/m ²		231 kg/m ²		231 kg/m ²	
Peso concreto colado en sitio**	159 kg/m ²		159 kg/m ²		159 kg/m ²		159 kg/m ²		159 kg/m ²	
Fuerza de pretensión/torón	0/5200 kgf		0/5800 kgf		0/6350 kgf		0/12500 kgf		0/17900 kgf	
Sobrecarga $CM_{siti} + CV \text{ (kg/m}^2\text{)}$	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento
200	8.27	8.75	9.02	9.56	9.21	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
250	8.02	8.44	8.75	9.22	9.21	9.89	10.00	10.00	10.00	10.00
300	7.78	8.16	8.48	8.90	9.10	9.56	10.00	10.00	10.00	10.00
350	7.55	7.90	8.24	8.62	8.83	9.25	9.89	10.00	10.00	10.00
400	7.35	7.64	8.01	8.31	8.59	8.92	9.61	9.98	10.00	10.00
450	7.16	7.38	7.81	8.03	8.37	8.61	9.36	9.64	9.81	10.00
500	6.99	7.14	7.61	7.77	8.16	8.34	9.12	9.33	9.56	9.82
550	6.82	6.92	7.44	7.54	7.96	8.09	8.90	9.05	9.33	9.52
600	6.67	6.73	7.27	7.32	7.78	7.86	8.70	8.79	9.11	9.25
650	6.53	6.55	7.11	7.13	7.62	7.65	8.51	8.56	8.91	9.00
700	6.38	6.38	6.94	6.94	7.45	7.45	8.33	8.34	8.73	8.77
750	6.23	6.23	6.78	6.78	7.27	7.27	8.13	8.13	8.53	8.56
800	6.08	6.08	6.62	6.62	7.10	7.10	7.95	7.95	8.28	8.36
850	5.95	5.95	6.47	6.47	6.94	6.94	7.77	7.77	8.05	8.17
900	5.82	5.82	6.33	6.33	6.80	6.80	7.58	7.61	7.83	7.95
950	5.70	5.70	6.21	6.21	6.66	6.66	7.39	7.45	7.63	7.75
1000	5.59	5.59	6.08	6.08	6.53	6.53	7.21	7.31	7.45	7.55
Contraflechas iniciales	$\Delta_{7m} = -0.33 \text{ cm}$		$\Delta_{7.5m} = -0.62 \text{ cm}$		$\Delta_{8m} = -1.04 \text{ cm}$		$\Delta_{9m} = -2.02 \text{ cm}$		$\Delta_{9.3m} = -2.67 \text{ cm}$	

** El "peso de concreto colado en sitio" incluye el peso de los completamientos entre losas Lex y el peso de la sobrelosa de 6 cm.

Losa Lex de 20 cm de peralte con una sobrelosa de 8 cm con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Tipo de losa	Lex 20-0N/6N		Lex 20-0N/7N		Lex 20-0D/5D		Lex 20-0H/4H	
Peso Losa Lex	231 kg/m ²		231 kg/m ²		231 kg/m ²		231 kg/m ²	
Peso concreto colado en sitio**	207 kg/m ²		207 kg/m ²		207 kg/m ²		207 kg/m ²	
Fuerza de pretensión/torón	0/5600 kgf		0/6100 kgf		0/12100 kgf		0/17600 kgf	
Sobrecarga $CM_{siti} + CV \text{ (kg/m}^2\text{)}$	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento
200	8.07	9.42	9.11	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
250	8.07	9.11	9.04	9.81	10.00	10.00	10.00	10.00
300	8.07	8.83	8.80	9.51	9.88	10.00	10.00	10.00
350	7.98	8.58	8.58	9.23	9.62	10.00	10.00	10.00
400	7.79	8.34	8.37	8.97	9.39	10.00	9.90	10.00
450	7.61	8.13	8.18	8.74	9.17	9.81	9.67	10.00
500	7.45	7.93	8.00	8.52	8.97	9.56	9.45	10.00
550	7.30	7.73	7.84	8.30	8.78	9.29	9.25	9.78
600	7.15	7.52	7.68	8.07	8.60	9.04	9.06	9.52
650	7.01	7.32	7.53	7.86	8.43	8.81	8.88	9.27
700	6.88	7.14	7.39	7.67	8.27	8.59	8.71	9.04
750	6.76	6.97	7.26	7.49	8.12	8.39	8.55	8.83
800	6.65	6.82	7.13	7.32	7.98	8.20	8.40	8.63
850	6.54	6.67	7.01	7.16	7.84	8.02	8.26	8.45
900	6.43	6.53	6.90	7.01	7.72	7.86	8.05	8.25
950	6.33	6.40	6.79	6.88	7.57	7.70	7.85	8.05
1000	6.23	6.28	6.69	6.75	7.39	7.56	7.67	7.85
Contraflechas iniciales	$\Delta_{7.5m} = -0.59 \text{ cm}$		$\Delta_{7.5m} = -0.97 \text{ cm}$		$\Delta_{8m} = -1.96 \text{ cm}$		$\Delta_{9.3m} = -2.67 \text{ cm}$	

