

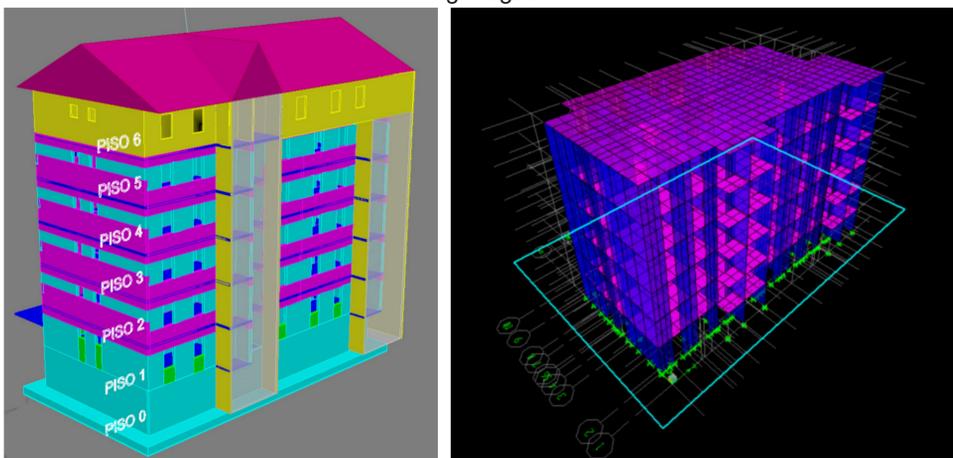
RESULTADOS PROYECTO

Resumen

Imagen del proyecto original, ubicado en la ciudad de Valdivia, cuenta con 6 pisos de estructura de Hormigón armado y 1 mansarda de acero galvanizado.



Se establece el proyecto en CLT respetando las condiciones de Arquitectura del proyecto original, definiendo las condiciones estructurales y de composición de los elementos para que se cumplan las características acústicas, térmicas e ignífugas



Conclusiones

- El mayor desvío del diafragma que el modelo presenta corresponde a un 25% del máximo exigido, produciéndose en el piso 3. La deformación correspondiente a lo que la norma llama "de algún punto cualquiera de la planta" llega a un 48% de lo exigido como máximo.

- La evaluación del elemento más solicitado se realizó en base al método estático y la NCh 1198 of2006 para los aspectos de flexión y cizalle, donde en la primera restricción se llega a un 16,67% y en la segunda un 16,44% del máximo exigido; los resultados obtenidos en el modelo dinámico y en el cálculo manual coinciden con lo que la bibliografía señala para este tipo de edificaciones.

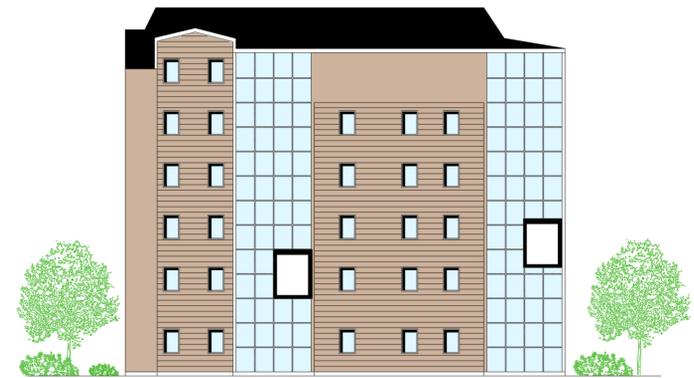
- Para dar cumplimiento a los requisitos normativos chilenos, se consideran los resultados de los ensayos de origen canadiense, de esta forma se tiene que la conductividad térmica del CLT equivale a un 7,97% de la del Hormigón armado; en el aspecto acústico se requiere la instalación de un sistema de aislación en los muros separadores entre unidades y en los que quedan en contacto con la escalera. El resto de los muros y losas no requiere tratamiento ya que cumplen con los requerimientos legales. Finalmente el CLT propuesto en este proyecto de título, de las categorías E1 y V2, cumple con una resistencia ignífuga de 147 minutos, por lo que incluso en los tabiques (donde se solicitan 30 minutos de resistencia) el proyecto tendrá un mejor desempeño en caso de incendio.

- La propuesta evaluada demuestra que es posible técnica y económicamente la realización de un proyecto de mediana altura en base a CLT en nuestro país, considerando las actividades críticas definidas a partir de su incidencia económica; el costo aumenta en un 13,14% con respecto al costo original de tales actividades del proyecto original y el plazo se reduce a un 37,97% del definido en la programación del proyecto original.

