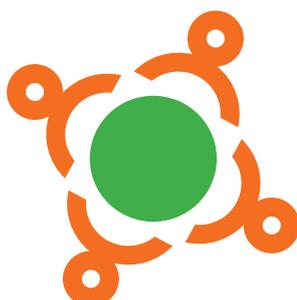




CONSEJO DE CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA



Guía Práctica de

**INTEGRACIÓN**

**TEMPRANA**

EN CONSTRUCCIÓN  
INDUSTRIALIZADA



Guía Práctica de  
**INTEGRACIÓN  
TEMPRANA**  
EN CONSTRUCCIÓN  
INDUSTRIALIZADA



CONSEJO DE CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA  
2024

# Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a cada uno de los participantes que contribuyeron con su tiempo, esfuerzo y conocimientos a la creación de este documento, quienes fueron representantes de distintas empresas y entidades patrocinantes del Consejo de Construcción Industrializada. Sin su colaboración y dedicación, no habría sido posible lograr este resultado tan significativo para la Construcción Industrializada en Chile.

## Autores

Andres Garrido	• AG Asesorías
Andrea Rossel	• Socovesa
Eric Lizana	• Valiz Inversiones
Ignacio Peña	• Axis Desarrollos Constructivos
Ignacio Manríquez	• Delporte Ingenieros
Ignacio Miranda	• DOUC UC
Italo Sepúlveda	• Socio Profesional
Javier Toro	• UTEM
Jorge Villar	• Socio Profesional
Lucía Simons	• CINTAC
Mauricio Molina	• Boetsch
Manuel Nuñez	• Rene Lagos Engineers
Milton Vicentelo	• Rene Lagos Engineers
Pabla Ortúzar	• Archiplan
Rodrigo Pérez	• Spoerer Ingenieros Asociados
Sebastian Guevara	• ICAFAL

## Coordinación

Geraldine Meneses	• CDT
Leonardo Caamaño	• CDT

## Entidades Coautoras

Jorge Tobar	• Asociación de Ingenieros Civiles Estructurales
Diego Mellado	• Colegio de Arquitectos de Chile
Francisco Costabal	• Cámara Chilena de la Construcción
Janen Calle	• Programa Industrializa
Mónica Álvarez de Oro	• Asociación de Oficinas de Arquitectos

# Índice

<b>1.</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>Fases, roles y responsabilidades</b> .....	<b>13</b>
<b>4.</b>	<b>Indicadores</b> .....	<b>18</b>
	Indicadores: Medir el desempeño nos permite mejorar procesos.....	<b>20</b>
<b>5.</b>	<b>Recomendaciones y buenas prácticas</b> .....	<b>29</b>
	Encuesta "Prácticas de integración temprana".....	<b>33</b>
<b>6.</b>	<b>Paso a Paso</b> .....	<b>34</b>
	Fundamento.....	<b>36</b>
<b>7.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>40</b>
<b>8.</b>	<b>Anexos</b> .....	<b>45</b>
	Anexo 1: Definiciones.....	<b>47</b>
	Anexo 2: Casos de estudio.....	<b>51</b>
	Anexo 3: Consulta a profesionales con experiencia en integración temprana y uso de elementos industrializados.....	<b>95</b>



1



# Introducción



BOETSCH

GENTILEZA BOETSCH

La construcción industrializada en Chile ha tenido un proceso histórico marcado por algunos hitos, como la reconstrucción post-terremoto de 1939 y los programas piloto de vivienda de las décadas de 1950 y 1960. Sin embargo, su adopción masiva se ha visto obstaculizada por factores culturales, normativos y económicos que favorecen la construcción tradicional. En los últimos años, la creciente demanda de viviendas asequibles, la necesidad de reducir los tiempos de construcción y la mayor conciencia sobre la sostenibilidad han impulsado un nuevo interés por los métodos de construcción industrializados, que ofrecen soluciones innovadoras y efectivas para el sector de la vivienda.

La Construcción Industrializada es una forma de construir que busca mejorar el desempeño de la construcción en distintas etapas y áreas de un proyecto, que puede o no incluir prefabricados in situ o fuera de este. Son atributos de la construcción industrializada: la integración temprana de los actores del proyecto, el diseño integrado, la producción seriada, el trabajo repetitivo, la secuenciación rítmica, la prefabricación, la tecnología, la digitalización, el nivel de estandarización y optimización del diseño, procesos, métodos constructivos equipamientos y materiales, entre otros.

La Integración Temprana en Construcción Industrializada (ITCI), se define como la metodología para cumplir de manera eficiente los objetivos del mandante para un proyecto específico, mediante la participación temprana, coordinada y colaborativa, de todos los actores involucrados, es decir, equipos de arquitectura, calculistas, especialidades, construcción, proveedores y operación, desde la génesis del proyecto.

El propósito de la ITCI se enfoca en optimizar el diseño y construcción del proyecto con el objetivo de incorporar procesos y soluciones industrializadas que permitan incrementar la productividad y sustentabilidad del mismo. Esta práctica busca lograr certezas en calidad, costos y plazos, a través de la identificación oportuna de los riesgos para la toma de decisiones.

Actualmente en Chile, la construcción industrializada está ganando cada vez más protagonismo, impulsada por múltiples iniciativas públicas y privadas que buscan promover su desarrollo. En el ámbito público, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) está ejecutando el Plan de Emergencia Habitacional que es una estrategia para abordar con sentido de urgencia el déficit habitacional que existe en Chile. Como respuesta a la necesidad de contar con opciones de proyectos que permitan aprovechar de forma eficiente las cualidades positivas de la industrialización, el MINVU se encuentra impulsando el desarrollo de Proyectos de Vivienda Tipo Industrializados que puedan ser usados de acuerdo a sus características en las distintas zonas del país.

En el ámbito privado, distintas organizaciones de la industria están aportando conocimiento, casos de éxito y buenas prácticas de construcción industrializada. Como ejemplo importante vemos el lanzamiento del Programa Industrializa, una iniciativa de impacto sectorial que tiene como objetivo la integración de industrialización en proyectos inmobiliarios y que está impulsada por la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) y el Consejo de Construcción Industrializada (CCI).

Recientemente el Instituto Nacional de Normalización ha publicado oficialmente la norma NCh3744:2023, que partió con un anteproyecto impulsado por el CCI, Construye2025 y el MINVU. Esta define conceptos y proporciona un marco común para la comprensión y aplicación de la construcción industrializada, lo que facilitará su adopción por parte de los diferentes actores involucrados en la industria de la construcción.

La guía aborda los aspectos clave que deben considerarse, tales como: las definiciones de los conceptos básicos, la matriz de roles y responsabilidades de cada actor, indicadores de seguimiento y evaluación, las recomendaciones y buenas prácticas, el paso a paso del ciclo de vida de la construcción industrializada, casos de estudio (ver anexo 2) y encuestas (ver anexo 3).



El desarrollo de la guía fue realizado por el Consejo de Construcción Industrializada (CCI), conformado por sus socios, más una valiosa participación de un comité de coautores miembros de las siguientes organizaciones: Colegio de Arquitectos de Chile, Asociación de Ingenieros Civiles Estructurales (AICE), Programa Industrializa, Asociación de Oficinas de Arquitectos (AOA) y la Comisión de Productividad de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC).

Este documento va dirigido a profesionales y empresas de la industria de la construcción que quieran implementar los principios de la integración temprana en proyectos de construcción industrializada parcial o totalmente.



2



# Objetivos



GENTILEZA TENSOCRET

TENSOCRET

## OBJETIVOS



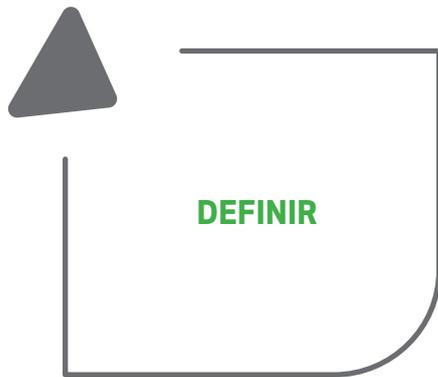
**El objetivo de esta guía** es contribuir a mejorar la competitividad y la productividad de la industria de la construcción en Chile, así como generar un mayor valor para el cliente, usuario final y la sociedad en general.



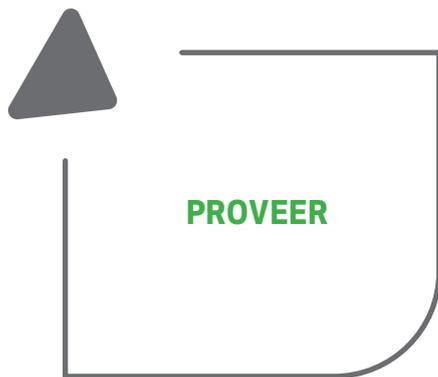
Junto con lo anterior, esta guía establece **principios y criterios generales para la aplicación de la Integración Temprana en Construcción Industrializada (ITCI)**, considerando las particularidades del contexto nacional y las buenas prácticas internacionales.



ENTRE ESTOS SE CONSIDERAN



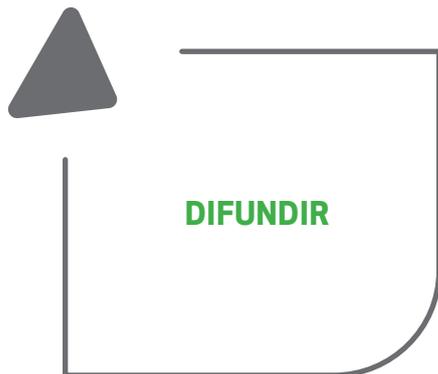
**Definir las etapas, roles, responsabilidades y entregables de la ITCI**, desde la definición del alcance del proyecto hasta la ejecución de la obra, con énfasis en la coordinación y colaboración entre los actores involucrados.



**Proveer herramientas y metodologías** para facilitar la implementación de la ITCI.



**Identificar los beneficios y desafíos de la ITCI**, así como las oportunidades de mejora y las lecciones aprendidas en los casos de estudio nacionales.



**Difundir y promover el uso de la ITCI** como una práctica necesaria que contribuya al desarrollo de la construcción industrializada en el país.



3

---

## **Fases, roles y responsabilidades**



**HORMIPRET**

GENTILEZA HORMIPRET

**TABLA N°1 : MATRIZ DE ROLES OBJETIVOS Y RESPONSABILIDADES (MATRIZ RACI)**

ROLES QUE PARTICIPAN	ENTIDAD	FASE UNO	FASE DOS	FASE TRES
		DEFINICIÓN DEL OBJETIVO COMÚN	ANTEPROYECTO	PROYECTO ESTÁNDAR CONSTRUCCIÓN ALINEADO AL OBJETIVO
Mandante	IM	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
Gerente inmobiliario	IM	<b>R</b>	<b>R</b>	<b>R</b>
Gerente de proyectos	CON	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>R</b>
Administrador de obra	CON	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>C</b>
Encargado de costos	CON	<b>I</b>	<b>C</b>	<b>R</b>
Encargado de planificación	CON	<b>I</b>	<b>C</b>	<b>R</b>
Jefe logística	CON	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>C</b>
Seguridad y medio ambiente	CON	<b>I</b>	<b>C</b>	<b>C</b>
Arquitecto	IM-EXT	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>R</b>
Calculista	EXT	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>R</b>
Especialidades	IM-EXT	<b>I</b>	<b>C</b>	<b>R</b>
Proveedores	CON	<b>I</b>	<b>C</b>	<b>C</b>
Gerente de innovación	IM-CON	<b>I</b>	<b>R</b>	<b>R</b>
Relacionamiento comunitario	IM	<b>I</b>	<b>C</b>	<b>C</b>
Gestor BIM	IM	<b>I</b>	<b>C</b>	<b>R</b>
QUÉ DEBERÍAMOS ESPERAR DE CADA FASE		Lo que es factible de hacer según buenas prácticas y normas vigentes.	El anteproyecto / producto factible con idea de costo y plazo.	Proyecto aprobado para construcción incorporado edificabilidad y constructabilidad.
OBJETIVO DE CADA FASE		Definen el objetivo común.	Anteproyecto.	Proyecto alineado a objetivo común.

**IN** INMOBILIARIA

**CON** CONSTRUCTORA

**EXT** EXTERNO

**R** RESPONSABLE

**C** CONSULTADO

**A** APRUEBA

**I** INFORMADO

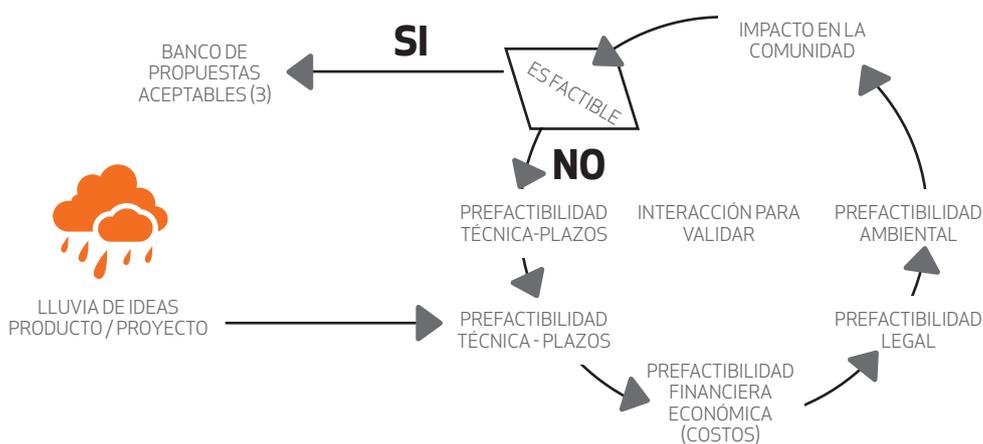
La matriz RACI (Responsible, Accountable, Consulted, Informed) es una herramienta clave para la clarificación de los roles en el proceso de integración temprana, asegurando que todos los participantes comprendan sus responsabilidades específicas en cada etapa del proyecto.

### Fase 1: Definición Objetivo Común

La definición del objetivo común en la construcción industrializada implica establecer una meta clara y compartida por todos los participantes del proyecto, desde la perspectiva comercial y técnica. Este objetivo debe ser factible de materializar, cumplir con las normas chilenas y estar alineado con las buenas prácticas empresariales. Para lograrlo, se requiere una comunicación efectiva, colaboración, flexibilidad y compromiso por parte de todos los miembros del equipo, quienes deben comprender plenamente lo que se busca alcanzar con el proyecto. Es importante que el objetivo sea desafiante pero alcanzable, y que se esté dispuesto a ajustarlo según sea necesario a medida que avanza el proyecto y surgen nuevas circunstancias.

### Fase 2: Anteproyecto

La fase de anteproyecto en la construcción industrializada tiene como objetivo desarrollar un diseño preliminar o un prototipo y una documentación detallada que describa los aspectos clave del proyecto. Esto incluye un análisis de viabilidad que evalúa los aspectos técnicos, financieros, legales y ambientales, así como presupuestos preliminares, evaluaciones de riesgos y regulaciones locales.



La etapa se caracteriza por ser dinámica e interactiva, con iteraciones que se prueban digitalmente para validar las hipótesis del diseño. Es crucial que todos los involucrados comprendan claramente el objetivo común y que haya un trabajo colaborativo, flexible y resiliente, considerando una perspectiva sistémica del proyecto. La gestión de la información, particularmente en los métodos de construcción, juega un papel fundamental en esta etapa.

### Fase 3: Proyecto para construcción alineado al objetivo

La fase de proyecto para construcción alineado al objetivo se enfoca en desarrollar un proyecto detallado que asegure el logro eficiente y seguro de los resultados deseados, dentro de los parámetros establecidos. El proyecto debe estar respaldado por documentación completa que incluya:

- Un presupuesto detallado: desglosando los costos de materiales, mano de obra, equipos y otros gastos.
- Un cronograma de trabajo: estableciendo las etapas del proyecto, plazos de entrega, selección de contratistas y proveedores.
- Cumplimiento normativo: asegurando el cumplimiento de todas las regulaciones aplicables.
- Gestión de riesgos y seguridad: implementando medidas para mitigar riesgos y garantizar la seguridad durante la construcción.
- Control de calidad y garantía: estableciendo procedimiento para garantizar la calidad del producto final.
- Información adicional: como el Modelo BIM, flujo del proceso de construcción, programa de suministro de proveedores, plan de requerimiento de contratistas, planificación logística, planificación de permisos, plan de calidad, plan de riesgos y seguridad, plan de relacionamiento comunitario y plan de cuidado ambiental.

El objetivo de esta fase es crear un proyecto completo y detallado que permita una ejecución sin contratiempos, minimizando los riesgos de retrasos, sobrecostos y problemas de calidad.



4



**Indicadores**



GENTILEZA TECNOFAST

TECNOFAST

# Indicadores: Medir el desempeño nos permite mejorar procesos

*“Potenciando Procesos a través de la Medición de Desempeño: La Importancia de los Indicadores”*

## I. Definición

Los Indicadores de Desempeño son mediciones que se utilizan para evaluar el grado de cumplimiento de objetivos previamente establecidos. Su principal propósito es proporcionar información cuantitativa y cualitativa que permita medir, evaluar y monitorear para tomar decisiones informadas.

El diseño y la selección de los indicadores depende de la naturaleza de cada negocio, de los objetivos que desee alcanzar y de los aspectos que necesita evaluar.