** El "peso de concreto colado en sitio" incluye el peso de los completamientos entre losas Lex y el peso de la sobrelosa de 8 cm.

Se consideró una condición temporal durante el diseño que contempla el concreto de sobrelosa fresco y una carga constructiva de 120kg/cm² según SEI/ASCE 37-02.

Todos los cálculos de acuerdo al código ACI 318-08, elementos presforzados tipo U, ACI 18.3.3.

Se consideran los criterios de: - Capacidad última a flexión y cortante. - Esfuerzos elásticos. - Deflexiones al centro del claro.

No se considera la contribución del acero en los apoyos (M-)

Se utilizó un factor de carga promedio de 1.6 para la carga superpuesta muerta y viva.

Los coeficientes de reducción son 0.9 para flexión y 0.75 para cortante.

Se supone una carga superpuesta sostenida de 100 kg/m² para el cálculo de las pérdidas por flujo plástico.

Se supone una humedad relativa promedio del 70% para el cálculo de las pérdidas por contracción del concreto.

Producto de pruebas realizadas por PC se encontró que por variaciones en el módulo de elasticidad y por efectos del flujo plástico ante la pretensión la contraflecha teórica debe corregirse por un factor de 1.9 para calcular la contraflecha real para el tiempo medio transcurrido hasta el montaje.

Las contraflechas iniciales incluyen el factor de 1.9, y se muestran como parámetro de referencia, no como un dato exacto para cada caso analizado.

RESISTENCIA DE CONCRETOS:

Losa Lex al desmolde $f'ci=280\text{kg/cm}^2$

Losa Lex $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$

Sobrelosa en sitio $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Tablas de diseño por sobrecarga y claro admisible

Losa Lex de 20 cm de peralte con una sobrelosa de 10 cm con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

