

TABLAS DE DIMENSIONAMIENTO DE LOSAS DE CLT HILAM

El diseño de una losa de piso de CLT no es extremadamente complejo, pero requiere de un buen conocimiento de las propiedades del material, las cargas que se deben considerar y el uso adecuado de herramientas de análisis estructural. Adicionalmente, se debe considerar el requerimiento de resistencia al fuego.

En esta ficha presentamos una tabla de luces para los paneles de CLT HILAM para facilitar el prediseño de losas gravitacionales en edificios de toda índole: residenciales, comerciales o industriales.

LA TABLA CONSIDERA TRES CONDICIONES DE APLICACIÓN:

- Simplemente Apoyado en 1 tramo.
- Continuo en 2 tramos.
- Voladizo en 1 tramo.

Con esta información se puede calcular en espesor de la losa de CLT para una luz y condiciones de carga determinadas, o bien, definir la grilla o espaciamiento de los elementos de apoyo de las losas de manera de optimizar el uso del material.

En una segunda tabla, se entrega la resistencia al fuego RF asociada del panel de CLT, que es una restricción que se exige a las edificaciones según ordenanza OGUC. Para el cálculo de la resistencia al fuego, se considera que la losa de CLT queda a la vista por debajo, es decir, sin un revestimiento.

Por lo tanto, si en un caso específico se necesitara aumentar la resistencia al fuego de la solución constructiva, se pueden seguir dos caminos: aumentar el espesor del panel de CLT o agregar un revestimiento que proteja a la madera, por ejemplo, yeso cartón.

CONDICIONES PARA LA APLICACIÓN DE LAS TABLAS

Para el cálculo en frío, se asumen los siguientes supuestos:

- Láminas longitudinales C24 y transversales C16 de acuerdo a EN 338 para panel.
- Cargas de uso de la norma NCh1537.
- Restricciones de deformación según NCh1198.
- Vibraciones según NDS2018 y criterio CLT Handbook Canada y USA.

Para el diseño al fuego, se asumen los siguientes supuestos:

- Fuego unilateral.
- Metodología de verificación tanto por metodología americana como europea, se toma el peor de los dos casos.
- Velocidad de carbonización del CLT HILAM calibrado según ensayos de carbonización en IDIEM, que son levemente superiores a los declarados por norma NDS2018 y Eurocódigo 5-2.

METODOLOGÍA DE DESARROLLO

El punto de partida es el diseño sin fuego, que define un espesor suficiente para cumplir con las condiciones de cargas, espesor, calidad y apoyos del panel de CLT.

Luego, a esta condición, se agrega la variable minutos de fuego, subiéndola escalonadamente desde 15 a 30, 60, 90 y 120 minutos hasta que el modo de falla flexión-fuego llega a un 100% de utilización.

Lo anterior define la cantidad de minutos finales que resiste el panel de CLT sin afectar los otros modos de falla asociados al diseño sin fuego.

La resistencia al fuego de un panel de CLT depende no solo del fuego, sino que de las cargas. Esto dado que los códigos internacionales imponen que luego de quemado el panel, el espesor remanente debe ser suficiente para resistir unas condiciones de carga particulares para el caso fuego. Por eso es relevante ver ambas tablas al mismo tiempo, ya que son interdependientes.

¿CÓMO SE USAN LAS TABLAS?

En la primera columna se identifican las distintas opciones de paneles CLT HILAM y las tres siguientes la cantidad de apoyos: "Simplemente Apoyado en 1 tramo", "Continuo en 2 tramos" y "Voladizo en 1 tramo". En las filas están los pesos propios y sobrecarga de uso requerida y por último en cada celda a distancia en metros lineales de la luz a salvar.

Así, fijando el peso propio adicional, la carga de uso y el tipo de apoyos del panel, se puede determinar el espesor de CLT HILAM que cumple para una luz entre apoyos en específico.