Bibliografía

- Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, Ministerio de Urbanismo. Febrero-2018.
- NCh1198.Of1991: "Madera - Construcciones en madera - Cálculo".
- NCh1207.Of1990: "Pino radiata - Clasificación visual para uso estructural - Especificaciones de los grados de calidad".
- NCh2150.Of1989 Mod.1991: "Madera laminada encolada - Clasificación mecánica y visual de madera aserrada de pino radiata".
- NCh935/1.Of1997: "Prevención de incendio en edificios - Ensayo de resistencia al fuego - Parte 1: Elementos de construcción en general".
- NCh 433 Of1996 modificada en el 2.009: "Diseño sísmico de edificios".
- DS61 del año 2.011: "Aprueba reglamento que fija el diseño sísmico de edificios y deroga decreto n° 117, de 2010".
- NCh 1537 Of2009: "Diseño estructural de edificios - Cargas permanentes y sobrecargas de uso".
- NCh853.Of1991: "Acondicionamiento térmico - Envoltura térmica de edificios - Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas".
- AENOR. (2010). "propuesta de inclusión de la huella de carbono en la contratación pública".
- AENOR. (2010). Propuesta de inclusión de la huella de carbono en la contaminación pública.
- BSI. (2010). Estimating the amount of CO2 emissions that the construction industry can influence.
- BSI. (2011). Carbon Trust.
- Caro, C. (2011). CO2 en la construcción.
- Elsevier. (2015). Renewable and sustainable energy reviews.
- Gagnon, S. &. (2011). CLT handbook: Cross-laminated timber. Quebec: FPInnovations.
- ISO 14064-1. (2006). Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de EfectoInvernadero en organizaciones.
- ISO14064. (2001) / ISO14067. (2013).
- Kioto, P. d. (2011). Protocolo de Kioto de la convencion marco de las naciones unidas sobre el cambio climatico.

Con el proyecto completamente definido en Madera Contralaminada, se define la estrategia de construcción en base al ensamblaje de la módulos prefabricados izados con grúa. Cada módulo tiene una ubicación exacta y salen con los cortes realizados desde la planta productora de CLT



Análisis comparativo actividades críticas Edificio Original Hormigón Armado VS Madera Contralaminada

Costo de las actividades evaluadas en proyecto original: **\$177.501.389.**

Costo de las actividades evaluadas en proyecto CLT: **\$ 215.961.782.**

Ahorro total en gastos generales propuesta CLT: **\$23.331.677.**

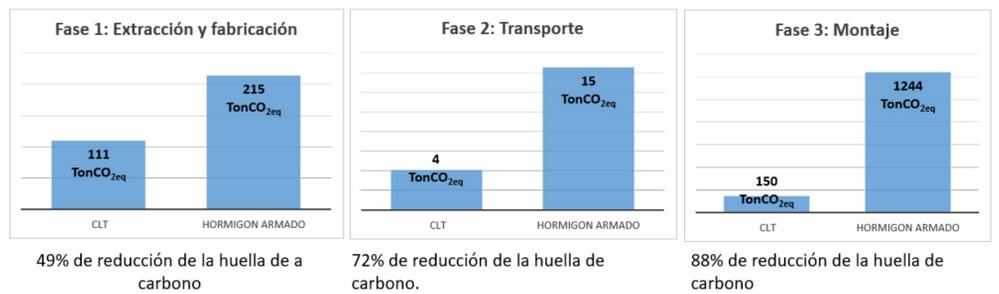
Costo final propuesta CLT: **\$192.630.105.**

Diferencia de costo entre ambas propuestas: **\$15.128.716.**

FASE 1: Cuantificación de la huella de carbono en materiales utilizados

FASE 2: Cuantificación de la huella de carbono en el transporte

FASE 3: Cuantificación de la huella de carbono en el montaje de los casos



- El estudio realizado aborda información de países productores de CLT, tales como Estados Unidos y Canadá, frente a lo cual se busca la correlación de las normas extranjeras con las nacionales en función de establecer el cumplimiento de la ordenanza y de una serie de cuerpos normativos chileno; donde si en un futuro se incorpora este material a la gama existente, se deberán realizar todas las certificaciones y ensayos que Chile requiere.

- El edificio proyectado en madera contralaminada produce 237 TonCO_{2eq} considerando el total del aporte asociado a las fases denominadas extracción y fabricación de materiales, transporte y construcción / montaje de obra gruesa; en comparación del edificio original, construido mayoritariamente en Hormigón Armado, que produce 702TonCO_{2eq} en las mismas fases indicadas.

Finalmente, se logró establecer que el proyecto original - construido principalmente de Hormigón Armado - en la ciudad de Valdivia, puede ser realizado en madera contralaminada bajo los aspectos normativos, estructurales y constructivos indicados, además de generar un aporte de CO₂ menor en las fases estudiadas del ciclo de vida del proyecto.



Agradecimientos

Agradecemos a todas las personas que nos han motivado y ayudado en esta enriquecedora etapa.

A quienes nos han apoyado, orientado y entregado principios que nos han guiado a ser las personas que somos.