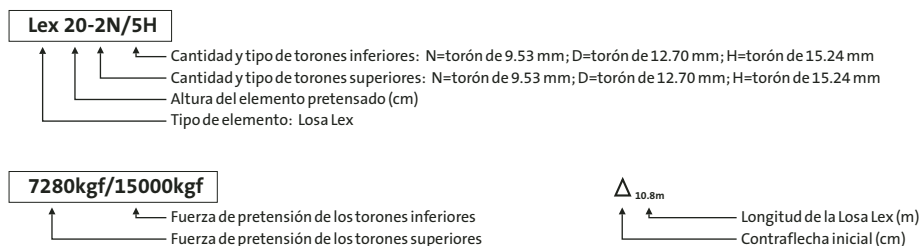
Tipo de losa	Lex 20-0N/6N		Lex 20-0N/7N		Lex 20-0D/5D		Lex 20-0H/4H	
Peso Losa Lex	231 kg/m ²		231 kg/m ²		231 kg/m ²		231 kg/m ²	
Peso concreto colado en sitio**	255 kg/m ²		255 kg/m ²		255 kg/m ²		255 kg/m ²	
Fuerza de pretensión/torón	0/5350 kgf		0/5800 kgf		0/11800 kgf		0/17100 kgf	
Sobrecarga $CM_{solic} + CV$ (kg/m ²)	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento
200	7.64	9.31	8.60	10.00	9.66	10.00	10.00	10.00
250	7.64	9.04	8.60	9.71	9.66	10.00	10.00	10.00
300	7.64	8.78	8.47	9.44	9.55	10.00	10.00	10.00
350	7.64	8.55	8.29	9.19	9.34	10.00	9.86	10.00
400	7.56	8.34	8.12	8.96	9.14	10.00	9.65	10.00
450	7.42	8.14	7.96	8.74	8.96	9.86	9.45	10.00
500	7.27	7.96	7.80	8.54	8.78	9.63	9.27	10.00
550	7.14	7.78	7.66	8.35	8.62	9.41	9.09	9.94
600	7.02	7.62	7.52	8.18	8.46	9.21	8.92	9.72
650	6.90	7.47	7.39	8.01	8.31	9.02	8.77	9.52
700	6.78	7.32	7.27	7.86	8.17	8.82	8.62	9.29
750	6.68	7.15	7.15	7.68	8.04	8.62	8.48	9.08
800	6.57	7.00	7.04	7.52	7.91	8.43	8.34	8.88
850	6.47	6.85	6.94	7.36	7.79	8.25	8.21	8.70
900	6.38	6.72	6.84	7.21	7.68	8.09	8.09	8.52
950	6.29	6.59	6.74	7.08	7.57	7.93	7.97	8.31
1000	6.20	6.46	6.64	6.94	7.46	7.79	7.84	8.12
Contraflechas iniciales	$\Delta_{7m} = -0.52 \text{ cm}$		$\Delta_{7.5m} = -0.87 \text{ cm}$		$\Delta_{8.6m} = -1.84 \text{ cm}$		$\Delta_{9m} = -2.52 \text{ cm}$	

** El "peso de concreto colado en sitio" incluye el peso de los completamientos entre losas Lex y el peso de la sobrelosa de 10 cm.

Losa Lex de 25 cm de peralte con sobrelosa de 6 cm con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Tipo de losa	Lex 25-0N/5D		Lex 25-0D/7D		Lex 25-0H/4H		Lex 25-2N/5H		Lex 25-0H/5H	
Peso Losa Lex	298 kg/m ²		298 kg/m ²		298 kg/m ²		298 kg/m ²		298 kg/m ²	
Peso concreto colado en sitio**	163 kg/m ²		163 kg/m ²		163 kg/m ²		163 kg/m ²		163 kg/m ²	
Fuerza de pretensión/torón	0/11500 kgf		0/12000 kgf		0/16000 kgf		7280kgf/15000 kgf		0/16000 kgf	
Sobrecarga $CM_{solic} + CV$ (kg/m ²)	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento
200	11.70	12.24	12.50	12.50	12.12	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50
250	11.35	11.83	12.50	12.50	11.77	12.27	12.50	12.50	12.50	12.50
300	11.02	11.46	12.50	12.50	11.42	11.88	12.50	12.50	12.35	12.50
350	10.72	11.12	12.20	12.50	11.11	11.53	12.20	12.50	12.00	12.46
400	10.44	10.75	11.87	12.31	10.81	11.20	11.89	12.30	11.67	12.10
450	10.18	10.41	11.57	11.97	10.54	10.90	11.59	11.98	11.38	11.77
500	9.94	10.09	11.29	11.66	10.29	10.63	11.32	11.68	11.10	11.47
550	9.72	9.81	11.03	11.37	10.06	10.33	11.07	11.40	10.84	11.18
600	9.51	9.55	10.78	11.06	9.84	10.06	10.83	11.13	10.60	10.92
650	9.30	9.30	10.56	10.78	9.64	9.80	10.61	10.85	10.38	10.68
700	9.08	9.08	10.34	10.52	9.44	9.56	10.40	10.55	10.17	10.39
750	8.87	8.87	10.06	10.20	9.26	9.34	10.10	10.24	9.94	10.07
800	8.67	8.67	9.78	9.91	9.09	9.14	9.82	9.95	9.65	9.78
850	8.49	8.49	9.51	9.64	8.93	8.94	9.56	9.69	9.39	9.51
900	8.32	8.32	9.27	9.39	8.70	8.76	9.32	9.44	9.15	9.26
950	8.16	8.16	9.04	9.15	8.48	8.58	9.10	9.21	8.92	9.03
1000	8.00	8.00	8.83	8.94	8.28	8.37	8.89	9.00	8.71	8.82
Contraflechas iniciales	$\Delta_{3.7m} = -0.99 \text{ cm}$		$\Delta_{11m} = -2.48 \text{ cm}$		$\Delta_{10m} = -1.32 \text{ cm}$		$\Delta_{11m} = -1.53 \text{ cm}$		$\Delta_{10.8m} = -2.24 \text{ cm}$	