LOSAS GRAVITACIONALES DE CLT HILAM - LUZ MÁXIMA L [M]

Espesor CTL (mm)	SIMPLEMENTE APOYADO (1 TRAMO)																		CONTINUO (2 TRAMOS)												VOLADIZO (1 TRAMO)								
	Peso propio adicional 50kgf/m ²								Peso propio adicional 150kgf/m ²								Peso propio adicional 50kgf/m ²						Peso propio adicional 150kgf/m ²						Peso propio adicional 50kgf/m ²			Peso propio adicional 150kgf/m ²							
	Carga de Uso (kgf/m ²)								Carga de Uso (kgf/m ²)								Carga de Uso (kgf/m ²)						Carga de Uso (kgf/m ²)						Carga de Uso (kgf/m ²)			Carga de Uso (kgf/m ²)							
	100	200	300	500	200	300	500	100	200	300	500	200	300	500	100	200	300	500	200	300	500	100	200	300	500	200	300	500											
60	2,75	2,50	2,25	1,75	2,25	2,00	1,75	3,75	3,00	3,00	2,50	3,00	2,75	2,25	1,25	1,00	1,00	0,75	1,00	0,75	0,75																		
80	3,75	3,00	3,00	2,50	3,00	2,75	2,50	5,00	3,50	3,50	3,25	3,50	3,50	3,25	1,75	1,50	1,25	1,00	1,25	1,25	1,00																		
90	4,25	3,25	3,25	2,75	3,25	3,00	2,75	5,50	4,00	4,00	3,75	4,00	4,00	3,50	2,00	1,50	1,50	1,25	1,50	1,25	1,25																		
100	4,50	3,50	3,50	3,00	3,25	3,25	3,00	6,00	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	3,75	2,00	1,75	1,50	1,25	1,50	1,50	1,25																		
110	5,00	4,00	4,00	3,50	3,75	3,75	3,50	6,50	4,50	4,50	4,25	4,50	4,50	4,25	2,25	2,00	1,75	1,50	1,50	1,50	1,25																		
120	5,50	4,00	4,00	3,50	4,00	4,00	3,50	7,00	4,75	4,75	4,50	4,75	4,75	4,50	2,50	2,25	2,00	1,75	1,75	1,75	1,50																		
130	5,75	4,25	4,25	4,00	4,25	4,25	3,75	7,25	5,00	5,00	4,75	5,00	5,00	4,75	2,75	2,25	2,00	1,75	2,00	1,75	1,50																		
150	6,25	4,75	4,75	4,25	4,75	4,75	4,25	7,75	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,25	3,00	2,50	2,25	2,00	2,00	2,00	1,75																		
160	6,50	4,75	4,75	4,25	4,75	4,75	4,25	8,00	5,75	5,75	5,50	5,75	5,75	5,50	3,00	2,75	2,50	2,00	2,25	2,00	1,75																		
170	7,00	5,25	5,25	4,50	5,25	5,25	4,50	8,50	6,25	6,00	6,00	6,25	6,00	5,75	3,25	3,00	2,50	2,25	2,50	2,25	2,00																		
180	7,00	5,50	5,50	5,00	5,50	5,50	4,75	8,50	6,50	6,50	6,25	6,50	6,50	6,00	3,50	3,00	2,75	2,50	2,50	2,50	2,00																		
200	7,50	5,75	5,75	5,50	5,50	5,75	5,00	9,50	6,75	6,50	6,75	6,75	6,50	6,50	3,75	3,25	3,00	2,50	2,75	2,50	2,25																		
210	7,50	5,75	5,75	5,50	5,75	5,75	5,00	9,50	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,50	3,75	3,50	3,00	2,75	3,00	2,75	2,50																		

L

L L

0,8L mínimo L

La segunda tabla tiene las mismas columnas de la anterior y en ella se puede encontrar la resistencia al fuego RF de la solución seleccionada, que puede ser F-15, F-30, F-60, F-90 o F-120.