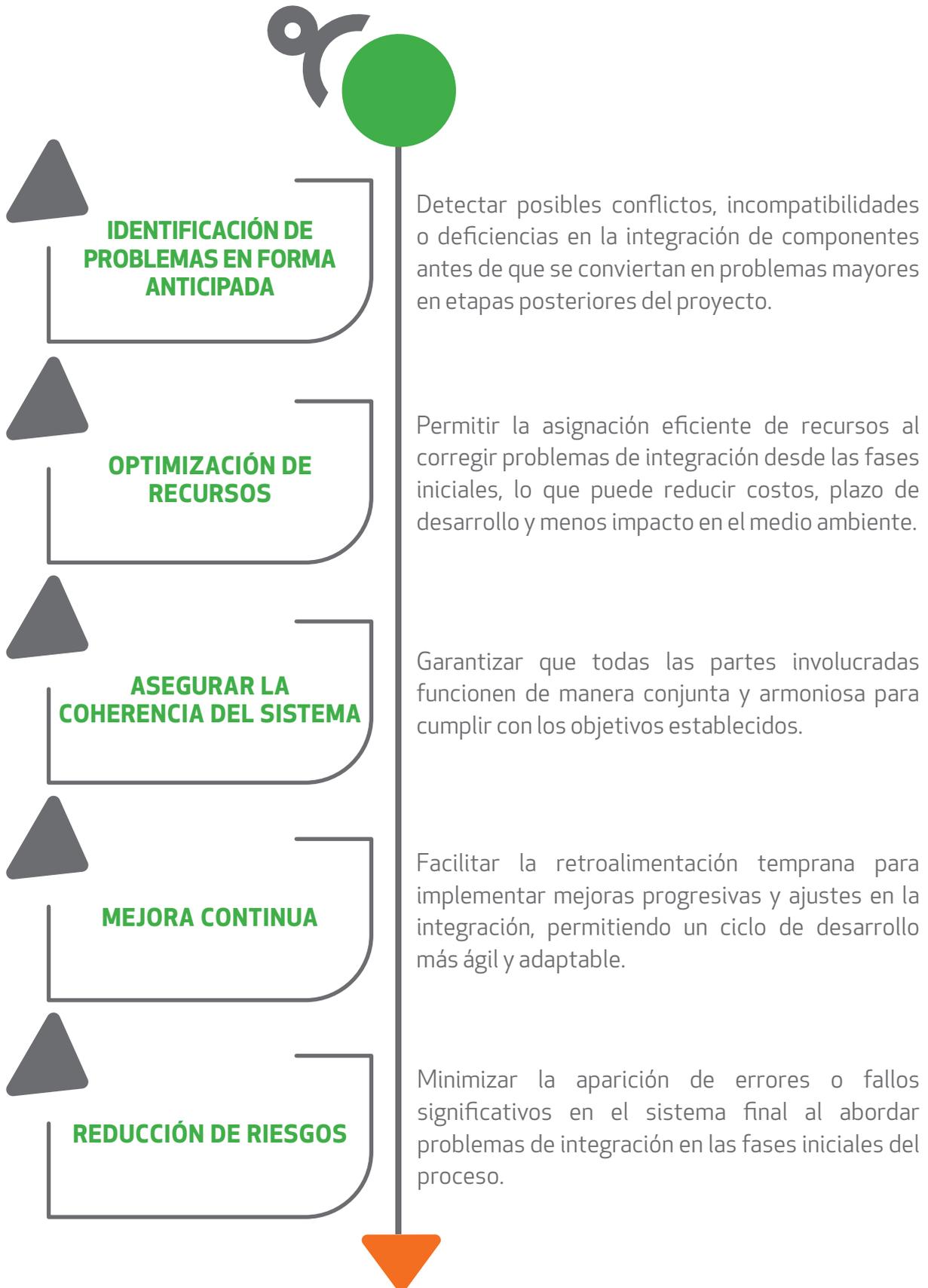
Características de los indicadores:

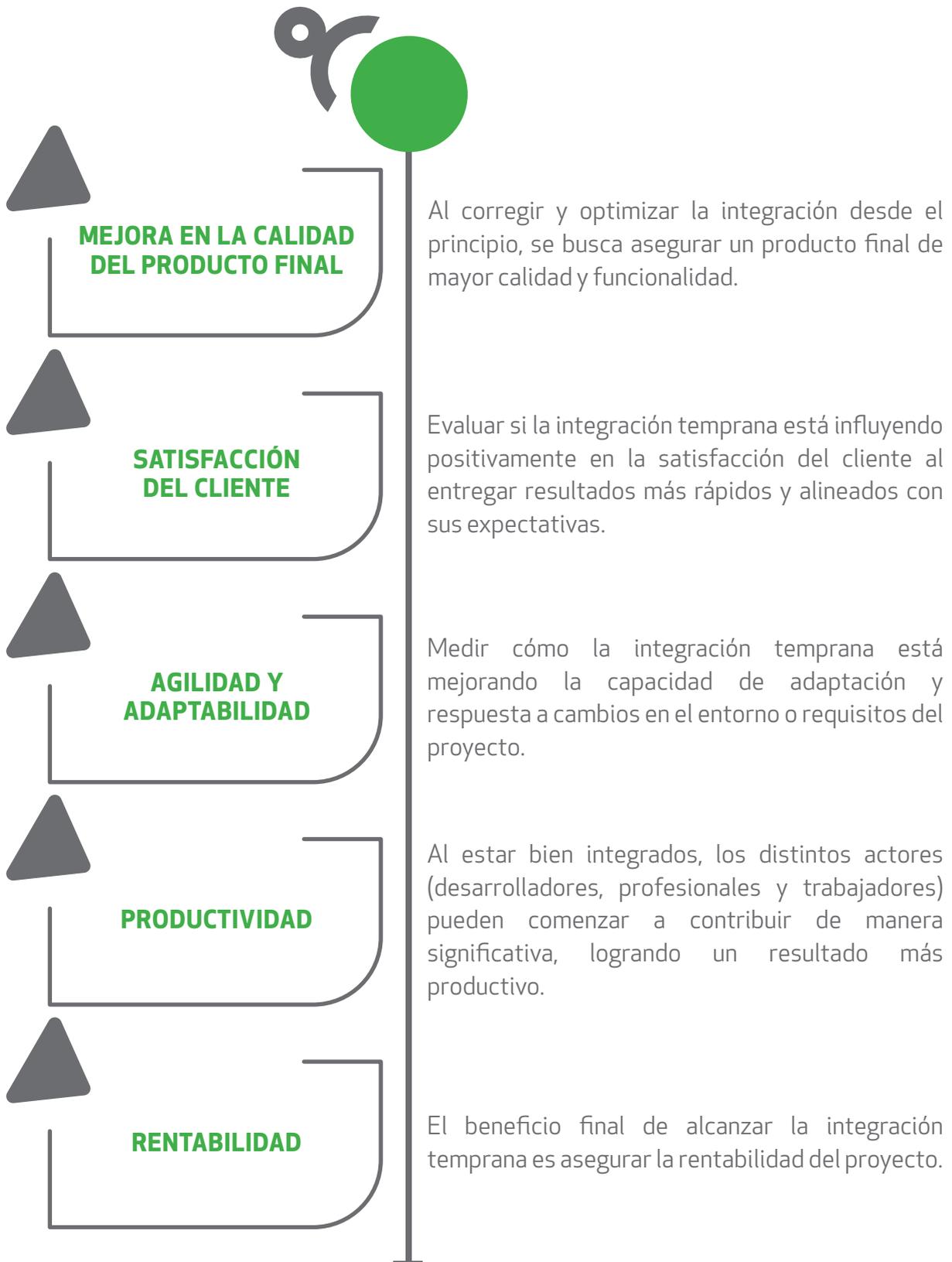
- Verificables
- Claros
- Con evidencia tangible, obtenida mediante un proceso de preferencia
- Generar tendencias o proyecciones

## II. Objetivos y alcances

Establecer objetivos claros y entender los alcances de medir el desempeño de la integración temprana es fundamental para obtener información valiosa y realizar mejoras continuas en los procesos de integración.

## ALGUNOS DE LOS ALCANCES FUNDAMENTALES DE MEDIR LA INTEGRACIÓN TEMPRANA





### III. Cómo generamos los indicadores

Generar indicadores de desempeño para la integración temprana implica considerar varios aspectos del proceso.



#### IDENTIFICACIÓN DE FACTORES CRÍTICOS

Determina los factores que son fundamentales para una integración exitosa. Pueden incluir la compatibilidad de componentes, la interoperabilidad, la comunicación entre equipos, entre otros.

#### UTILIZAR INDICADORES RELEVANTES

Asegurar que los indicadores estén alineados con los objetivos que sean relevantes para el proceso de integración temprana. Evitar indicadores que no aporten información significativa.

#### IMPLEMENTAR HERRAMIENTAS Y SISTEMAS DE MONITOREO PARA EL CONTROL DE LA GESTIÓN

Que permita la recolección y análisis oportuno de datos, para la toma de decisiones.

#### ESTABLECER MÉTRICAS CUANTIFICABLES

Crea métricas específicas y cuantificables para cada uno de estos factores críticos. Por ejemplo se podría medir la frecuencia de actualizaciones entre diferentes componentes, la cantidad de errores detectados y corregidos en etapas tempranas o la eficiencia en la comunicación entre equipos.

#### FRECUENCIA DE MEDICIÓN

Definir cuál es la periodicidad con la que se recopilan y analizan los datos. En la integración temprana, es crucial tener mediciones frecuentes para poder identificar problemas rápidamente.

#### EVALUACIÓN CONSTANTE Y MEJORA

Revisar regularmente los indicadores y su relevancia. A medida que avanza el proceso de integración temprana, es probable que sea necesario ajustar o agregar nuevos indicadores para mejorar la medición del desempeño.

### III. 1. Ejemplos de potenciales indicadores

#### INDICADORES CUANTITATIVOS

##### UTILIZACIÓN DE RECURSOS

Costos de horas hombres de los desarrolladores según lo planificado, rentabilidad de los colaboradores.

##### DESVIACIÓN PRESUPUESTARIA

Costo presupuesto v/s costo real.

##### CUMPLIMIENTO DE PLAZOS

Días de adelanto o atraso, por sobre el cumplimiento de plazo.

##### TIEMPO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Tiempo promedio necesario para solucionar problemas desde su detección inicial hasta su corrección.

##### PRODUCTIVIDAD

Productividad del proyecto terminado en superficie construida sobre los hombre-día acumulados requeridos.

##### PERCEPCIÓN DEL EQUIPO

Evaluar la percepción mediante encuestas u otro mecanismo para obtener datos y opinión de los equipos involucrados sobre la facilidad de integración, identificando barreras o dificultades percibidas.

##### PARTICIPACIÓN DE ACTORES EXTERNOS EN DESARROLLO

Número de actores externos.

##### PORCENTAJE DE FINALIZACIÓN DE LOS ENTREGABLES A TIEMPO

Entregables que se completan dentro de un plazo establecido respecto al plan inicial.

##### FRECUENCIA DE ERRORES DETECTADOS

Número de errores identificados en la etapa inicial de integración.

##### NIVEL DE RE-TRABAJOS

Porcentaje de trabajo que necesita ser revisado debido a problemas de integración detectados posteriormente.

##### RENTABILIDAD

Utilidad o porcentaje (%) de margen.

## INDICADORES CUALITATIVOS

### RESISTENCIA AL CAMBIO

Evaluar cómo los equipos enfrentan y adaptan sus procesos y prácticas existentes para acomodar la integración temprana.

### SATISFACCIÓN DEL CLIENTE (INTERNO/EXTERNO)

Encuesta simple donde el cliente evalúe los resultados de la integración temprana (escala de valoración 1 a 5).

### NIVEL DE COMPRENSIÓN DEL PROYECTO

Evaluar el entendimiento común del proyecto, la flexibilidad del sistema.

### APRENDIZAJE ORGANIZACIONAL

Medir la capacidad de la organización para aprender de los errores, ajustar estrategias y mejorar continuamente el proceso de integración.

**“ES MUY IMPORTANTE QUE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO SEAN ESPECÍFICOS, MEDIBLES, ALCANZABLES, RELEVANTES Y LIMITADOS EN TIEMPO. ESTO ASEGURARÁ QUE SEAN EFECTIVOS PARA EVALUAR EL ÉXITO DE LA INTEGRACIÓN TEMPRANA Y FACILITEN LA TOMA DE DECISIONES PARA MEJORAR EL PROCESO”.**

#### IV. Trazabilidad, documentación y retroalimentación

- Registro detallado de los resultados de integración.
- Recopilación de feedback de los equipos (actores) involucrados.
- Revisión de procedimientos y oportunidades de mejora para futuras integraciones.

**LOS INDICADORES CUANTITATIVOS PUEDEN VARIAR DEPENDIENDO DEL CONTEXTO Y LA NATURALEZA ESPECÍFICA DEL PROYECTO. ES IMPORTANTE SELECCIONAR AQUELLOS QUE MEJOR SE ALINEEN CON LOS OBJETIVOS Y PROCESOS DE INTEGRACIÓN TEMPRANA QUE SE ESTÁN LLEVANDO A CABO.**

**LOS INDICADORES CUALITATIVOS COMPLEMENTAN LA PERSPECTIVA CUANTITATIVA AL PROPORCIONAR UNA VISIÓN MÁS HOLÍSTICA Y SUBJETIVA DE LA INTEGRACIÓN TEMPRANA.**

La trazabilidad es un factor clave para la gestión del conocimiento, la cultura y la mejora continua en la organización, ya que permite identificar, documentar y analizar los procesos, los resultados y las oportunidades de mejorar.

## V. Tablero de indicadores recomendados

**INDICADORES CUANTITATIVOS:** Datos numéricos concretos que pueden ser analizados y comparados.

TABLA N°2				
INDICADORES CUANTIFICABLE	DEFINICIÓN	ÁMBITO PROCESO/ RESULTADO	RELEVANCIA ALTO/MEDIO/BAJO	UNIDAD DE MEDIDA RECOMENDADAS
Eficiencia en el uso de recursos	Se refiere a cómo se están utilizando los recursos en el proceso de desarrollo, ya sea en términos de horas de trabajo o en términos de costo.	P	ALTO	HH/M2 ó Uf/m2
Actores externos	Se refiere al porcentaje de participación de actores externos (cuadro roles Cap. 3) que participan en el desarrollo del proyecto.	P	MEDIO	%
Control de costos	Se refiere a la desviación presupuestaria como diferencia entre el presupuesto previsto y los costos reales incurridos durante la ejecución de un proyecto.	R	ALTO	UF ó %
Cumplimiento de plazos	Mide las actividades o tareas de un proyecto que se completan dentro de los plazos establecidos en el plan inicial. Ayuda a identificar posibles retrasos o desviaciones en la ejecución del proyecto.	P	ALTO	%
Calidad del proceso	Identifica el número de fallas o iteraciones en el proceso de integración temprana (Fases Cap 3). Proporciona información sobre la calidad del proceso y puede identificar áreas que requieren mejoras o correcciones.	R	MEDIO	Unidad
Gestión de problemas	Tiempo promedio necesario para solucionar problemas de integración desde su detección inicial hasta su corrección. Mide la eficiencia y la capacidad del equipo para identificar y solucionar los problemas de manera temprana.	P	MEDIO	Días ó %
Productividad de la Integración Temprana	Productividad del proyecto terminado en superficie construida sobre los hombre-día acumulados requeridos.	R	ALTO	m2/HD
Rendimiento financiero	Margen bruto	R	ALTO	UF/m2 ó %

**INDICADORES CUALITATIVOS:** Se evalúa a través de observaciones, interpretaciones y análisis de los participantes

TABLA N°3

INDICADORES CUALITATIVO	DEFINICIÓN	ÁMBITO PROCESO/ RESULTADO	RELEVANCIA ALTO/MEDIO/BAJO	EVALUACIÓN
Percepción del Equipo	Evaluar la opinión de los equipos sobre la facilidad de integración temprana, identificando barreras.	P	A	Escala de valorización recomendada Likert (1 a 5)
Nivel de Comprensión del Proyecto	Evaluar el entendimiento común del proyecto y la flexibilidad del sistema.	P	M	
Resistencia al Cambio	Evaluar cómo los equipos enfrentan y adaptan sus procesos para la integración temprana.	P	A	
Mejora Continua	Medir el nivel de aprendizaje derivado de las lecciones aprendidas.	P	M	
Aprendizaje Organizacional	Medir la capacidad de la organización para ajustar estrategias durante la integración.	R	A	
Satisfacción del cliente interno	Encuesta donde el cliente clasifica la satisfacción o percepción de los participantes.	R	A	
Efectividad de la comunicación	Número de interacciones necesarias entre equipos o áreas para resolver problemas de integración.	R	A	