** El "peso de concreto colado en sitio" incluye el peso de los completamientos entre losas Lex y el peso de la sobrelosa de 6 cm.



Tablas de diseño por sobrecarga y claro admisible

Losa Lex de 25 cm de peralte con sobrelosa de 8 cm con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Tipo de losa	Lex 25-0N/5D		Lex 25-0D/7D		Lex 25-0H/4H		Lex 25-2N/5H		Lex 25-0H/5H	
Peso Losa Lex	298 kg/m ²		298 kg/m ²		298 kg/m ²		298 kg/m ²		298 kg/m ²	
Peso concreto colado en sitio**	211 kg/m ²		211 kg/m ²		211 kg/m ²		211 kg/m ²		211 kg/m ²	
Fuerza de pretensión/torón	0/11000 kgf		0/12000 kgf		0/16000 kgf		7280kgf/15000 kgf		0/16000 kgf	
Sobrecarga $CM_{sac} + CV \text{ (kg/m}^2\text{)}$	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento
200	11.07	12.02	12.33	12.50	11.63	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50
250	10.93	11.65	12.33	12.50	11.49	12.26	12.50	12.50	12.43	12.50
300	10.65	11.32	12.31	12.50	11.20	11.91	12.30	12.50	12.11	12.50
350	10.39	11.01	12.00	12.50	10.92	11.58	12.00	12.50	11.80	12.50
400	10.16	10.73	11.72	12.40	10.67	11.28	11.73	12.38	11.52	12.20
450	9.93	10.47	11.45	12.09	10.43	11.00	11.47	12.08	11.26	11.89
500	9.72	10.22	11.20	11.80	10.21	10.74	11.23	11.80	11.02	11.60
550	9.53	9.99	10.97	11.53	10.00	10.50	11.00	11.54	10.79	11.33
600	9.34	9.74	10.75	11.27	9.81	10.26	10.79	11.29	10.57	11.08
650	9.17	9.50	10.54	11.03	9.62	10.01	10.59	11.06	10.37	10.85
700	9.00	9.27	10.35	10.77	9.45	9.78	10.40	10.84	10.18	10.63
750	8.84	9.07	10.17	10.50	9.28	9.56	10.22	10.53	9.99	10.37
800	8.70	8.87	9.99	10.21	9.12	9.35	10.03	10.25	9.82	10.08
850	8.55	8.69	9.73	9.94	8.98	9.16	9.77	9.98	9.61	9.82
900	8.42	8.52	9.49	9.69	8.83	8.98	9.54	9.73	9.37	9.57
950	8.29	8.36	9.27	9.46	8.70	8.81	9.32	9.50	9.15	9.33
1000	8.17	8.21	9.06	9.24	8.50	8.65	9.11	9.29	8.94	9.12
Contraflechas iniciales	$\Delta_{9.5m} = -0.90 \text{ cm}$		$\Delta_{11m} = -2.48 \text{ cm}$		$\Delta_{10m} = -1.32 \text{ cm}$		$\Delta_{11m} = -1.53 \text{ cm}$		$\Delta_{10.8m} = -2.24 \text{ cm}$	

** El "peso de concreto colado en sitio" incluye el peso de los completamientos entre losas Lex y el peso de la sobrelosa de 8 cm.