LOSAS GRAVITACIONALES DE CLT HILAM - RESISTENCIA AL FUEGO [F]																						
Espesor CTL (mm)	SIMPLEMENTE APOYADO (1 TRAMO)								CONTINUO (2 TRAMOS)								VOLADIZO (1 TRAMO)					
	Peso propio adicional 50kgf/m ²				Peso propio adicional 150kgf/m ²				Peso propio adicional 50kgf/m ²				Peso propio adicional 150kgf/m ²				Peso propio adicional 50kgf/m ²				Peso propio adicional 150kgf/m ²	
	Carga de Uso (kgf/m ²)				Carga de Uso (kgf/m ²)				Carga de Uso (kgf/m ²)				Carga de Uso (kgf/m ²)				Carga de Uso (kgf/m ²)				Carga de Uso (kgf/m ²)	
	100	200	300	500	200	300	500	100	200	300	500	200	300	500	100	200	300	500	200	300	500	
60	30	30	30	30	30	30	15	30	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30		
80	60	60	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60		
90	60	60	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	60	60	60	60		
100	60	60	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	90	60	60	60		
110	90	90	60	60	60	60	60	60	30	30	30	30	30	30	30	30	90	90	90	90		
120	90	90	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	90	90	90	90		
130	90	90	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	90	90	90	90		
150	90	90	90	90	90	90	90	90	60	90	90	90	90	60	60	90	90	90	90	90		
160	90	90	90	90	90	90	90	90	60	90	90	90	90	60	60	90	90	90	90	90		
170	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90		
180	120	120	120	120	120	120	90	120	120	120	90	120	120	120	120	90	120	120	120	120		
200	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	90	120	120	120	120	90	120	120	120	120		
210	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	90	120	120	120	120	90	120	120	120	120		

CASO DE EJEMPLO 1:

Simplemente apoyado

En un caso hipotético donde se requiera proyectar un panel CLT de piso con condiciones de apoyo "Simplemente Apoyado 1 tramo", que soporte 150 kgf/m² de peso propio adicional, 200 kg/m² de sobrecarga de uso (proyecto residencial) y una luz entre apoyos de 4 m.

Elegimos la opción de simplemente apoyado, identificamos la columna del requerimiento de peso propio 150 kg/m² e identificamos la columna del requerimiento de sobre carga de uso: 200 kg/m².

En las celdas que muestran los metros de luz buscamos la opción que cumpla con al menos 4m.

Una vez cruzados los parámetros de sobrecarga de uso requerida y luz a salvar se puede identificar en la primera columna de la misma línea de la celda elegida el tipo de panel CLT a utilizar definido por su espesor.

RESULTADO:

Se requiere un panel CLT HILAM 120mm de espesor.

Luego en la tabla 2, para la misma posición de la tabla de arriba, se aprecia que la solución tiene una resistencia al fuego de F-60. Cabe destacar que según OGUC, 60 minutos de fuego es lo que se requiere para losas en edificaciones residenciales de hasta 4 pisos.

CASO DE EJEMPLO 2:

Continuo

En el caso que necesitamos verificar la misma condición, pero queremos revisar si es que existe una ventaja al darle continuidad a la losa sobre 2 tramos.

Para esto tomamos los mismos requerimientos, pero vamos a la condición a la columna correspondiente a la opción de apoyo de 2 tramos. Y en las celdas que muestran los metros de luz buscamos la opción que cumpla con al menos 4m.

Una vez cruzados los parámetros de sobrecarga de uso requerida y luz a salvar se puede identificar en la primera columna de la misma línea de la celda elegida el tipo de panel CLT a utilizar definido por su espesor.

RESULTADO:

Se requiere un panel CLT HILAM 90mm de espesor. Pero la resistencia al fuego baja a F-30, que de acuerdo con OGUC aplicaría a viviendas de hasta 2 pisos.

Si aun así se requiriera que la solución fuera F-60, una opción es que se recubra con yeso cartón por debajo. Sin embargo, si se requiere que el CLT quede visto como cielo, necesariamente debiera ser de 120 mm de espesor, ya que cumple con F-60.

CASO DE EJEMPLO 3:

Voladizo

En el caso de este requerimiento, pero en voladizo, para un peso propio de 150 kg/m² y una sobrecarga de uso: 200 kg/m² y una luz distinta, digamos 2m.

RESULTADO:

Para el diseño en frío, un panel de CLT HILAM de 120mm cumple con las exigencias propias del caso estudiado.

En cuanto a la resistencia al fuego, al cruzar los datos con la tabla de abajo se aprecia que esta solución tiene una resistencia al fuego de F-90.