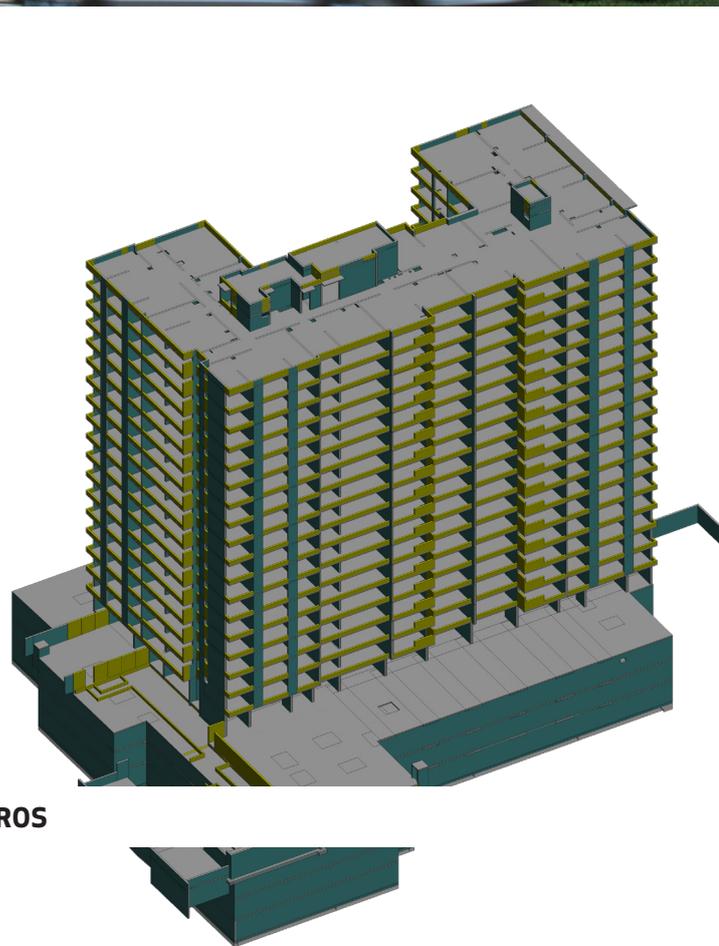




5

---

**Recomendaciones y buenas  
prácticas**



GENTILEZA SPOERER INGENIEROS

SPOERER INGENIEROS

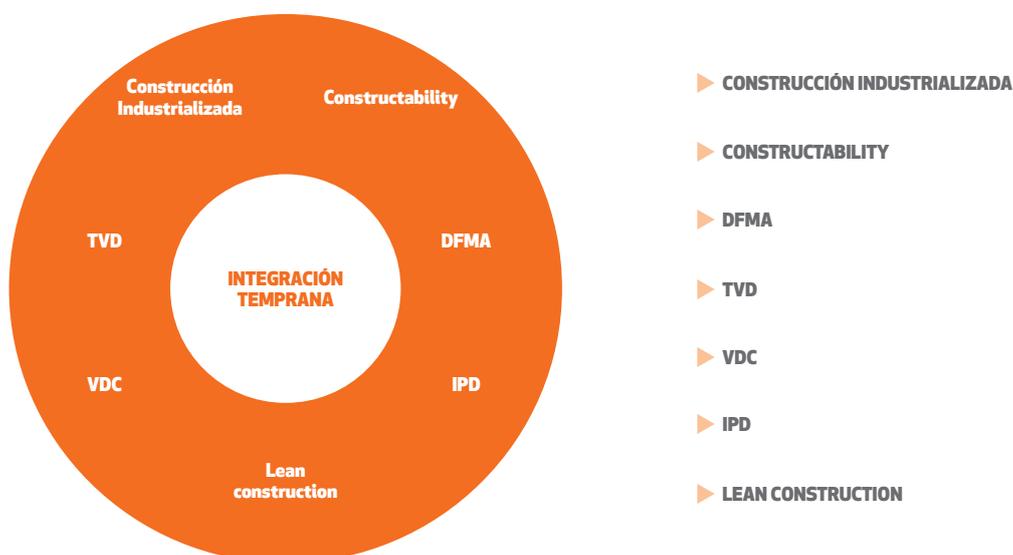
Según estudios recientes la industria de la construcción en Chile ha experimentado una disminución de la productividad en las últimas 2 décadas.

Una de las principales componentes de esta brecha en la productividad, es generada principalmente por la falta de comunicación entre las áreas, produciendo una desconexión entre las fases del proyecto, separando el diseño de la construcción perdiendo así el potencial de la fluidez y del traspaso de información. Esto, combinado a la falta de participación en la etapa de diseño entre participantes como diseñadores, arquitectos, ingenieros, mandante, proveedores y especialidades, provoca que aumente la probabilidad de trabajos rehechos, tiempo invertido en rediseños y coordinación con especialidades durante la etapa de construcción y entre otras dificultades que son abordadas tardíamente generando un mayor impacto dentro del proyecto.

Es la Integración Temprana la que permite aumentar la productividad de los proyectos por medio de la mayor comunicación y coordinación entre las distintas áreas fomentando la colaboración y el traspaso integral de la información produciendo un diseño mucho más robusto, anticipando eventos que produzcan impactos negativos sobre el proyecto. La industrialización requiere de esta mayor participación para poder adecuar sus metodologías y proceso antes de que el proyecto inicie debido a las diferencias entre la construcción tradicional y la industrializada. Para lograr esto se requiere la coordinación entre las diferentes partes para conseguir aplicar una visión holística del proyecto en la ideación del diseño convergiendo en un diseño funcional y eficiente.

Esta integración anticipada de las áreas, beneficia y forman parte también de diferentes metodologías que son aplicables al área de la construcción como factores de mejora y elementos para el desarrollo de una construcción mucho más industrializada.

Algunas de las metodologías donde se aplica la integración temprana de los participantes son:



En Anexo 1 se pueden revisar las definiciones de cada una de estas metodologías.

Los problemas que presenta la forma tradicional de diseño, reflejado en el estudio de casos y las encuestas realizadas, permiten levantar una serie de recomendaciones o buenas prácticas a adoptar prioritariamente en la cultura de las empresas, que es como debemos enfrentar los distintos desafíos que representa la gestión eficiente de los proyectos y que resumimos en los siguientes 3 pilares:

**OBSERVAR LA CULTURA DE LA EMPRESA Y DE SUS EQUIPOS, PARA QUE A PARTIR DE LA SITUACIÓN ACTUAL, SE ADOpte LA INCORPORACIÓN DE LA INTEGRACIÓN TEMPRANA AL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS.**

- Trabajo colaborativo
- Trabajo en red
- Eliminar el individualismo
- Generar espacios físicos que sean coherentes con el trabajo colaborativo.
- Entender que los problemas de diseño o construcción, no son de los actores individuales, sino que es de la Empresa y en virtud de eso es un problema de todos.
- Las evaluaciones deben ser desde los procesos y no desde las actividades.
- Adopción de nuevas metodologías de trabajo.

**ASPECTOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS A CONSIDERAR.**

- Los mandantes deben considerar que la integración temprana demandará más tiempo en horas hombres y espacio para poder desarrollar el proyecto más óptimo dando cumplimiento a su objetivo, y alineando incentivos y honorarios de esta nueva realidad.
- Contratos colaborativos a incorporar en la relación con los equipos.
- Se necesita incorporar nuevas metodologías y tecnologías, tales como BIM y herramientas de seguimiento y control.
- Invertir en Formación y capacitación permanente.
- Desarrollar procesos que permitan capitalizar la experiencia de la empresa y su aplicación futura.
- Desarrollo de indicadores (ver capítulo 4).

**ESTABLECER UNA METODOLOGÍA DE INTEGRACIÓN QUE CONTENGA AL MENOS.**

- Un objetivo común.
- Definir las formas de abordar la coordinación multidisciplinaria.
- Acordar siempre la metodología de trabajo.
- Modelar digitalmente.
- Incorporar innovación en el modelo de trabajo.
- Desarrollar prototipos incorporando parcial o totalmente elementos, sistemas o soluciones industrializados para aprobar la tesis de diseño establecida en el objetivo.
- Validación de la tesis.

# Encuesta “Prácticas de Integración Temprana”

En el marco de este estudio, se llevó a cabo una consulta dirigida a profesionales con experiencia en la integración temprana y la utilización de elementos industrializados. Para ello, se diseñó una encuesta que se distribuyó entre diversos expertos en la materia, asegurándose de incluir tanto a representantes de empresas constructoras como a proveedores y fabricantes de soluciones industrializadas. El grupo objetivo estuvo compuesto por 39 individuos.

De las respuestas obtenidas, el 34,7% provino de profesionales vinculados con empresas constructoras, montajistas o inmobiliarias, mientras que el 65,3% restante correspondió a personas con experiencia en diseño, suministro o fabricación de elementos industrializados. Esta distribución de roles proporciona una visión equilibrada y amplia de la integración de prácticas industrializadas en el sector de la construcción (Ver anexo N°3).

Las siguientes empresas participaron en este levantamiento de información:

- AEC Shift
- Baumax SpA
- Clann Ingenieros
- Constructora Ecomac S.A.
- Duqueco Sistemas Constructivos SpA
- E2E
- Echeverría Izquierdo
- Eterna SpA
- Euroconstructora
- Fourcade
- Icafal
- Multiaceros S.A.
- Promet
- RC Tecnova
- René Lagos Engineers
- RyV Fundaciones SpA
- Sika Chile
- Simpson Strong-Tie
- Constructora Raíces Ltda.
- Tecno Fast
- Vibrados Meza Ltda.
- VMB



6



**Paso a paso**



## Fundamento

La secuencia para lograr una integración temprana en el diseño de proyectos industrializados sigue un proceso definido. Comienza con la intención del mandante de emprender un Proyecto/Producto una vez que adquiere la propiedad del terreno. En este punto, el mandante se centra en las expectativas estratégicas que tiene para el terreno y busca desarrollar, en colaboración con el equipo, un objetivo compartido para el proyecto. Este objetivo debe estar alineado con el potencial percibido por el mandante y las oportunidades proporcionadas por la normativa de la industria y el entorno circundante.

En este capítulo recomendamos desarrollar en 5 pasos detallados y ordenados secuencialmente según indica más adelante. Lo relevante es seguir el orden trazado en este paso a paso y con ello verá mejorar la Constructabilidad.

Será fundamental para desarrollar este paso a paso, que el equipo cuente con la tecnología para el trabajo colaborativo, trabajo en red desde la arquitectura, ingeniería, costos y sostenibilidad, etc. Esa sala virtual de trabajo debe ser la Plataforma BIM, la que sin duda servirá hasta la etapa de operación del Proyecto/Producto.

Si queremos que este paso a paso cumpla con las certezas esperadas debe haber un amplio y permanente involucramiento del mandante y la alta gerencia. Aquí cambia la forma de trabajo y se instala una cultura colaborativa, una visión multiprofesional realmente para abordar cada decisión relevante en el diseño.



El Paso a Paso se desarrolla desde la intención de definición del proyecto/producto atendiendo lo que espera obtener el mandante como objetivo estratégico y termina con la fase de construcción.



Este paso a paso nos indica detalladamente cómo deberían actuar para tener una integración temprana exitosa, entendiendo que habrá todo un esfuerzo y tiempo a destinar.



Las distintas Fases, corresponden a etapas a cumplir ordenadamente.



Mostrar los hitos que deberían cumplirse entre los actores y el proceso mismo.

PASO A PASO

P1

**ENCARGO**

ESTA FASE SE CARACTERIZA POR DARLE FORMA AL ENCARGO DEL MANDANTE

- 1. Definir el producto deseado**
  - A. Segmento objetivo.
  - B. Programa arquitectónico.
  - C. Precio de venta promedio.
  - D. Tiempo de construcción.
  - E. Revisar oportunidades o beneficios de soluciones industrializadas aprobadas por DITEC (DS-10, DS-49) para proyectos de interés social.
- 2. Definir el equipo**
  - A. Profesionales que participan.
  - B. Roles que representan.
- 3. Generar ambiente de trabajo colaborativo.**
  - A. Tecnología en red.
  - B. Lugar físico.
  - C. Confianza.
  - D. Formas de comunicación.
- 4. Rentabilidad Objetivo**

P1

**OBJETIVO COMÚN**

EN ESTA FASE DEFINIMOS EL OBJETIVO COMÚN QUE ANIMARÁ AL EQUIPO PARA CUMPLIR EL ENCARGO DEL MANDANTE

- 1. Definición de condiciones de diseño**
  - A. Nivel de Industrialización.
  - B. Consideraciones normativas.
  - C. Innovación deseable.
  - D. Tipos de elementos o módulos.
  - E. Transporte, logística y montaje.
- 2. Verificación de Herramientas a utilizar**
  - A. De metodología colaborativa (BIM).
  - B. De planificación, seguimiento y control.
  - C. De presupuestación.
  - D. De comunicación.
- 3. Definición Estratégica para el trabajo en equipo**
  - A. Hitos y plazo para el diseño coordinado por parte de todos los concurrentes. (Carta Gantt).
  - B. Plazo para la construcción.
  - C. Costo de Construcción.
  - D. Sostenibilidad.
  - E. Definir Periodicidad de reuniones (presenciales/online).
- 4. Acuerdos (contratos) colaborativos**

P3

## BÚSQUEDA DEL PRODUCTO / PROYECTO

ESTA FASE SE CARACTERIZA POR UNA MÚLTIPLE ITERACIÓN DEL PRODUCTO/ PRECIO HASTA ALCANZAR EL OBJETIVO COMÚN. TERMINA CON EL ANTEPROYECTO

1. **Previos**
  - A. Repasar y alinear el Objetivo Común acordado.
2. **Desarrollo de Alternativas**
  - A. Producto vivienda o infraestructura / urbanístico.
  - B. Producto Urbanización.
  - C. Producto Cálculo.
  - D. Producto Instalaciones/Especialidades.
3. **Valorización de alternativas**
  - A. Producto vivienda o infraestructura / urbanístico.
  - B. Producto Urbanización.
  - C. Producto Cálculo.
  - D. Producto Instalaciones/Especialidades.
4. **Repetir puntos 2 y 3 hasta alcanzar el objetivo común**
5. **Integrar Modelamiento BIM**
6. **Incorporar al Modelo BIM especificaciones y presupuestos**

P4

## DISEÑO PARA CONSTRUCCION DEL PRODUCTO/PROYECTO

ESTA FASE SE CARACTERIZA POREL DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

1. **Estudio de condiciones específicas de industrialización**
  - A. Estudio y aplicación de condiciones constructivas, de fabricación, traslado y montaje del industrializador que se deben considerar en el diseño.
  - B. Estudio de condiciones de borde propuestas por el industrializador.
  - C. Revisión técnica de la propuesta para elementos estructurales. Primarios y secundarios.
2. **Desarrollo del proyecto**
  - A. Desarrollo proyecto de arquitectura, cálculo y especialidades.
  - B. Interacciones necesarias entre todos los actores.
  - C. Revisiones parciales de los acuerdos (contratos) colaborativos y valorización de alternativas.
  - D. Desarrollo de proyecto apto para licitación.
3. **Permisos y validaciones de las entidades correspondientes**
  - A. Desarrollo de expedientes para el ingreso.
  - B. Ingreso.
  - C. Corrección de observaciones en conjunto.
  - D. Reingreso.
  - E. Obtención de permisos.
4. **Entrega de proyecto APC**
  - A. Entrega de modelo BIM coordinado.
  - B. Entrega de información APC.
  - C. Entrega de presupuesto final.

P5

## CONSTRUCCIÓN

**ESTA FASE SE CARACTERIZA POR LA CONSTRUCCIÓN DEL PRODUCTO AL PRECIO OBJETIVO DEFINIDO PREVIAMENTE**

### 1. Previos

- A. Presentación formal al equipo de construcción por parte del equipo de diseño y proveedores.
- B. Validación de capacidades de la obra.
- C. Validación y capacitación.
- D. Entrega y validación del modelo BIM del proyecto.
- E. Revisión de presupuestos Base Cero
- F. Permisología.
- G. Planificación de obra en transporte, logística y montaje.

### 2. Relacionamiento Comunitario

### 3. Reportabilidad y seguimiento

### 4. Inicio de obra

### 5. Trazabilidad e indicadores



7



# Conclusiones



GENTILEZA RC TECNOVA

RC TECNOVA

Industrializar un proyecto, requiere una transformación importante y acelerada del sector.

También, hemos podido apreciar a través del estudio de casos, que esto no es tan simple como Industrializar algo que pensamos desarrollar como tradicional y aquí una de las transformaciones más relevantes es desarrollar un proyecto desde el inicio como industrializado, quizás el grado de industrialización pueda ser parcial o total, y eso no sea lo más relevante. Lo más importante es desarrollar el diseño de un proyecto industrializado, es decir desde el inicio, pero para que esto suceda todos los actores relacionados al proyecto industrializado deben integrarse a ser pieza clave en el diseño del proyecto. Pieza Clave de la INTEGRACIÓN TEMPRANA EN CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA.

La integración temprana en la construcción destaca aspectos relevantes a considerar, y los beneficios tan importantes que significa el maximizar la colaboración entre los diferentes actores involucrados en el desarrollo de un proyecto industrializado en etapas tempranas.

### LOS ASPECTOS MÁS RELEVANTES SON

#### DESAFÍOS CULTURALES Y ORGANIZACIONALES

La integración temprana requiere enfrentar importantes desafíos relacionados con la cultura de las organizaciones y la resistencia al cambio de las personas que allí se desempeñan, ya que implica modificar prácticas tradicionales y abrirse a un trabajo más colaborativo. Es mejor cooperar que competir.

#### DESAFÍOS DE LA INDUSTRIA 4.0

La colaboración requerirá de un ambiente de trabajo apropiado, que permita generar información relevante de los proyectos y herramientas tecnológicas, que faciliten la gestión colaborativa desde la fase de diseño, construcción y operación.