Losa Lex de 25 cm de peralte con sobrelosa de 10 cm con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Tipo de losa	Lex 25-0D/5D		Lex 25-0D/7D		Lex 25-0H/4H		Lex 25-2N/5H		Lex 25-0H/5H	
Peso Losa Lex	298 kg/m ²		298 kg/m ²		298 kg/m ²		298 kg/m ²		298 kg/m ²	
Peso concreto colado en sitio**	259 kg/m ²		259 kg/m ²		259 kg/m ²		259 kg/m ²		259 kg/m ²	
Fuerza de pretensión/torón	0/10900 kgf		0/12000 kgf		0/16000 kgf		7280kgf/15000 kgf		0/16000 kgf	
Sobrecarga $CM_{sac} + CV \text{ (kg/m}^2\text{)}$	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento	Claro (m) sin sistema de apuntalamiento	Claro (m) con sistema de apuntalamiento
200	10.63	11.96	12.00	12.50	11.19	12.50	12.31	12.50	12.07	12.50
250	10.63	11.63	12.00	12.50	11.19	12.28	12.31	12.50	12.07	12.50
300	10.40	11.32	12.00	12.50	10.96	11.95	12.04	12.50	11.86	12.50
350	10.18	11.04	11.79	12.50	10.73	11.65	11.79	12.50	11.60	12.50
400	9.97	10.78	11.54	12.50	10.51	11.37	11.55	12.47	11.35	12.30
450	9.78	10.53	11.31	12.21	10.30	11.10	11.32	12.19	11.12	12.01
500	9.59	10.30	11.09	11.94	10.11	10.86	11.11	11.92	10.91	11.74
550	9.42	10.09	10.88	11.68	9.92	10.63	10.91	11.68	10.70	11.49
600	9.25	9.89	10.69	11.44	9.75	10.42	10.72	11.44	10.51	11.25
650	9.10	9.67	10.50	11.21	9.58	10.20	10.54	11.23	10.33	11.03
700	8.95	9.46	10.33	10.99	9.42	9.97	10.37	11.02	10.15	10.82
750	8.81	9.25	10.16	10.76	9.27	9.76	10.20	10.82	9.99	10.62
800	8.67	9.06	10.00	10.51	9.13	9.55	10.05	10.53	9.83	10.38
850	8.54	8.88	9.85	10.24	8.99	9.36	9.90	10.27	9.68	10.11
900	8.42	8.71	9.69	9.99	8.86	9.19	9.73	10.02	9.54	9.86
950	8.30	8.55	9.47	9.75	8.73	9.02	9.51	9.79	9.35	9.63
1000	8.19	8.40	9.26	9.53	8.61	8.86	9.31	9.57	9.14	9.41
Contraflechas iniciales	$\Delta_{9.5m} = -0.87 \text{ cm}$		$\Delta_{11m} = -2.48 \text{ cm}$		$\Delta_{10m} = -1.32 \text{ cm}$		$\Delta_{11m} = -1.53 \text{ cm}$		$\Delta_{10.7m} = -2.26 \text{ cm}$	

** El "peso de concreto colado en sitio" incluye el peso de los completamientos entre losas Lex y el peso de la sobrelosa de 10 cm.

Se consideró una condición temporal durante el diseño que contempla el concreto de sobrelosa fresco y una carga constructiva de 120kg/cm² según SEI/ASCE 37-02.

Todos los cálculos de acuerdo al código ACI 318-08, elementos presforzados tipo U, ACI 18.3.3.

Se consideran los criterios de: - Capacidad última a flexión y cortante. - Esfuerzos elásticos. - Deflexiones al centro del claro.

No se considera la contribución del acero en los apoyos (M-)

Se utilizó un factor de carga promedio de 1.6 para la carga superpuesta muerta y viva.

Los coeficientes de reducción son 0.9 para flexión y 0.75 para cortante.

Se supone una carga superpuesta sostenida de 100 kg/m² para el cálculo de las pérdidas por flujo plástico.