#### ALINEACIÓN CON OBJETIVOS Y EXPECTATIVAS

Integrar a todas las partes interesadas en las fases iniciales, crea una oportunidad para lograr una mejor comprensión, alineación de los objetivos y expectativas del proyecto. Oportunidad y desafío para mitigar discrepancias a lo largo del proceso, que favorece a los actores ya que los hace más eficientes y eficaces en sus aportes.

#### OPTIMIZAR DISEÑO Y PLANIFICACIÓN

La integración temprana permite la optimización del diseño y la planificación del proyecto, ya que se pueden realizar ajustes y mejoras de manera oportuna, aprovechando la experiencia y aportes de todos. Sin duda haremos de la Integración temprana a la construcción industrializada, un potente generador de certezas al proyecto.

**MEJORA EN LA  
COORDINACIÓN Y  
COMUNICACIÓN**

Fomentar una mejor comunicación y colaboración integrada entre todos los actores permite entender de forma clara los objetivos, requisitos y expectativas de este.

**CONTROL DE  
RIESGOS**

Al involucrar a todos los stakeholders desde las primeras etapas, se pueden identificar y abordar potenciales problemas, reduciendo probabilidad de errores y problemas costosos durante las fases posteriores del proyecto.

**REDUCCIÓN DE  
COSTOS Y TIEMPO**

Desde etapas iniciales del proyecto, se pueden identificar y resolver las inconsistencias y cuellos de botella en la etapa de construcción antes de que se conviertan en sobrecostos por cambios. Al trabajar conjuntamente desde el inicio, se alcanza una toma de decisiones más rápida y eficiente, lo que resulta en ahorros significativos en tiempo y costos durante la ejecución del proyecto.

**FOMENTA LA  
CALIDAD DEL  
PROYECTO**

Un enfoque colaborativo que prioriza la calidad desde el inicio, garantiza una mejor constructabilidad y operación más eficaz.

**AUMENTA LA  
INNOVACIÓN Y LA  
CREATIVIDAD**

Al fomentar la colaboración entre profesionales de diferentes áreas, se generan ideas más innovadoras y soluciones creativas para los desafíos del proyecto. La diversidad de perspectivas contribuye a encontrar nuevos enfoques y mejores soluciones.

**NECESIDAD DE  
LIDERAZGO Y  
COMPROMISO**

El éxito depende del liderazgo fuerte y del compromiso de todos los involucrados para trabajar juntos hacia objetivos comunes, superando posibles obstáculos y conflictos.

**AUMENTAR  
PRÁCTICAS  
SOSTENIBLES**

Permite considerar estrategias y prácticas sostenibles desde las etapas iniciales del proyecto, lo que puede conducir a la implementación más efectiva en medidas de sostenibilidad.

**FORMACIÓN**

Estos procesos requieren desarrollar aptitudes de trabajo colaborativo multidisciplinario, que implican una transformación de competencias que permitan aportar al desarrollo y resultado del proyecto.

**EN RESUMEN, LA INTEGRACIÓN TEMPRANA EN LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA OFRECE BENEFICIOS Y OPORTUNIDADES QUE PERMITEN GENERAR CERTEZAS EN COSTO, CALIDAD Y PLAZO, ESTABLECIENDO PROCESOS QUE PERMITAN REALIZAR CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES QUE CONCLUYAN EN LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE.**

Sin embargo, para que la transformación del sector sea una realidad en los próximos años, requiere grandes compromisos por parte de todos los actores, para generar un cambio cultural del cómo hacemos nuestro trabajo y aceleramos la transformación que necesita la construcción.

*“Esperamos que esta guía contribuya a mejorar la competitividad y la productividad de la industria de la construcción en Chile, así como generar un mayor valor para el cliente, usuario final y la sociedad en general”.*



**Anexos**



## Anexo 1: Definiciones

### PROPÓSITO DE LA INTEGRACIÓN TEMPRANA

Optimizar el diseño y construcción del proyecto con el objetivo de incorporar procesos y soluciones industrializadas que permitan incrementar la productividad y sustentabilidad del mismo.

Esta práctica busca lograr certezas en calidad, costos y plazos, a través de la identificación oportuna de los riesgos para la toma de decisiones.

### INTEGRACIÓN TEMPRANA PARA CI

Se define como la metodología para cumplir de manera eficiente los objetivos del mandante para un proyecto específico, mediante la participación temprana, coordinada y colaborativa, de todos los actores involucrados, es decir, equipos de arquitectura, calculistas, especialidades, construcción y proveedores, desde la génesis del proyecto hasta generar la documentación aprobada para la construcción.

### PROYECTOS INDUSTRIALIZADOS

Un proyecto industrializado es aquel que fue diseñado utilizando componentes constructivos fabricados, dentro o fuera del sitio, mediante procesos controlados, los cuales contemplan su fabricación, logística y montaje.

### ESTANDARIZACIÓN

Establecer tempranamente a través del diseño y metodologías de desarrollo, criterios predefinidos para agrupar componentes de un proyecto con el fin de disminuir variables, optimizando procesos y recursos. La estandarización se propone como un valor agregado a un proyecto de industrialización, ya que a través de la disminución de variables permite alcanzar una mayor optimización.

## CONSTRUCTABILIDAD

La constructibilidad de los diseños facilita enormemente los procesos constructivos mediante elementos funcionales y diseñados en un contexto que considera el proyecto general de forma tal en que el proceso constructivo se simplifique. Sin embargo, para esto la integración de las distintas áreas permite que la información recopilada se sume al diseño produciendo una coordinación anticipada que produce diseños optimizados generando beneficios en cuanto a costos, reducción del tiempo de las actividades, aumentando la sostenibilidad de los procesos, la productividad y la calidad del producto. La colaboración y la formación de equipos de trabajo es esencial en la aplicación de la constructibilidad: “La división del trabajo es necesaria cuando el alcance del trabajo excede lo que una sola persona puede completar en el plazo establecido o cuando no hay una sola persona que pueda dominar todos los conocimientos y habilidades que requiere el proyecto” (Arriagada, 2019).

## TARGET VALUE DESIGN (TVD)

Las prácticas de diseño en base a un valor objetivo requieren de una gran participación de todas las partes pero esencialmente del mandante, puesto que la definición de objetivos del proyecto y los requerimientos del cliente determina en gran medida el resultado del producto del diseño. Es una forma de garantizar el cumplimiento con el presupuesto eficientemente y requiere de la participación transversal de las partes interesadas. “La existencia de principios asociados a la colaboración y la integración de equipos aumenta la certeza del desempeño y mejora los procesos de toma de decisiones y la gestión de riesgos del proyecto” (Zulay Gimminezç et al., 2022).

### **DESIGN FOR MANUFACTURING AND ASSEMBLY (DFMA)**

Dentro de la construcción industrializada la etapa de diseño es determinante en cuanto al resultado del producto final debido a la participación de las distintas partes para desarrollar un diseño más eficiente en un espacio de trabajo colaborativo y mejora continua enfocado en el proceso de manufactura y ensamblaje definiendo en el diseño aspectos como la estandarización, sistematización de los procesos y secuencias tanto productivas como de ensamblaje y sus procesos constructivos. “Se considera que la eficiencia en el diseño para la manufactura y ensamblaje debe considerar criterios de modularidad que permitan, tanto la personalización del diseño (variación de soluciones), como la estandarización de componentes constructivos (repetición de elementos). Esto último en razón de disminuir el número de piezas totales, lo que conlleva a reducir tiempos de fabricación y mejorar la eficiencia (Kremer, 2018) (Shafiee et al., 2020)” (Vargas-Mosqueda et al., 2023).

### **VIRTUAL DESIGN OF CONSTRUCTION (VDC)**

La digitalización de los proyectos permite una mejora en la intercomunicación y el traspaso de información permitiendo una visión más amplia del proyecto considerando sus aspectos constructivos y diseño como un factor de intervención en el cual la colaboración entre las distintas áreas puede gestionar el proceso de diseño con mayor facilidad debido a la digitalización y facilidad de visualización. La colaboración e integración temprana de las distintas partes previenen la incurrancia en errores y mejora la productividad de la etapa de diseño y la disminución de los residuos o diseños deficientes minimizando el número de iteraciones por medio de un diseño desarrollado en conjunto con las partes interesadas. “El objetivo es reducir el número de tareas redundantes e incorporar a las partes interesadas necesarias en el momento adecuado para permitir la generación de información del proyecto que pueda compartirse electrónicamente con otros en la misma fase y en las fases futuras de un proyecto (Schwegler et al., 2001)”. (Mandujano et al., 2015)



## INTEGRATED PROJECT DELIVERY (IPD)

La cualidad principal de IPD es la participación anticipada de los integrantes desde el inicio del proyecto permitiendo una visión integral del proyecto desarrollándose de forma colaborativa e interdisciplinaria. La integración temprana de los grupos de trabajo facilita la implementación de IPD mediante la transferencia de información y la colaboración entre las áreas para el desarrollo del diseño. “Uno de los principios del IPD es la participación temprana del constructor y algunos subcontratistas clave con el propietario, el arquitecto y los consultores clave en las primeras etapas del diseño” (Mesa et al., 2020).



## LEAN CONSTRUCTION

Lean se enfoca principalmente en conseguir el máximo valor rentable y la disminución de todos los tipos de residuos. Enfatiza en gran parte la importancia de las personas en la labor que realiza y los considera como el principal contribuyente en el objetivo de reducción de residuos como parte esencial del proceso constructivo debido a sus habilidades y capacidad de desarrollarse aún más mediante capacitaciones. La integración temprana al ser aplicada en la metodología lean permite una mayor coordinación y consideración de factores clave para el desarrollo de los proyectos. Generalmente, se ve reflejado al añadir otra metodología para complementar sus atributos como es el caso de la incorporación de IPD a Lean o de la definición del valor objetivo TVD. Esta complementación requiere de la integración temprana de los grupos de trabajo en el contexto de desarrollo del proyecto a través del trabajo colaborativo, comunicación y mejoras continuas. “Al aplicar Lean Construction al modelo IPD, el resultado es el sistema de ejecución de proyectos “Lean” LPDS (Lean Project Delivery System) (Mossman, 2013), que toma lo mejor de IPD y LC para alinear personas, sistemas, procesos y prácticas de negocio, aprovechar los talentos y las ideas de los participantes para optimizar el valor para el cliente, reducir el desperdicio y maximizar la eficiencia en todas las fases de diseño, fabricación y construcción (Ballard y Howell, 2003)”. (Garcés & Peña, 2023).

# Anexo 2: Casos de estudio

# 1

## TIPO

Documento  
Proyecto  
Reto  
Iniciativa

## GREMIO

Academia  
Gobierno  
Empresa

## ORIGEN

Nacional  
Internacional

 BOETSCH®

## TEMÁTICA: IMPLEMENTACIÓN BAUMAX EN 5 EDIFICIOS EMPRESA: BOETSCH



### CASO DESARROLLADO POR

Boetsch, Baumax, Spoerer



### CONTEXTO

Boetsch optó por industrializar la obra gruesa del proyecto La Granja, buscando romper la barrera de la innovación y ver los efectos reales del sistema de paneles de muros y losas prefabricados de H.A. La Granja es un proyecto de 9 edificios, de los cuales 3 son de 10 pisos construidos con el sistema tradicional y 6 edificios de 5 pisos construidos con el sistema Baumax. Este se integró tempranamente en el diseño del proyecto, lo que permitió incorporar la solución y coordinarla con el resto de las especialidades. Hoy, el proyecto está en construcción, con las 9 torres en simultáneo y, al cierre de esta edición, un 50% de avance.



### BENEFICIOS

Mejorar la productividad de la obra gruesa y, si las terminaciones se planifican de buena manera, permite finalizar anticipadamente la construcción del proyecto. Además, el sistema de paneles prefabricados disminuye los retrabajos en obra gruesa y en las terminaciones, ya que el acabado es mejor (plomos y niveles sin errores). Por otro lado, se disminuye la generación de residuos, al utilizar menos moldaje, enfierradura y hormigón in situ.



## ANÁLISIS CUALITATIVO

### IMPACTO EN COSTO

El sistema Baumax tiene un costo de construcción mayor que el sistema tradicional, pero se esperan ahorros en gastos generales de obra gruesa, en la generación de residuos y en los retrabajos de obra gruesa y terminaciones.

### IMPACTO EN PLAZO

En particular en este proyecto, a la fecha, se ha medido que Baumax es más productivo que el sistema tradicional.



## METODOLOGÍA

El sistema Baumax industrializa la obra gruesa de H.A. de un proyecto. Dependiendo de la altura de la edificación, puede considerar doble panel para los muros, los cuales se rellenan con hormigón autocompactante. Se utilizan prelosas prefabricadas, debiendo la mitad superior hormigonarse in situ con hormigón autocompactante. Se ejecutan muros y losas en simultáneo, para generar el efecto monolítico deseado. Las losas se deben apuntalar, no requieren moldaje. La modulación de los paneles debe diseñarse en conjunto con el arquitecto y el calculista del proyecto, debido a que existen restricciones en las dimensiones. Las instalaciones realizan sus recorridos por losa y bajan por los muros. Los artefactos eléctricos ya vienen incorporados en los paneles.

Se configuró alianza con estudiantes y académicos del Inacap, para medir la productividad con instrumentos diseñados en conjunto y poder comparar los indicadores del sistema Baumax con el sistema tradicional.



## RECOMENDACIONES LEVANTADAS

- Se deben considerar edificios bajos (5 pisos o menos) y regulares.
- Requiere un alto nivel de coordinación. Se debe modelar TODO en 3D para permitir análisis detallados.
- Es ideal implementar en proyecto de varias torres, algunas con Baumax y otras no, para poder comparar con el sistema tradicional, considerando separar los centros de gestión para poder visualizar los efectos en el resultado de cada proyecto (tradicional vs Baumax).
- Se deben establecer claramente los protocolos de calidad antes del inicio de faenas.
- Las fundaciones de los edificios Baumax se deben comenzar anticipadamente.
- Se deben considerar moldajes metálicos y hormigón autocompactante.
- En el montaje del piloto deben asistir todos los actores que participaron del diseño y todos los que ejecutarán.
- Capacitación profunda de todo el equipo.



## ANÁLISIS CUANTITATIVO (EN LO POSIBLE)

### IMPACTO EN COSTOS

- Disminuye en un 60% los residuos generados en la etapa de obra gruesa.
- Disminuye en un 80% los retrotrabajos en obra gruesa.

### IMPACTO EN PLAZO

Aumenta la productividad en un 35% (m<sup>2</sup>/hd).



## CONCLUSIONES DEL CASO

- Existe el riesgo de subestimar la velocidad de montaje. Se debe estar preparado para aprovecharla y hormigonar oportunamente, de lo contrario se pierde eficiencia.
- Lo anterior requiere un alto grado de planificación del equipo de obra, involucrándolos a todos.
- Cambian los rendimientos de los instaladores de fierro en terreno, pasan a ser la ruta crítica cuando se tiene una cantidad importante de juntas abiertas en los muros.



## ACTORES QUE DEBEN PARTICIPAR

- Gerente Inmobiliario
- Gerente de Proyectos
- Gerente Técnico
- Jefe de Proyectos
- Coordinador de Proyectos
- Jefe de Estudios
- Jefe de Planificación
- Jefe de Calidad
- Arquitecto
- Calculista
- Baumax
- Proveedor de Moldaje.



## IMAGEN DESCRIPTIVA



# TEMÁTICA: EVOLUCIÓN DE LA ALBAÑILERÍA

EMPRESA: VALIZ INVERSIONES

## TIPO

Documento

Proyecto

Reto

Iniciativa

## GREMIO

Academia

Gobierno

Empresa

## ORIGEN

Nacional

Internacional



## CASO DESARROLLADO POR

Valiz Inversiones



## CONTEXTO

En 1997 la empresa local, con la cadena de valor totalmente integrada en la IV región, con construcción tradicional basada en una albañilería reforzada, se enfrenta a la problemática de no contar con los suficientes albañiles para cumplir con sus planes comerciales. Sin embargo, ese no era el único desafío. La rotación de los albañiles por diversas empresas de la región, favorecía el desarrollo de malas prácticas en los trabajadores, lo que decantó en variabilidades importantes en la calidad producida. Se buscó una solución de moldajes de aluminio texturado que asimilara al ladrillo y que pudiera ser concretado con hormigones premezclados. Finalmente, se decidió importar el Moldaje ICS Contech para un pareo, implantación, que llevó adelante la constructora del mismo grupo.



## BENEFICIOS

Se logró incrementar el rendimiento de la producción semanal de 8 a 10 viviendas en el mediano plazo por cuadrilla; en cambio, con el sistema tradicional, una cuadrilla alcanzaba una producción semanal de 3 viviendas. En la cuadrilla de muros de albañilería, trabajaban 4 albañiles y dos ayudantes, por otro lado, la cuadrilla para armar el moldaje y luego concretar era de 12 jornales avanzados adiestrados para desarrollar la tarea. Como integración, el area de diseño se juntó con personal de la obra para ajustar las medidas del modelo de pulgadas a centímetros y a desarrollar láminas que permitieran industrializar las instalaciones sanitarias fuera del sitio, ya que se estimó que podría generar un cuello de botella al tratar de hacer las instalaciones en el sitio, esto ocurría paralelamente a la compra del moldaje, de ahí hasta la llegada de los equipos (6 meses), se probaron mezclas desmoldantes e instalaciones por considerar como factores críticos.



## ANÁLISIS CUALITATIVO

### IMPACTO EN COSTO

Grandes impactos no se vieron en el proyecto, debido a que debíamos resolver en apariencia bastantes temas más para aprovechar el rendimiento alcanzado. De todas formas, al prefabricar las instalaciones, nos permitió ahorrarnos unas 10 UF por casa en términos de canalizaciones, agua, gas y alcantarillado.

### IMPACTO EN PLAZO

Sin duda parcialmente, se traduce en un ahorro de tiempo y MO importante. Por ejemplo, un gasfiter podía en los talleres armar 5 instalaciones de agua, gas y alcantarillado interior. En el sitio la misma especialidad hacia una instalación de agua y una de gas, en un día.



## METODOLOGÍA

La metodología utilizada es la tradicional, el arquitecto junto al mandante diseñan el modelo, luego se pasa a cálculo, con eso listo, es turno del especialista en instalaciones, luego se junta el dossier de antecedentes y se le entrega a la constructora para que presupueste y construya posteriormente. Y cuando se entra en la etapa de presupuestación, empiezan los problemas por falta de información, mala coordinación, etc. De ahí para adelante, empiezan los supuestos para establecer el costo. Esta dinámica no es la más apropiada, porque se generan un sinnúmero de cuellos de botella, que generan detenciones de la producción, generando aumento de costos y plazos.

El diseño fue realizado en CASCADA, por arquitectos e ingenieros sin un objetivo común.

Modelo repetitivo en distintos proyectos.



## RECOMENDACIONES LEVANTADAS

- Se recomienda que el objetivo del mandante sea conocido por todos los involucrados.
- Es muy improductivo a partir de un diseño de una vivienda tradicional, llegar a implantar una solución industrializada.
- Junto con lo anterior el mandante debe trabajar en buscar la mejor solución con todos los actores relevantes; es decir, arquitectos, ingenieros, constructores, jefes de terreno, proveedores, contratistas y encargado de logística.
- Se recomienda que las soluciones sean resueltas en equipo de manera de evitar propuestas parciales para la construcción de la vivienda.
- Para el caso de las instalaciones, es muy relevante tener absolutamente claro en un modelo 3D la posición exacta en donde salen las cañerías del muro para desarrollar las pantallas de instalación.



## ANÁLISIS CUANTITATIVO (EN LO POSIBLE)

### IMPACTO EN COSTOS

- **Albañilería**  
Albañilería Tradicional 192 HH/Pareo  
Moldaje texturado: 96 HH/pareo
- **Instalaciones**  
En Obra: 16 HH/Casa  
OffSite: 1,6HH/Casa

### IMPACTO EN PLAZO

- **Albañilería Tradicional:** 1 Pareo C/4 días/  
Cuadrilla
- **Moldaje texturado:** 1 Pareo por día/  
Cuadrilla



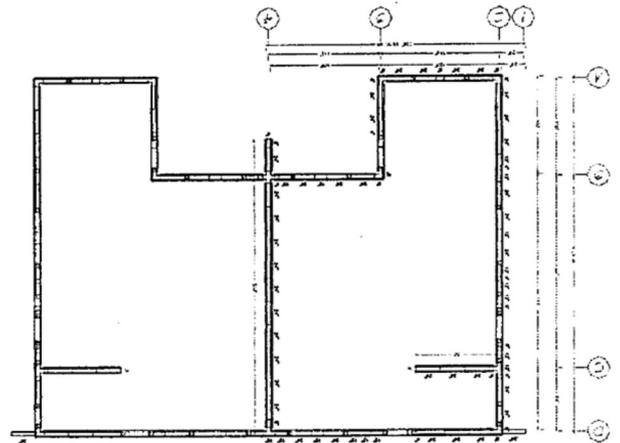
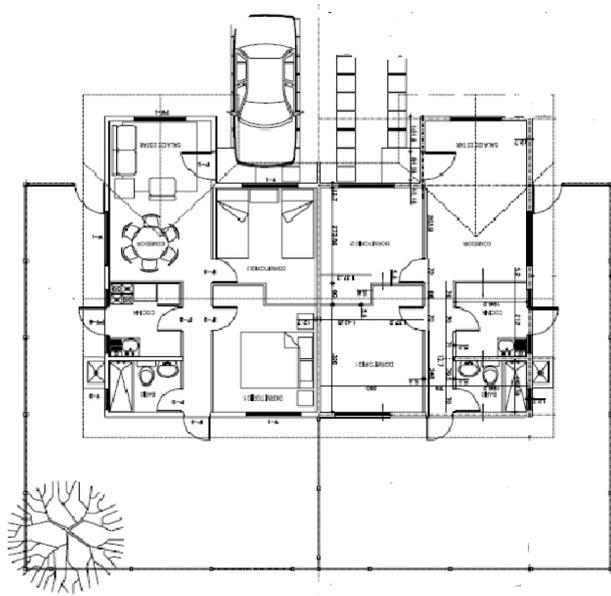
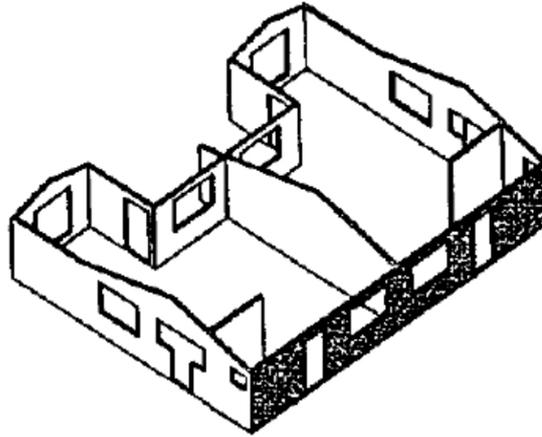
## CONCLUSIONES DEL CASO

- El desarrollo del proyecto en CASCADA, generó tremendas ineficiencias.
- Es necesario tener un Objetivo Común.
- Es muy necesario formar un equipo que pueda colaborar entre sí. Nueva cultura.
- Generar la cultura de que los diseños son para CONSTRUIR y mientras más clara y completa sea la información, mejor será cumplido el objetivo común en obra. Debe elevar los indicadores de constructabilidad.
- Todos los actores en conjunto al mandante deben ser capaces de ayudar con su experiencia a establecer el objetivo común.
- Entender que el proyecto no es una iniciativa exclusiva de la arquitectura e ingeniería. Debe promoverse un ambiente propicio de respeto y trabajo en equipo.
- Como no pueden estar los equipos trabajando de manera presencial en todo momento, se debe establecer una metodología de trabajo, así como contar con herramientas tecnológicas para el trabajo colaborativo en RED como es el BIM.
- Es preciso, en cada caso, cuál es la información que debe entregar el diseño del proyecto.
- Se deben integrar colaborativamente al diseño del proyecto, a parte de los conocidos arquitectos e ingenieros, el equipo debe estar integrado por visitantes de obra, costeadores, administradores de obras, jefes de terreno, encargados de logística, proveedores, subcontratistas, desde las etapas incipientes del proyecto, incluso a colaborar en definir junto al mandante lo que realmente conviene desarrollar en el terreno disponible.
- Se debe reforzar la integración a través del ambiente BIM, con trabajo presencial y visitas a terreno.
- Se debe establecer una planificación del trabajo colaborativo, con tareas y cumplimiento para cada uno de los integrantes, así como también los roles que cada uno representaran en el proyecto.
- En este caso queda de manifiesto, que arreglar la carga en el camino, no es viable, porque pueden lograrse eficiencias notables, que en forma posterior se pierden por no haberse analizado adecuadamente con anticipación.



## INTENSIDAD DEL IMPACTO PARA LOS ACTORES INVOLUCRADOS

ACTOR	DESCRIBIR
Arquitecto	El impacto es bastante alto, se mantiene dando soluciones técnicas hasta el final de la construcción. El diseño termina con el termino de la construcción de la obra.
Ingeniero	El impacto es secundario, pero alto dado que todos los cambios que van surgiendo con el proceso, requieren presencia. El diseño no se cierra.
Costeador	Impacto Alto, se evidencian la falta de información en el proyecto, discordancias en las especialidades, materiales que no existen, etc.
Constructor de Obra	Le faltan detalles, información incompleta. Empieza a perder el tiempo haciendo los requerimientos de información.
Jefe de Terreno	A pesar de la experiencia, no es capaz de materializar las soluciones indicadas en los planos. "Los planos no son para construir, son para cumplir un tramite".



# TEMÁTICA: OPTIMIZACIÓN DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

EMPRESA: BOETSCH

## TIPO

Documento

Proyecto

Reto

Iniciativa

## GREMIO

Academia

Gobierno

Empresa

## ORIGEN

Nacional

Internacional

**B** BOETSCH®



## CASO DESARROLLADO POR

Boetsch, Spoerer



## CONTEXTO

En la búsqueda de generar de modelo de trabajo colaborativo, que incentive a distintos stakeholders de la empresa a perseguir la optimización de los proyectos en función de los costos de ejecución, es que en Boetsch se formuló un prototipo de metodología de trabajo con la oficina de cálculo estructural Spoerer Ingenieros, puesto a prueba en el proyecto Parque Central Los Reyes 1b-c, de 22 pisos de altura y 3 subterráneos, ubicado en la comuna de Santiago. El objetivo del prototipo es generar una metodología que apunte a bajar los costos de la obra gruesa al optimizar el diseño estructural del edificio en una etapa temprana, antes de congelar la arquitectura del proyecto.



## BENEFICIOS

Generar una optimización en los costos de ejecución de la obra gruesa (OG) del edificio en etapa temprana, antes de congelar la arquitectura del proyecto, con un bajo riesgo y pocas implicancias en términos del tiempo destinado al desarrollo y coordinación del mismo.

Se estudian alternativas de estructuración, cada una con un costo asociado, lo que permite a los involucrados tomar decisiones con información objetiva.



## ANÁLISIS CUALITATIVO

### IMPACTO EN COSTO

Se logran ahorros en el costo directo de la obra gruesa, desde la etapa de diseño.

### IMPACTO EN PLAZO

En este caso no se visualizan grandes efectos en el plazo de ejecución del proyecto; sin embargo, pueden evaluarse propuestas del constructor que apunten a bajar los plazos, por ejemplo, evaluar el costo de eliminar todos los antepechos del piso tipo.



## METODOLOGÍA

Con la arquitectura básica sin congelar, la oficina de cálculo genera una serie de modelos, en cada uno se incorporan propuestas de optimización y se evalúa el efecto que cada uno genera en el volumen de hormigón estimado y la cuantía de acero estimada, durante 1 mes de análisis. Posterior a ello, la oficina de cálculo presenta el abanico de propuestas que generan efectos positivos en Ho y Fe (porcentaje de ahorro), las cuales se someten a comité de revisión y se definen cuáles serán las propuestas a implementar en el proyecto. La inmobiliaria paga a la oficina de cálculo un porcentaje adicional a la tarifa UF/m<sup>2</sup> usual, por concepto de aplicar esta metodología, principalmente por la cantidad de recursos adicionales que se deben destinar.



## RECOMENDACIONES LEVANTADAS

- Se recomienda tomar el proyecto de arquitectura básica, previo a la congelada para la fase de coordinación, dado que de esta forma se logran realmente los efectos positivos en la OG.
- Deben participar de la revisión y selección de las propuestas de optimización de cálculo, representantes de la inmobiliaria, de la constructora y el arquitecto (comité de revisión).
- La primera vez que se aplique la metodología, se debe realizar en un proyecto en donde se cuente con holgura de tiempo y que la prueba no afecte la Gantt de coordinación.



## CONCLUSIONES DEL CASO

- La metodología solo tiene limitaciones de plazos.
- En estructuras bajas y regulares, a pesar de que el margen de optimización es menor, siempre se pueden evaluar opciones que generen ahorros, ya sea en material o en plazo, para ello es necesario contar con recomendaciones concretas de un constructor con experiencia, que conozca las ineficiencias que se generan en un proyecto.



## ANÁLISIS CUANTITATIVO (EN LO POSIBLE)

### IMPACTO EN COSTOS

Se estima un ahorro en los costos de OG de 3.500 UF. Lo que representa un 0.92% del costo directo total de construcción.

### IMPACTO EN PLAZO

N/A

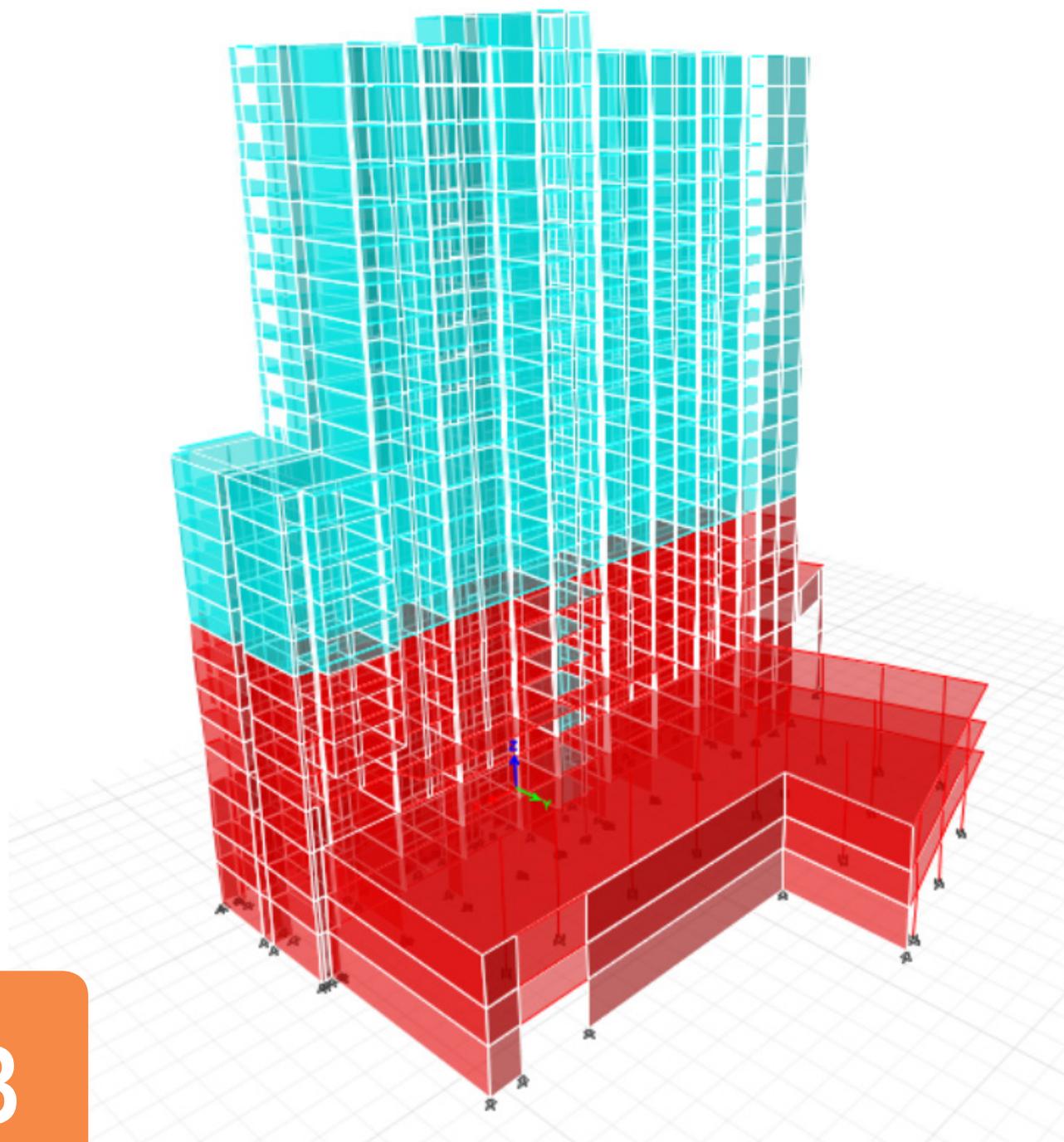


## ACTORES QUE DEBEN PARTICIPAR

- Jefe de Proyectos
- Coordinador de Proyectos
- Jefe de Estudios
- Arquitecto
- Calculista
- Constructor



## IMAGEN DESCRIPTIVA



**TEMÁTICA: METODOLOGÍA BIM EN PROYECTO OLIMPIA II****EMPRESA:** SOCOVESA SUR**TIPO**

Documento

Proyecto

Reto

Iniciativa

**GREMIO**

Academia

Gobierno

Empresa

**ORIGEN**

Nacional

Internacional

EMPRESAS  
SOCOVESA**CASO DESARROLLADO POR**

Socovesa Sur, Bim Lab, Spoerer.

**CONTEXTO**

Dentro del proyecto estratégico de Empresas Socovesa de la implementación de BIM & Lean Construction, se realizó un piloto en el proyecto Olimpia II de la filial Socovesa Sur, situado en la ciudad de Temuco. Dicho piloto buscaba mediante la incorporación temprana de la constructora, calculista y especialistas en el proceso de diseño generar un modelo constructivo virtual que permitiera optimizar el diseño, asegurando la factibilidad constructiva y minimizar las inconsistencias e indefiniciones en el proyecto previo a su ejecución en obra.

**BENEFICIOS**

El proceso de coordinación con cálculo (Spoerer Ingenieros Asociados Spa) se hizo a través de modelos BIM, sin emitir un solo plano, utilizando estándar abierto de acuerdo a las directrices del Plan BIM, lo que permitió coordinarse usando softwares diferentes y reduciendo en un 60% el tiempo habitual de coordinación. Las cubicaciones de hormigones de ambos modelos diferían en un 0,05% lo que habla de la precisión de los modelos.