Se supone una humedad relativa promedio del 70% para el cálculo de las pérdidas por contracción del concreto.

Producto de pruebas realizadas por PC se encontró que por variaciones en el módulo de elasticidad y por efectos del flujo plástico ante lapretensión la contraflecha teórica debe corregirse por un factor de 1.9 para calcular la contraflecha real para el tiempo medio transcurrido hasta el montaje.

Las contraflechas iniciales incluyen el factor de 1.9, y se muestran como parámetro de referencia, no como un dato exacto para cada caso analizado.

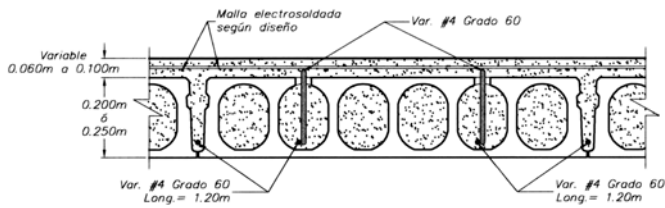
RESISTENCIA DE CONCRETOS:

Losa Lex al desmolde $f'c=280\text{kg/cm}^2$

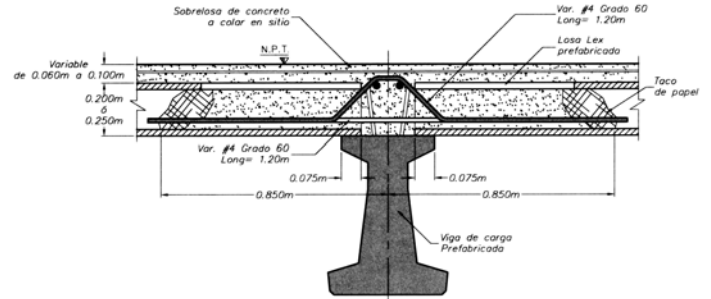
Losa Lex $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$