Asimismo, la coordinación entre el área de arquitectura, construcción, diseño de interiores y especialistas permitió minimizar las modificaciones del proyecto durante la etapa de ejecución generando una significativa reducción en los adicionales de la obra.

**ANÁLISIS CUALITATIVO****IMPACTO EN COSTO**

Reducción (respecto a los montos históricos) en los adicionales de obra.

**IMPACTO EN PLAZO**

Nuestro primer objetivo era bajar la variabilidad en obra y mantener los plazos originales del proyecto.



## METODOLOGÍA

El uso de modelos digitales “constructivos” que reflejan la forma de construir de forma virtual los proyectos, es clave para anticipar y visualizar problemas durante la etapa de ejecución de obra; para ello, la integración temprana y el trabajo colaborativo y multidisciplinario es fundamental. Ello implica la colaboración abierta, sincera y dedicada para lograr mejores diseños siempre considerando las múltiples aristas de los proyectos. Formar equipos con las capacidades adecuadas es relevante para lograr buenos resultados.



## RECOMENDACIONES LEVANTADAS

- Es importante contar con un actor que lidere el proceso y pueda visibilizar los requerimientos de las partes y poder lograr una metodología en conjunto durante todo el proceso de desarrollo.
- En una etapa inicial, se sugiere partir de un diseño maduro, con los principales requerimientos del proyecto definidos.
- Para poder incorporar terceros en la metodología de trabajo es muy relevante contar con un estándar de trabajo BIM y definir claramente los requisitos de intercambio de información.
- Es importante que los actores involucrados dediquen tiempo de calidad al proceso.
- Así mismo, contar con una constructora que aplique metodología de trabajo Lean Construction permitirá capturar de mejor manera las mejoras en los diseños.



## ANÁLISIS CUANTITATIVO (EN LO POSIBLE)

### IMPACTO EN COSTOS

Por el lado de los adicionales el control bien acotado de estos, generó 0,14 % sobre el monto del contrato, considerando que el promedio interno es entre un 2 y 3%

### IMPACTO EN PLAZO

Disminución de RDI (Requerimiento de información), Hubo una disminución considerable de 43 % de la totalidad emitida, dando certeza en el avance de las obras



## CONCLUSIONES DEL CASO

- Recepción clara de la información por parte del mandante genera un proyecto mejor definido y más eficiente, optimizando los tiempos de desarrollo al tener menos iteraciones en la primera etapa entre arquitectura y cálculo.
- Manejo de nuevos software y flujo de información a través de modelos en formato IFC y BIM Collab, por ser el primer proyecto trabajado completo en esta modalidad.
- Las pocas dudas de obra, redujo considerablemente las RDI y los tiempos asociados a resolver descoordinaciones de proyecto.

### Oportunidad de mejora

- Los cambios que se realizaron después de la entrega del proyecto coordinado se realizaron en 2D y no se ha actualizado el modelo perdiéndose la centralización de la información, perdiendo la validez del modelo.
- Generar el cambio cultural, al uso del modelo como fuente de información es relevante y paulatino en el tiempo.
- Generar los tiempos necesarios para el análisis de la información del modelo.
- Para seguir avanzando en las mejoras es indispensable avanzar en el modelo como fuente principal de información, durante el proceso de desarrollo y también durante la ejecución de la obra ya que podemos tener actualizaciones online y mantener informados a los actores involucrados.



## ACTORES QUE DEBEN PARTICIPAR

- Inmobiliaria (o mandante)
- Arquitectura
- Calculista
- Constructora
- BIM-Lab (especialistas en BIM y MEP)
- Especialistas
- Diseño interior
- Estudio



# TEMÁTICA: COORDINACIÓN Y PREFABRICACIÓN DE ARMADURA

EMPRESA: SPOERER

## TIPO

Documento

Proyecto

Reto

Iniciativa

## GREMIO

Academia

Gobierno

Empresa

## ORIGEN

Nacional

Internacional



## CASO DESARROLLADO POR

- BTD (BIM Technology and Design)
- Spoerer Ingenieros
- Inmobiliaria Imagina
- Constructora ALM
- American Screw



## CONTEXTO

En búsqueda de mejorar la productividad en la construcción, es ampliamente reconocido que uno de los factores más influyentes es la velocidad de ejecución y es precisamente en este ámbito donde la utilización de acero prefabricado (cortado y doblado en la planta) ha demostrado ofrecer mejoras significativas. En Spoerer Ingenieros, como autores del proyecto de cálculo, hemos incorporado la armadura de acero en el modelo BIM, desde donde se envían las especificaciones a la máquina encargada de cortar y doblar las barras. La coordinación de los pedidos con la obra es responsabilidad de BTD, una empresa que surgió como spin-off de Spoerer. Después de realizar 4 proyectos piloto, en los que enfrentamos una considerable resistencia al cambio, hemos aprendido la importancia de comprometer a la alta dirección de la empresa constructora y validar nuestra metodología a través de la medición de las pérdidas de acero. En este proyecto, hemos colaborado estrechamente con Inmobiliaria Imagina, Constructora ALM y American Screw, cuyos equipos de profesionales desempeñaron un papel fundamental en la promoción de este cambio de paradigma.

**SPOERER**  
INGENIEROS ASOCIADOS



## ANÁLISIS CUALITATIVO

### IMPACTO EN COSTO

Ahorro en los costos directos de material, dado que se mejora el control en la pérdida. Ahorro en mano de obra, disminuye la cantidad de enferradores, ya que solo instalan el fierro.

### IMPACTO EN PLAZO

Se visualiza un aumento en la velocidad de avance. Se le atribuye a esta solución, generar presión a las otras actividades concatenadas en la obra gruesa (instalaciones, moldaje y hormigón), obligando a cumplir el orden de los ciclos de obra gruesa.



## BENEFICIOS

El servicio ha brindado notables beneficios, incluyendo una significativa reducción de pérdidas, una logística de patio más eficiente, un aumento en la productividad del subcontrato de fierro, una disminución de RDI y una notable aceleración en la velocidad de avance. Además, la calidad del fierro cumple con los requerimientos exigidos por norma (ángulos de doblado, largo de los ganchos y patas). Disminuye el uso de espacio en terreno, ya que no se necesita el banco de doblado de acero.



## METODOLOGÍA

- La constructora define y planifica los ciclos de construcción de la obra gruesa.
- Esta planificación se incorpora en el modelo BIM.
- El coordinador de enfierradura define un calendario tentativo con 1 mes de adelanto a la fecha actual, se definen las fechas límites de solicitud de material para cumplir con los plazos de fabricación del proveedor.
- Gestor BIM (BTD) genera los pedidos y los envía al proveedor basados en la planificación de la constructora. En esta instancia el gestor además revisa los pedidos y asume la responsabilidad de la completitud de los paquetes.
- Coordinador de enfierradura recibe pedidos, revisa cantidad y calidad del fierro prefabricado, ordena según la logística de la obra y distribuye.



## ANÁLISIS CUANTITATIVO (EN LO POSIBLE)

### IMPACTO EN COSTOS

- La pérdida de fierro disminuye a menos de 2%.
- El mayor costo del fierro preparado y el costo del Gestor BIM se compensan con los ahorros generados.

### IMPACTO EN PLAZO

La obra finalizó con un adelantado de 25 días respecto al programa inmobiliario. Si bien esto no es atribuible directamente al uso de acero prefabricado, seguro influyo.



## RECOMENDACIONES LEVANTADAS

- Se recomienda solicitar cotizaciones a proveedores de acero doblado al menos con 2 meses de anticipación al inicio de la obra. Este período de tiempo es esencial para completar la propuesta comercial y preparar el modelo BIM del acero de refuerzo.
- Para llevar a cabo la programación, planificación, comunicación, coordinación y seguimiento del proceso, la obra debe contar con un profesional de campo dedicado exclusivamente a estas tareas. Este rol será conocido como el coordinador de enfieradura (el cual es un costo adicional, pero se paga con el control de pérdidas).
- Al implementar esta metodología por primera vez en un proyecto, es crucial que la alta dirección de la constructora brinde instrucciones claras sobre la importancia de ejecutar el proceso correctamente, para que todo el equipo confíe en el nuevo sistema.
- Se realiza capacitación al equipo de instaladores y al coordinador de enfieradura, para que todos entiendan el lenguaje de las etiquetas de marcación del producto.
- A pesar de que se incluye toda la armadura requerida en los pedidos, es necesario contar con una cantidad mínima de fierro en punta a disposición de la obra.



## CONCLUSIONES DEL CASO

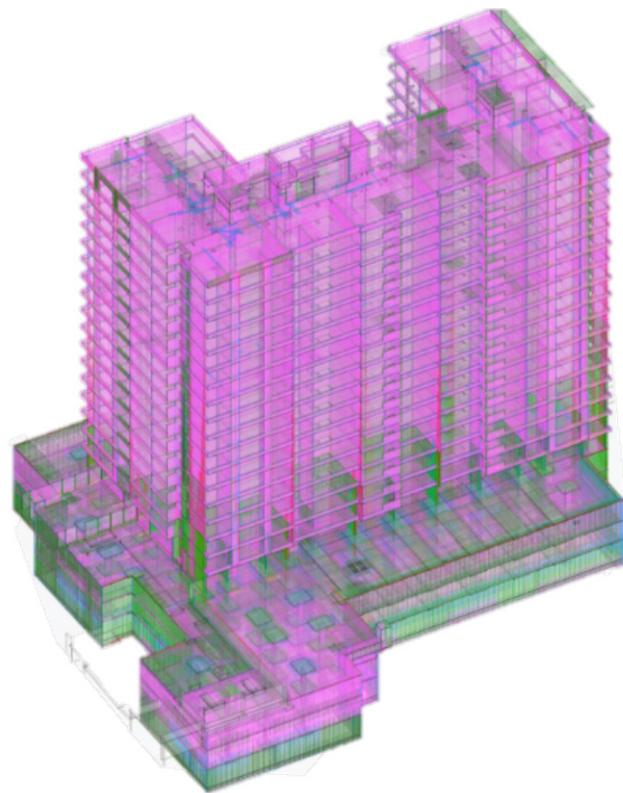
- A pesar de que la evaluación económica inicial del proyecto que hizo la constructora no fue positiva, el resultado final mostró ahorros importantes en costo y plazo, esto ocurre frecuentemente cuando se quiere innovar y se da porque existen factores y variables que no se pueden valorizar de buena manera al inicio del proyecto, principalmente porque no hay experiencia ni evidencia pasada y la constructora no se arriesga a proyectar ahorros. La inmobiliaria se sumó al proyecto sin exigir una parte del ahorro generado.
- La decisión de utilizar armadura prefabricada se debe tomar en una etapa temprana, ya que es necesario incorporarla en el modelo BIM.
- Para cambiar el paradigma y la resistencia al cambio, es necesario validar los beneficios del proyecto, midiendo las pérdidas de fierro y la velocidad de avance de la obra.
- Para la constructora el impacto es alto, ya que además del ahorro de tiempo, disminuye el gasto y la cantidad de mano de obra, menor tamaño de instalación de faenas y menor probabilidad de accidentes. Además, se lleva un control detallado de la cantidad de fierro comprado y recibido.
- Para la inmobiliaria el impacto es medio alto debido a la disminución en plazo y en costos financieros. Por otro lado, tiene certeza de que la armadura prefabricada instalada cumple con la normativa vigente.
- Para el calculista el impacto es medio, como responsables del proyecto de ingeniería le entrega certeza de que la armadura instalada es la especificada. Además, disminuyen las consultas de obra (RDI's).
- Para el proveedor de acero, el impacto es medio, se estandariza la forma de realizar los pedidos, se eliminan los posibles errores del cubicador, el gestor BIM además ordena los pedidos de modo optimizar el uso de la máquina y acelerar la fabricación.



## ACTORES QUE DEBEN PARTICIPAR

- Empresa Constructora
- Inmobiliaria
- Calculista
- Proveedor de acero
- Subcontrato de enfierradura
- Gestor BIM
- Coordinador de enfierradura

## IMAGEN DESCRIPTIVA



Pedido: 2	Proyecto:	Fecha: 14 Nov 2022					
Descripción:	Cliente:	Encargado: gjordan					
Código: S3.F.V1	Piso: S3	Eje: F	Elemento: V1				
Item	Posición	Cantidad	Diámetro	Largo	Peso	Figura	Forma
1	Confinamiento RB_VL_E	17 u	ø8	120 cm	8.0 Kg		3122
2	Lateral RB_VL_Lat_DG	2 u	ø8	250 cm	2.0 Kg		11
3	Longitudinal RB_VL_Sup_DG	2 u	ø16	310 cm	9.8 Kg		11
4	Longitudinal RB_VL_Inf_DG	2 u	ø16	310 cm	9.8 Kg		11
<b>Resumen elemento S3.F.V1</b>							
ø8	ø16	Total					
10.0 Kg	19.6 Kg	29.6 Kg					

# TEMÁTICA: DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN Y MOVIMIENTOS DE TIERRA

EMPRESA: AG ASESORIAS

## TIPO

Documento

Proyecto

Reto

Iniciativa

## GREMIO

Academia

Gobierno

Empresa

## ORIGEN

Nacional

Internacional



## CASO DESARROLLADO POR

- AG Asesorías
- Aconcagua



## CONTEXTO

Se nos solicita el diseño de muros de contención para un proyecto de 55 viviendas en extensión. Se nos pide respetar condicionantes específicas arquitectónicas, de niveles y servidumbres de alcantarillado de ALL y AS.

Nuestro cliente y su equipo se encuentran en una etapa temprana de migración digital. Nuestra propuesta se desarrolla en BIM, pero interactuamos con el mandante con archivos exportados a DWG tridimensional. Esto nos permite utilizar toda su experiencia profesional sin imponerle una metodología de trabajo que demora en ser instalada.



## BENEFICIOS

Dado que ocupamos la metodología BIM, durante el proceso de diseño/ revisión, podemos adecuar y modificar el proyecto con rapidez. El mandante puede interactuar en equipo con nosotros, trabajando con archivos BIM exportados a DWG. Esto nos da flexibilidad y capacidad de iterar las soluciones arquitectónicas, constructivas y estructurales del proyecto (niveles de fundaciones de losas, diseño de pantallas estructurales, coordinación con fundaciones de edificaciones, etc.).

Por otra parte, podemos conocer en tiempo real los costos de los muros de contención y, por lo tanto, en la etapa de diseño se pueden ajustar criterios para obtener un mejor resultado económico.



## ANÁLISIS CUALITATIVO

### IMPACTO EN COSTO

El alto costo de capacitación BIM, en tiempo y dinero, puede ser un desincentivo para migrar a esa tecnología. Nuestro trabajo híbrido, facilita una transformación paulatina, aprovechando además toda la capacidad profesional de las empresas que nos contratan.

### IMPACTO EN PLAZO

El tiempo de desarrollo de los proyectos, iteraciones y modificaciones en BIM se disminuye al menos en un 30%.

Sería posible aumentar aún más la eficiencia, haciendo un mayor cambio cultural tendiente a un mayor trabajo en equipo.



## METODOLOGÍA

- Trabajamos con archivos bi y tridimensionales georreferenciados, en DWG y BIM.
- Antes de iniciar el trabajo, solicitamos a nuestro cliente la definición de todos los criterios de diseño arquitectónico, estructural, pavimentación y alcantarillado. Sostenemos reuniones con los especialistas en caso de ser necesario. Nuestra modelación BIM se basa en parámetros que permiten la utilización de nuestros archivos por otros especialistas (arquitectura, ingeniería, construcción). Esto permitiría detallar aún más la propuesta (diseño de enferraduras, programación de obras, topografía, etc.) si fuese necesario.
- El desarrollo del proyecto lo hacemos conjuntamente con el coordinador, quién es nuestro interlocutor frente a todo el equipo.



## RECOMENDACIONES LEVANTADAS

### Desde el punto de vista de AG Asesorías

- Fortalecer aún más la cultura del trabajo en equipo.
- Mayor incorporación de metodología BIM en las diferentes especialidades mejorarían la coordinación temprana.
- Se podría sacar mejor provecho de la información BIM para la toma de decisiones inmobiliarias.

### Desde el punto de vista del cliente

- Disminuyen las interferencias entre las distintas especialidades del proyecto.\*

\*Respuesta del Cliente



## ANÁLISIS CUANTITATIVO (EN LO POSIBLE)

### IMPACTO EN COSTOS

#### Costos de muros

- **Alternativa 1** (más eficiente pero que no cumple con las expectativas del cliente): UF 17.996
- **Alternativa 2** (más costosa pero cumple con las expectativas del cliente): UF 19.442

### IMPACTO EN PLAZO

Entre 1 y 1,5 meses de menor tiempo (de obra) lo cual incide en los gastos generales\*.

\*Respuesta del Cliente



## CONCLUSIONES DEL CASO

### Diseño

- Definición temprana de los criterios de diseño en todas las especialidades.
- Interacción desde el inicio del proyecto entre los diferentes actores, usuarios y no usuarios de BIM.

### Incorporación de modificaciones/mejoras

- Todas las opciones de diseño están archivadas en una biblioteca de datos paramétricos BIM. Esto que permite la rápida iteración del proyecto.
- Rapidez y flexibilidad en la entrega de información.

### Visualización grafica

- Bi y tridimensional en BIM y DWG facilitan la comprensión del proyecto por todos los actores.
- Jerarquías y Templates gráficos estandarizan y ordenan la presentación final.