Sobrelosa en sitio $f'c=210\text{kg/cm}^2$

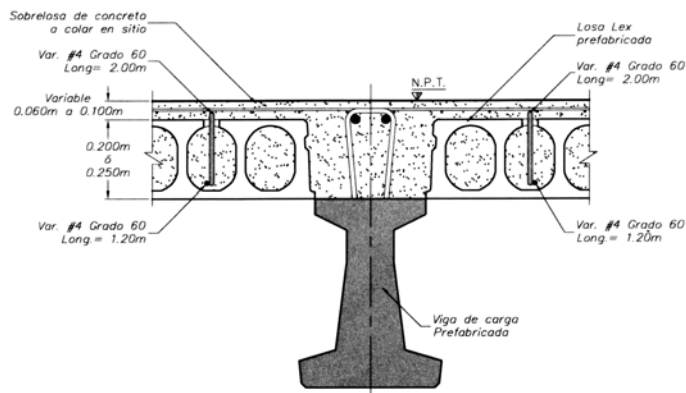
Detalles estructurales



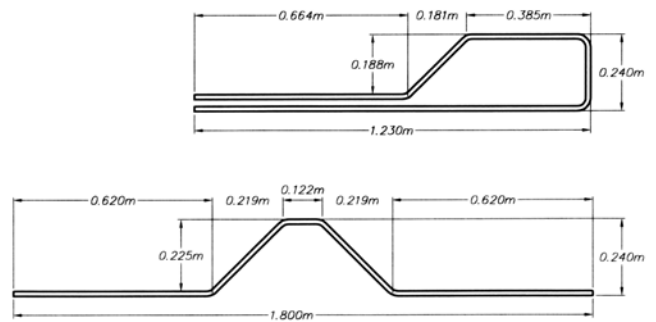
Sección típica de Losa Lex



Detalle de apoyo de Losa Lex sobre viga de carga



Detalle de llegada de Losa Lex a viga de amarre



Detalle de figuras de acero para apoyo de Losa Lex

Tiempo de resistencia al fuego para Losa Lex

Pieza	Resistencia a la transferencia de calor					Resistencia estructural			
						Piezas simplemente apoyadas		Piezas continuas con #4 grado 60@25 cm	
Espesor de la Losa Lex (cm)	Losa Lex sola	Losa Lex + sobrelosa de 5 cm	Losa Lex + Gypsum de 5/8 sin sobrelosa	Cielo de Gypsum X de 5/8 solo	Lex + sobrelosa de 5 cm + Gypsum de 5/8	Losa Lex + sobrelosa de 5 cm	Lex + sobrelosa de 5 cm + Gypsum de 5/8	Losa Lex + sobrelosa de 5 cm	Lex + sobrelosa de 5 cm + Gypsum de 5/8
20	1h 20 m	2h 10 m	2h 08 m	1h 00 m	3h 10 m	1h 00 m	2h 00 m	2h 00 m	3h 00 m
25	2 h 00 m	4h 10 m	2h 55 m	1h 00 m	5h 00 m	1h 00 m	2h 00 m	2h 00 m	3h 00 m

Notas: Los cálculos para la resistencia estructural asumen una Losa Lex de 20 cm con 7 torones de 1/2", una luz libre de 9.25 m, una sobrelosa de 5 cm y una carga adicional al peso propio y la sobrelosa de 550 kg/cm².

Los cálculos se hicieron con base a agregados silicios.

EN/LL-4. Instalación

Productos de Concreto utiliza pinzas de montaje con cadenas de seguridad para las losas de ancho completo. En el caso de losas de ajuste, se manipulan con eslingas certificadas de nylon. Para las losas de corte oblicuo, se procede según sea una losa de ancho completo o de ajuste.

En el sitio debe asegurarse que la pinza esté nivelada y el sobrerrelieve de ésta, esté bien ubicado dentro de la llave de cortante de la losa, antes de manipularla.

Cualquier procedimiento de izaje diferente al recomendado, puede inducir fallas locales en el material e incluso el deterioro del elemento hasta causarle fallas estructurales irreparables.

Es necesario levantar la losa cerca de los extremos. Levantar las losas desde otra ubicación, podría resultar en una rotura inmediata.

Condiciones seguras para el izaje

Dispositivo individual

El borde del dispositivo de izaje se deberá colocar como mínimo a 65cm del extremo de la losa hasta una distancia máxima de $0.2 \times L$ ó 1.8m, la menor de las dos.

Dispositivo en pares

a. Losas menores o iguales a 8.5m de longitud

El ángulo que forma con las líneas de izaje, no debe ser menor que 70 grados.

La distancia entre el gancho y la losa (H) se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$H = L\phi/2 * \text{Tan}(\phi)$$



Ubicación del dispositivo de izaje desde el extremo de la losa

Longitud LEX (m)	Criterios L max		Lmax resultante desde extremo (m)	Lmin desde extremo (m)
	Primer criterio Lmax = 0.2 x L	Segundo criterio = Lmax = 1.8m		
5.0	1.00	1.80	1.00	0.65
5.5	1.10	1.80	1.10	0.65
6.0	1.20	1.80	1.20	0.65
6.5	1.30	1.80	1.30	0.65
7.0	1.40	1.80	1.40	0.65
7.5	1.50	1.80	1.50	0.65
8.0	1.60	1.80	1.60	0.65
8.5	1.70	1.80	1.70	0.65
9.0	1.80	1.80	1.80	0.65
9.5	1.90	1.80	1.80	0.65
10.0	2.00	1.80	1.80	0.65
10.5	2.10	1.80	1.80	0.65
11.0	2.20	1.80	1.80	0.65
11.5	2.30	1.80	1.80	0.65
12.0	2.40	1.80	1.80	0.65
12.5	2.50	1.80	1.80	0.65