### Coordinación

- El sistema mixto BIM/DWG permite el trabajo conjunto con el equipo de diseño, utilizando toda la experiencia de profesionales altamente capacitados que no son especialistas en BIM.

### Orden de la información

- Registro automático de láminas, clasificaciones, etiquetas, versiones, listas de planos, tablas de materiales, costos, etc.

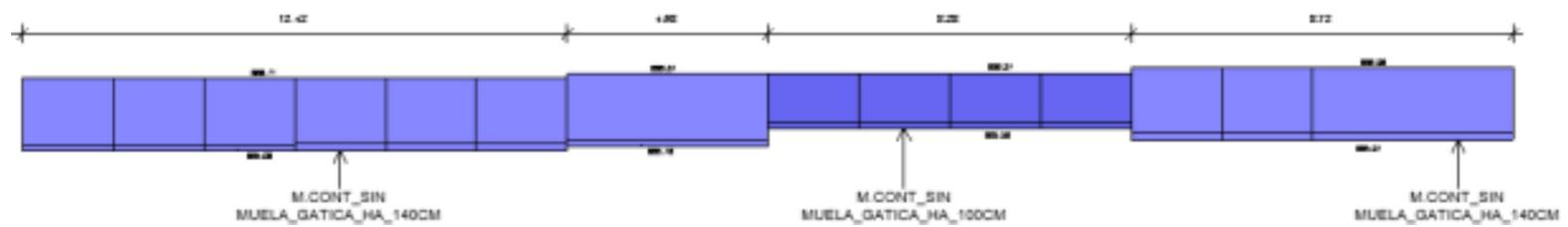
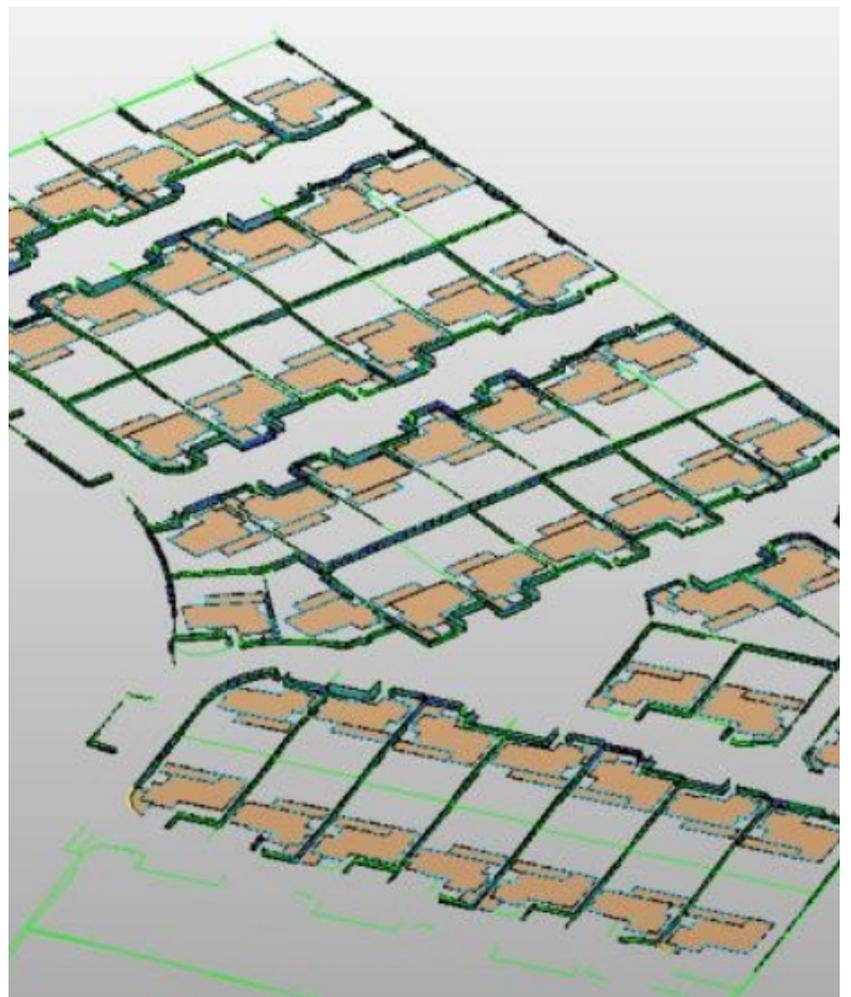
### Sobrecostos

- Una vez entregada las información para construcción, nuestros proyectos no necesitan modificaciones en terreno (no recibimos RDI).
- 



## ACTORES QUE DEBEN PARTICIPAR

- Coordinador: toma decisiones de criterios de diseño y ajustes en caso de ser necesario.
- Topografía: entrega curvas de niveles 3D y georreferenciación.
- Arquitectura: proporciona el Plan Maestro y define criterios estéticos.
- Mecánica de suelos: entrega información sobre escarpe, niveles de fundación y zonas especiales.
- Calculo: provee el diseño de fundaciones y muros de contención. Este es un insumo indispensable para la coordinación del proyecto.
- Ingeniería: es un actor clave. El trabajo coordinado con nuestra especialidad implica observaciones recíprocas, con el objetivo de obtener el mejor resultado para el cliente final.



## TIPO

Documento

Proyecto

Reto

Iniciativa

## GREMIO

Academia

Gobierno

Empresa

## ORIGEN

Nacional

Internacional

GRUPO  
**CINTAC**  
Crecimiento & Desarrollo

## CASO DESARROLLADO POR

- Axis
- Grupo Cintac
- Consolida



## CONTEXTO

El proyecto surge como respuesta a desafíos críticos como la escasez hídrica, la generación excesiva de residuos y el alto consumo energético en la industria de la construcción, tanto a nivel global como nacional. Empresas como Cintac y Axis ya han implementado con éxito prácticas de construcción industrializada utilizando acero.



## BENEFICIOS

El proyecto ofrece múltiples beneficios, incluyendo la optimización de procesos constructivos, reducción de residuos y consumo energético, y la creación de soluciones habitacionales más eficientes y sostenibles. Además, proporciona flexibilidad para adaptarse a diversas orientaciones y requerimientos energéticos.



## METODOLOGÍA

La metodología del proyecto involucra el uso de tecnología BIM, estandarización de elementos constructivos y un fuerte enfoque en la sustentabilidad. Se hace mención a índices de utilización y manufactura, así como a la aplicación de métodos de construcción contemporáneos.



## ANÁLISIS CUALITATIVO

## IMPACTO EN COSTO

No se proporciona detalles específicos sobre el impacto en los costos.

## IMPACTO EN PLAZO

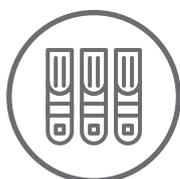
Gracias a la utilización de elementos modulares, el proyecto permite un montaje rápido y eficiente, lo cual sugiere una reducción significativa en los plazos de construcción.



### RECOMENDACIONES LEVANTADAS

Es esencial priorizar la construcción industrializada y modular en el ámbito de la vivienda, aprovechando el acero como material principal debido a su capacidad para generar soluciones ligeras, de fácil montaje y transportables. Se enfatiza la importancia de la estandarización de los elementos constructivos y la adopción de tecnología BIM para maximizar la eficiencia. Además, para abordar preocupaciones ambientales, se sugiere reducir la generación de residuos y el consumo energético, quizás incluso incorporando la impresión de elementos constructivos para minimizar el desperdicio. Por último, es crucial que actores clave, como las empresas constructoras, proveedores de acero, gestores de proyectos y profesionales de la construcción, colaboren estrechamente para garantizar el éxito del proyecto.

---



### CONCLUSIONES DEL CASO

El Proyecto Cintaxis representa un avance significativo en la industria de la construcción, enfocándose en técnicas modernas de construcción modular e industrializada, con el acero como protagonista. Esta innovación no solo busca la eficiencia y rapidez en los procesos constructivos, sino que también tiene un marcado compromiso con el medio ambiente al proponer soluciones que reduzcan residuos y consumo energético. Empresas líderes como Cintac y Axis ya están mostrando interés, lo que sugiere el potencial y la relevancia de este enfoque. Sin embargo, es vital considerar todos los aspectos del proyecto, incluido el costo, para determinar su viabilidad completa. La adaptabilidad de las soluciones propuestas y el impulso tecnológico, como la impresión de elementos constructivos, indican que estamos ante una revolución en la construcción. Aun así, el éxito del proyecto requerirá una colaboración multisectorial, uniendo a empresas, proveedores y profesionales en un esfuerzo conjunto hacia una construcción más sostenible y eficiente.

---



### ACTORES QUE DEBEN PARTICIPAR

Los actores clave para el proyecto incluyen empresas constructoras (Cintac, Axis, Consolida, entre otras), proveedores de acero, gestores y patrocinadores de proyectos habitacionales, profesionales del sector de la construcción y potenciales compradores de viviendas.



**TEMÁTICA: EDIFICIO INDUSTRIALIZADO****EMPRESA:** BAUMAX + E2E**TIPO**

Documento

Proyecto

Reto

Iniciativa

**GREMIO**

Academia

Gobierno

Empresa

**ORIGEN**

Nacional

Internacional

**CASO DESARROLLADO POR**

- Baumax, E2E, Fluxa Arquitectos.

**CONTEXTO**

El proyecto busca desarrollar una vivienda eficiente, aprovechando la experiencia de los industrializadores y apoyar a pequeñas constructoras en la implementación de condominios confeccionados por medio de kits de ensamblaje de construcción mixta industrializada y tradicional, dando una gran importancia al prefabricado y la colaboración.

**BENEFICIOS**

- La integración temprana de los distintos actores facilitó el proceso.
- La participación del mandante desde el principio fue clave, todas las indefiniciones e incertidumbres se fueron abordando en conjunto y a tiempo.
- Proyecto innovador por ser de alto estándar de industrialización mediante la integración de componentes diseñados e interconectados de distintos proveedores.
- Cero escombros y pérdidas por el sistema altamente industrializado en planta.
- La entrega en formato kit facilita el comercio y la construcción con mano de obra disponible en el mercado.

**ANÁLISIS CUALITATIVO****IMPACTO EN COSTO**

Se reduce el impacto en costos por la eliminación de las re-tareas, disminuye los desperdicios y se construye de una forma sistematizada que optimiza los procesos y facilita la MO.

**IMPACTO EN PLAZO**

El proyecto busca reducir el plazo de construcción a menos de 3 meses, lo cual representa un impacto significativo en el plazo de entrega de la vivienda.



## METODOLOGÍA

El proceso altamente industrializado permite un seguimiento y retroalimentación constante para poder alimentar la base de datos interna de la impresión de distintos tipos de diseños, esto facilita la trazabilidad de componentes y procesos y permite una respuesta oportuna ante pedidos del mismo diseño adecuándose rápidamente a los requerimientos del cliente.

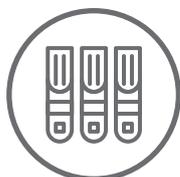
- De lo elementos industrializados incorporados:
- Baños modulares Pods Smartis
- Muros y losas Baumax
- Paneles prefabricados de fachada E2E
- Paneles Interiores RC Tecnova



## RECOMENDACIONES LEVANTADAS

El proceso de certificación con el DICTUC es de alto nivel de detalle puesto que los tiempos de respuesta suelen ser de varios meses, situación aún no resuelta.

La estandarización limita la flexibilidad del diseño y requiere congelar el diseño en forma temprana.



## CONCLUSIONES DEL CASO

La factibilidad percibida del proyecto es alta ya que los productos utilizados están validados en el mercado y se busca apalancar a pequeñas constructoras para implementar la solución, incluso permite la preparación de la mano de obra disponible en el mercado.

Los beneficios del proyecto incluyen la mejora en la calidad de vida de las personas, la eficiencia en la construcción, la reducción de la huella ambiental y la posibilidad de implementar la solución en diferentes ubicaciones de Chile.



## ANÁLISIS CUANTITATIVO (EN LO POSIBLE)

### IMPACTO EN COSTOS

El proyecto es relativamente económico como para considerarse en el gasto público, se estima que el costo estará bajo las 1.500 UF.

### IMPACTO EN PLAZO

El proyecto busca reducir el plazo de construcción a menos de 3 meses, lo cual representa un impacto positivo en el plazo de entrega de las viviendas.

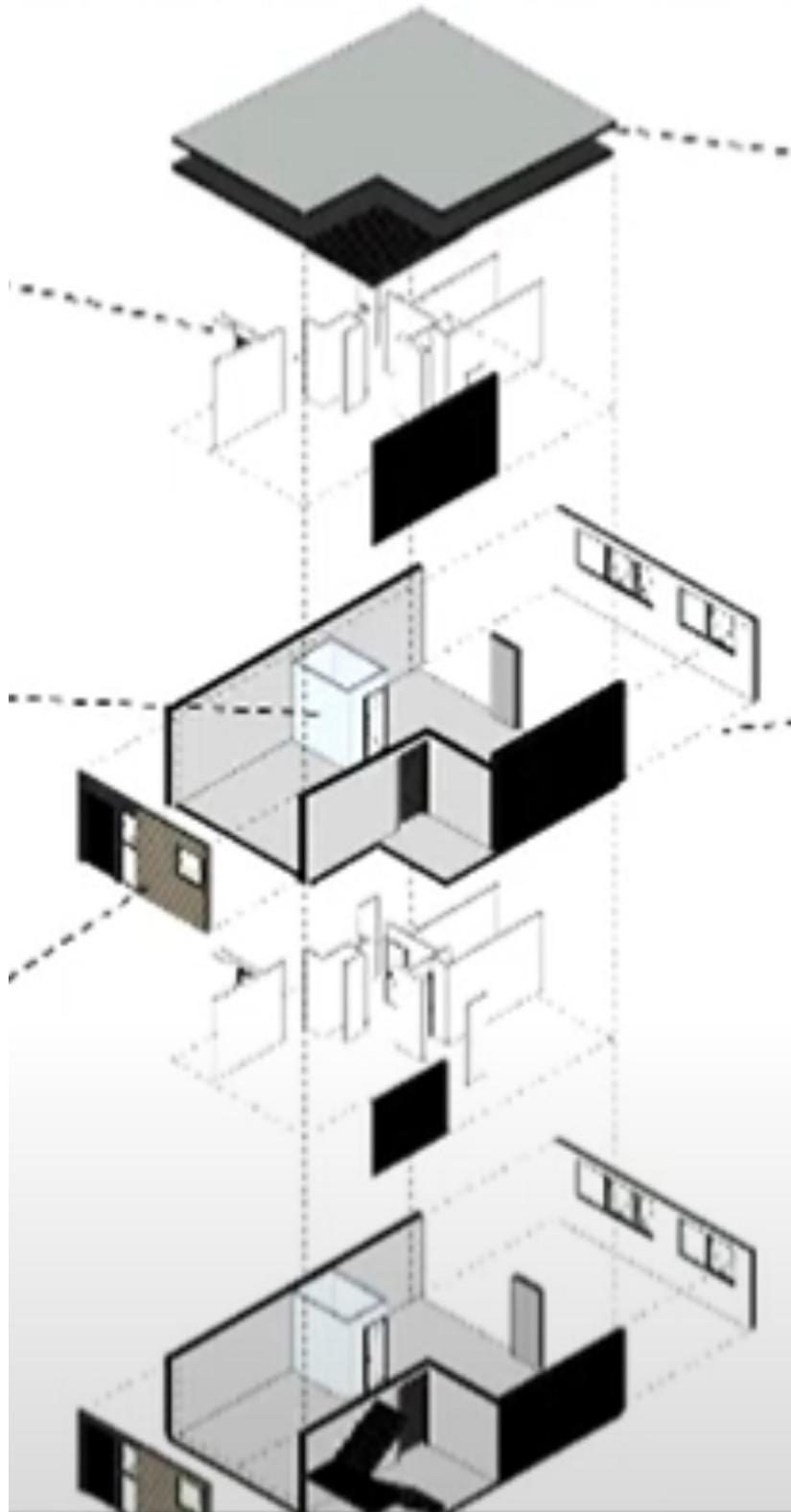


## ACTORES QUE DEBEN PARTICIPAR

- Mandante
- Arquitecto
- Calculistas
- Especialidades
- Constructoras pequeñas
- Otros asociados a los elementos complementarios, industrializadores, fabricantes de productos, etc.



## IMAGEN DESCRIPTIVA



**TEMÁTICA: VIVIENDA INDUSTRIALIZADA****EMPRESA: TWH + ISIETE****TIPO**

Documento

Proyecto

Reto

Iniciativa

**GREMIO**

Academia

Gobierno

Empresa

**ORIGEN**

Nacional

Internacional

**CASO DESARROLLADO POR**

- TWH Soluciones Constructivas + iSiete

**CONTEXTO**

Consortio TWH + iSiete presentan propuesta en respuesta al significativo déficit habitacional existente, con una necesidad urgente en concretar soluciones de construcción eficientes y sostenibles para viviendas subsidiadas. De esta forma, se busca aportar en la construcción de micro-condominios para resolver asinamiento, cumpliendo con los requerimientos normativos y mejorar la productividad en la construcción con la utilización de paneles.

**BENEFICIOS**

El proyecto ofrece múltiples beneficios incluyendo la mitigación del déficit habitacional, aceleración de procesos de construcción, cumplimiento de normativas, mejora en la eficiencia energética, reducción en el consumo de agua, reducción en la huella de carbono y optimización de predios. Uso de mano de obra especializada. Por otro lado, el uso de paneles hace la instalación menos compleja que la instalación de módulos.