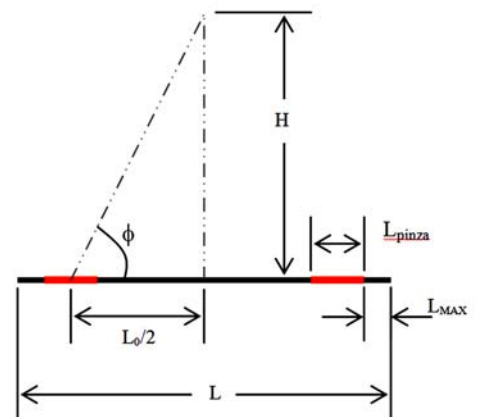
$$\text{donde: } L\phi = L - 2(L_{\text{max}} - 2(L_{\text{pinza}}/2))$$

L_{lex} = longitud de la losa

ϕ = ángulo que se forma entre la línea de izaje y la losa

L_{max} = distancia máxima permitida desde el extremo de la losa para ubicar el dispositivo de la losa

L_{pinza} = longitud del dispositivo de izaje





b. Losas mayores a 8.5 m de longitud

Se requiere además del par de pinzas, una viga telescópica para ensamblar las pinzas y con ello obtener distancias más cortas entre la Losa Lex y el gancho de la grúa.

EN/LL-5. Almacenamiento y manipulación

Cuando sea necesario apilar la LosaLex en el sitio de trabajo, los siguientes procedimientos son esenciales:

- Nunca utilizar apoyos al medio o cercanos a la zona central de una LEX dado que provocan una inversión de los esfuerzos y muy posiblemente fisuramiento de la pieza.
- La zona de almacenamiento debe estar limpia para evitar que las losas se contaminen con materiales que pueden provocar problemas de adherencia entre el concreto prefabricado y el que se ha de colar en sitio.
- Cuando se apilan varias losas, los espaciadores deberán estar ubicados de tal modo que formen una línea vertical con los demás.
- Los espaciadores del terreno (espaciadores para piso) deberán extenderse al ancho

Distancia entre losa y gancho de grúa (H)					
Longitud L_{lex} (m)	Longitud lateral pinza $L_{pinza} = 0.71$ m	L_{max} desde extremo (m)	Longitud libre/2, $L_o/2$ (m)	$\tan(\phi * \pi / 180)$ $\phi = 70$	Distancia H(m)
5.0	1.00	1.80	1.00	0.65	3.1
5.5	1.10	1.80	1.10	0.65	3.6
6.0	1.20	1.80	1.20	0.65	4.0
6.5	1.30	1.80	1.30	0.65	4.4
7.0	1.40	1.80	1.40	0.65	4.8
7.5	1.50	1.80	1.50	0.65	5.2
8.0	1.60	1.80	1.60	0.65	5.6
8.5	1.70	1.80	1.70	0.65	6.0

completo de la losa y estar paralelos y nivelados para evitar alabeo y rotura de la losa debido a torsión.

- Los espaciadores para piso deberán ser del ancho suficiente para prevenir hundimiento en el terreno. El contacto con el terreno podría dañar la losa.
- Los espaciadores deberán ubicarse en un rango entre 0.30 m y 0.60 m de cada extremo de la losa.
- Como dimensiones mínimas se define:

Espaciador de piso: De madera semi dura (34kg/cm^2 de esfuerzo a compresión), cuadrado con 9.84cm de lado (3" y 7/8")

Espaciador típico: De madera semi dura (34kg/cm^2 de esfuerzo a compresión) cuadrado con 4.45cm de lado (1" y 3/4")

- No apilar más de 12 losas Lex de 20 cm, ni más de 9 losas Lex de 25 cm en altura y solamente si el suelo está firme.
- No apilar más de 1 losa sobre otra que haya sido montada en la estructura.
- Las losas de corte oblicuo deberán almacenarse usando un apoyo adicional, de modo que la punta no se doble hacia abajo y ocurran fisuras en la parte superior del elemento.



**PRODUCTOS
DE CONCRETO**

Empresa Holcim (Costa Rica) S.A.

Salas de Ventas:

- San Francisco de Dos Ríos • Tel. 2226-3333

- San Rafael de Alajuela • Tel. 2205-2828

Centro de Servicio al Cliente

Tel. (506) 2205-2800 • Fax 2205-2700

Apdo. 4301-1000

San Rafael de Alajuela, Costa Rica

www.pc.cr