**METODOLOGÍA**

- Abastecimiento vertical desde materia prima al producto.
- Industrialización de proceso constructivo, utilizando estructuras de acero y paneles de fibrocemento, poliuretano y yeso-cartón.
- Prefabricación en Planta.
- Modelación BIM.
- Fundaciones y radieres in-situ.

**ANÁLISIS CUALITATIVO****IMPACTO EN COSTO**

- Reducción en GG por tiempo optimizado.
- Disminución de RCD.
- Productos de fierro (uso de reciclados).

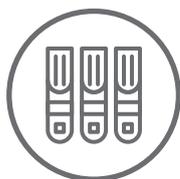
**IMPACTO EN PLAZO**

Menor duración en terreno de montaje de OG.



### RECOMENDACIONES LEVANTADAS

- Preocupación por el entorno y condiciones de postación, matrices, veredas, obras civiles en general.
- Fundaciones y radieres deben estar en excelentes condiciones para evitar retrasos y panas en montaje.
- Monitorear constantemente unión de instalaciones eléctricas entre paneles.
- Considerar tolerancia  $\pm 2-3\text{mm}$  del panel. Controlar desniveles de cada material



### CONCLUSIONES DEL CASO

- Se requiere un volumen apropiado para que proyecto e inversión sea viable para industrializadora.
- Existe una mejora en el estándar de la vivienda ya que los materiales del panel entregan mejor confort térmico.
- Se utiliza un gas (sin definir) de bajo impacto de carbono.
- Existe optimización en el transporte (flete) de paneles.
- Se debe considerar el entorno de construcción en la gestión del montaje.
- Al construir en pequeños predios se aumenta/mantiene la densificación poblacional. Sin embargo, se entregan viviendas y se disminuye el asinamiento.



### ACTORES QUE DEBEN PARTICIPAR

- Gerente I+D.
- Modeladores BIM.
- Project Manager.
- Administrador de Proyectos.



### ANÁLISIS CUANTITATIVO (EN LO POSIBLE)

#### IMPACTO EN COSTOS

Costo competitivo, de construcción: 1.400 UF sin IVA.

#### IMPACTO EN PLAZO

Se estima una duración de 6 semanas para completar cuatro unidades con montaje y terminaciones en baño y cocina, habitable.

**TIPO**

Documento

Proyecto

Reto

Iniciativa

**GREMIO**

Academia

Gobierno

Empresa

**ORIGEN**

Nacional

Internacional

**CASO DESARROLLADO POR**

ARQBOX

**CONTEXTO**

El proyecto "Soluciones Modulares de Exterior" se desarrolla en Calera de Tango, con el objetivo principal de aprovechar contenedores marítimos reutilizados para crear piscinas y quinchos modulares de acero. Estas estructuras están diseñadas para adaptarse a espacios exteriores y edificaciones en altura, ofreciendo soluciones versátiles y funcionales para entretenimiento y relajación al aire libre.

**BENEFICIOS**

Las soluciones modulares propuestas son altamente versátiles y adaptables, con una ejecución rápida y una notable facilidad de montaje y desmontaje. Estos módulos minimizan la generación de residuos y ofrecen oportunidades comerciales para la venta o alquiler en eventos y actividades al aire libre, respondiendo a necesidades diversas de espacio y funcionalidad.

**METODOLOGÍA**

El proyecto se basa en una metodología de trabajo colaborativo, con un enfoque en la remanufactura de contenedores marítimos y construcción modular en acero. Este enfoque colaborativo ha permitido optimizar la productividad, calidad y sostenibilidad del proyecto, mejorando la satisfacción del cliente y acelerando los tiempos de construcción.

**ANÁLISIS CUALITATIVO****IMPACTO EN COSTO**

Pueden implicar una reducción significativa en los costos en comparación con las construcciones tradicionales. Además, la posibilidad de alquilar estas estructuras para eventos puede generar ingresos adicionales.

**IMPACTO EN PLAZO**

Gracias a la utilización de contenedores reutilizados y a la naturaleza modular de las construcciones, los tiempos de ejecución se reducen significativamente. El montaje y desmontaje rápidos y eficientes permiten una implementación ágil de las soluciones propuestas.



### RECOMENDACIONES LEVANTADAS

Es crucial seleccionar contenedores en buen estado para la remanufactura. Además, se recomienda una planificación detallada para optimizar los procesos de montaje y desmontaje y una estrategia de mercado efectiva para maximizar las oportunidades comerciales de alquiler y venta de las estructuras.

---



### CONCLUSIONES DEL CASO

Una de las principales dificultades puede ser la adquisición de contenedores marítimos en condiciones adecuadas para la remanufactura. Además, la planificación y ejecución de los procesos de montaje y desmontaje deben ser meticulosamente coordinadas para evitar problemas y retrasos en la implementación de las soluciones modulares.

---



### ACTORES QUE DEBEN PARTICIPAR

El proyecto involucra a varias empresas colaboradoras, incluyendo Cerámicas Santiago, Decoeco, Bcasual, Casaluze, La Maja Project, y BOSCA. Además, es fundamental la participación de expertos en construcción modular, proveedores de contenedores marítimos, y equipos de montaje y desmontaje especializados.



## TEMÁTICA: EDIFICACIÓN EN ALTURA - PRELOSAS

EMPRESA: ECHEVERRÍA IZQUIERDO



### CASO DESARROLLADO POR

Echeverría Izquierdo, Rene Lagos Engineers, Badia+Soffia Arquitectos, Hormipret.



### CONTEXTO

El Edificio MIND, es un proyecto de vivienda que se construye en la comuna de Ñuñoa, Santiago de Chile. El edificio tiene 24 pisos y 4 subterráneos, con departamentos de 1 y 2 dormitorios. El proyecto utiliza una solución innovadora para las losas de los subterráneos, que son pre-losas pretensadas, ideales para superficies amplias, que se espera aporten mayor rapidez y rendimiento en la etapa de construcción de obra gruesa. El proyecto implementó otras soluciones industrializadas, como baños y escaleras prefabricadas, muros con hormigón proyectado, moldajes monolíticos y hormigón autocompactante, y detallamiento armaduras 3D y gestión BIM. Estas innovaciones resultaron en un ahorro en costos globales del proyecto y un menor plazo de construcción.



### BENEFICIOS

La experimentación permitió comparar el método tradicional de construcción de losas de hormigón armado con el sistema de pre-losas pretensadas en el Edificio MIND. Se logró identificar varias ventajas de las pre-losas, como el ahorro de materiales, la mejora de la productividad, la reducción de la mano de obra y las desviaciones en la obra gruesa, y la mejor inspección.

#### GREMIO

Academia

Gobierno

Empresa

#### ORIGEN

Nacional

Internacional

**ECHEVERRÍA  
IZQUIERDO**



### ANÁLISIS CUALITATIVO

#### IMPACTO EN COSTO

Esta alternativa de uso de estructuras prefabricadas, permiten optimizar el uso del hormigón, reducir el tiempo de ejecución y liberar personal para otras actividades.

#### IMPACTO EN PLAZO

Se ha logrado aumentar la velocidad de ejecución de obra gruesa subterránea, cumpliendo el objetivo inicial.



## METODOLOGÍA

En el caso específico del proyecto MIND, se utilizó una solución industrializada en la etapa de construcción que fue exitosa gracias al trabajo en equipo de mandante, proyectos de especialidades, constructora y proveedores. Se generaron plantas de losas, planos de carga y elevaciones y se traspasó esta información al proveedor para que elaborara una propuesta técnica y económica. Una vez tomada la decisión comercial, se integró al proveedor en la etapa de coordinación para detallar la interacción con otras especialidades. El proyecto contempló soluciones industrializadas en la etapa de construcción y se evaluaron opciones para disminuir los costos y plazos del proyecto.



## RECOMENDACIONES LEVANTADAS

Se identificaron aspectos como la necesidad de coordinación de instalaciones eléctricas y CCDD con la modulación de pre-losas. Se observó que, si las instalaciones se superpusieran, habría una mayor rapidez en la instalación. También se notó que se requerían 3 juegos de eslingas para hacer más eficiente el proceso de descarga y posicionamiento de las losas. Se encontró que la primera losa de un ciclo nuevo era la más difícil de posicionar, pero la curva de aprendizaje fue positiva. Es esencial continuar adaptando metodologías de diseño convencionales para incorporar soluciones industrializadas de manera eficiente. Además, se recomienda colaborar con investigadores y expertos para validar códigos de diseño y el comportamiento esperado de los componentes estructurales.



## ANÁLISIS CUANTITATIVO (EN LO POSIBLE)

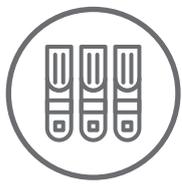
### IMPACTO EN COSTOS

El uso de las prelosas en el proyecto ha tenido un impacto significativo en el plazo y los costos:

- Reducir un 40% la cantidad de hormigón in situ utilizado.
- Ahorro del 100% en el descarachado.
- Se ha logrado un ahorro de 700 UF.

### IMPACTO EN PLAZO

Se han reducido de 2,40 HH/m<sup>2</sup> a 1,24 HH/m<sup>2</sup>, una mejora del 195%. Ingeniería Estructural, se ha logrado un incremento del 30%. En resumen, el uso de pre-losas ha impulsado la eficiencia y el rendimiento del proyecto.



## CONCLUSIONES DEL CASO

El piloto del proyecto MIND ha demostrado que la integración temprana puede tener un impacto positivo en la eficiencia, calidad y seguridad del proyecto, así como en la satisfacción de las partes interesadas. Esto ha llevado a Echeverría Izquierdo a escalar el proyecto Parque Araya, que incluirá 2 torres de 18 pisos, 518 departamentos, 3 subterráneos, 12.573 m<sup>2</sup> de subterráneo y 6.905 m<sup>2</sup> de pre-losas. La integración temprana del diseño estructural es importante al considerar la incorporación de soluciones constructivas industrializadas y debe ir acompañada de una planificación en obra adecuada y procesos constructivos consistentes. Evaluar soluciones industrializadas implica un mayor consumo de recursos en etapas tempranas, pero esto puede llevar a optimizaciones en el valor total del proyecto. Como ingenieros estructurales, es posible asesorar al cliente sobre las posibilidades de industrialización en sus proyectos y mostrar beneficios y limitaciones.

---



## ACTORES QUE DEBEN PARTICIPAR

Los actores clave en el proyecto MIND incluyen a Echeverría Izquierdo, Badia + Soffia, René Lagos Engineers y proveedores de las prelosas Hormipret. También participan revisores estructurales. El equipo de construcción fue el ente relevante en la implementación de esta innovación.



## IMAGEN DESCRIPTIVA



**TEMÁTICA: EDIFICIO INDUSTRIALIZADO EN MADERA****EMPRESA: PREFABRICADAS PREMIUM****TIPO**

Documento

Proyecto

Reto

Iniciativa

**GREMIO**

Academia

Gobierno

Empresa

**ORIGEN**

Nacional

Internacional

**CASO DESARROLLADO POR**

Prefabricadas Premium, Centro de Innovación en Madera - PUC. Italo Sepulveda, con el aporte de los ejecutivos de prefabricadas Premium.

**CONTEXTO**

El objetivo que se propusieron era innovar en la construcción sostenible y demostrar que es posible construir edificios de madera de manera eficiente y segura.

Para tal efecto, deciden idear un edificio para demostrar la viabilidad y eficiencia de la construcción en madera a gran escala, además de su potencial sostenible y ecológico.

El Condominio Barrio Firenze en Coquimbo, es un proyecto DS49, diseñado como un edificio industrializado tipo para inscripción en DITEC. Este proyecto, desarrollado en respuesta a una emergencia habitacional, es el resultado de un trabajo colaborativo entre Prefabricadas Premium y el Centro de Innovación en Madera de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

**BENEFICIOS**

El proyecto presenta un sistema de modulación variable 2D y 3D, permitiendo opciones de despacho y montaje tanto modular como panelizado. Esta flexibilidad facilita la optimización de costos en todas las etapas del proyecto. Se anticipa un ahorro aproximado del 25% en costos de transporte y montaje.

El sistema estructural híbrido utiliza materiales de manera estratégica para cumplir con los requisitos sísmicos con menos refuerzos estructurales, impactando positivamente en los costos. El trabajo colaborativo permitió combinar la experiencia académica con la capacidad técnica y operativa de la empresa.

**ANÁLISIS CUALITATIVO****IMPACTO EN COSTO**

El proyecto anticipa un ahorro significativo en los costos de transporte y montaje, aproximadamente un 25%. Este ahorro se atribuye a la utilización inteligente de materiales y a la eficiencia del sistema de modulación variable.

**IMPACTO EN PLAZO**

El proyecto promete mejoras en los tiempos de producción y montaje, con un rendimiento estimada de 10 m<sup>2</sup> por hombre por día. Este se espera lograr en la etapa de producción y montaje acelerando así los plazos de entrega del proyecto.



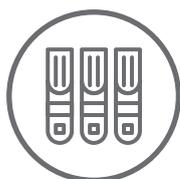
## METODOLOGÍA

- Se integraron tempranamente al diseño todos los actores involucrados en el proyecto.
- El proyecto ha implementado el uso de BIM durante todas sus fases, también incorporaron herramientas ERP para la gestión de inventarios y logística.
- Se adoptó un sistema estructural híbrido y un sistema de modulación variable 2D y 3D, lo que permite una optimización de costos y una mejora en los tiempos de producción y montaje.
- Incorporan tecnología Finger a sus procesos, para reutilizar residuos provenientes de la producción.
- Entrenamiento y capacitación del equipo así como mostrar los beneficios de adoptar los procesos. Reducir las resistencias al cambio.
- Implementación de auditorías de calidad y seguimiento de cada etapa del proyecto.



## RECOMENDACIONES LEVANTADAS

- Es crucial mantener una colaboración estrecha y trabajo conjunto desde las etapas tempranas entre los especialistas de Prefabricadas Premium y los profesionales del CIM UC para asegurar que el proyecto se desarrolle de manera eficiente y efectiva.
- Incorporar tecnología al diseño y a la gestión de procesos y proyecto.
- Mantener al equipo comprometido, incrementando capacitaciones y reuniones de trabajo para evitar o minimizar la resistencia al cambio. Adaptabilidad.
- Incorporar indicadores de calidad, de procesos, de costos y plazo de manera de garantizar el éxito del proyecto. Medir la excelencia operativa.
- Se debe incorporar la integración temprana desde la fase conceptual del proyecto.
- Un desafío es la comunicación efectiva y transversal.



## CONCLUSIONES DEL CASO

- Que en la aplicación del concepto integración temprana observaron una mejora en la coordinación, reducción de imprevistos y una mayor eficiencia en la ejecución del proyecto.
- La IT les permitió anticipar problemas y tomar decisiones más informadas.
- Fundamental el BIM y herramientas de control.
- Atender las resistencias de los equipos. Es natural cuando los sacan de la zona de confort.
- Generar cultura de transparencia y colaboración en el equipo.
- Se deben realizar reuniones periódicas de alineación y definición de objetivos desde el comienzo asegurándose de que todos comprendan y compartan la visión del proyecto.
- Se debe investigar y estar en desarrollo permanente. Esto permite adaptarse mejor a las restricciones que puedan presentar los proyectos.
- Sugieren incorporar en el futuro a los usuarios de las viviendas.
- Los factores claves que reportan son la sostenibilidad, innovación en construcción en madera, seguridad estructural y viabilidad económica.
- A través de modulaciones y simulaciones avanzadas se pudo, junto a los especialistas, utilizar un sistema estructural híbrido, que garantice la durabilidad y resistencia de la estructura.
- La aplicabilidad de soluciones 2D o 3D, dependerá de los costos logísticos que signifiquen las zonas geográficas a desarrollar este modelo de edificios.



## ACTORES QUE DEBEN PARTICIPAR

Los actores clave involucrados en el proyecto son la Municipalidad de Coquimbo (Mandante), el Centro de Innovación en Madera de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Arquitectura e Ingeniería), y Prefabricadas Premium (Constructora)

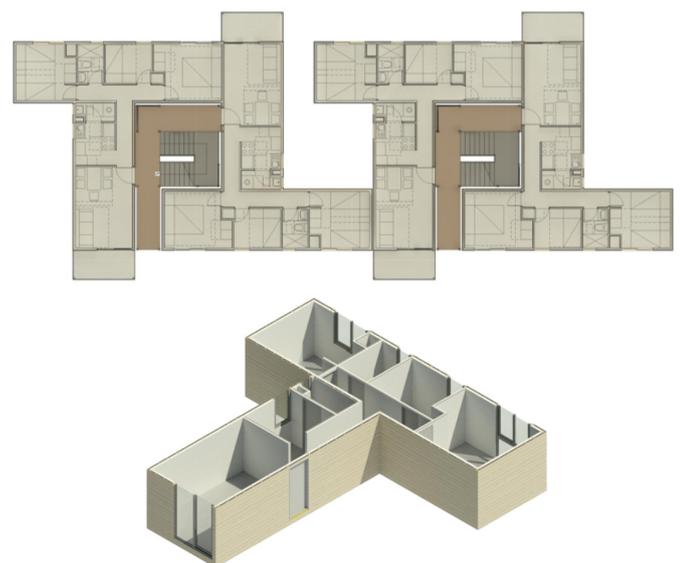


## INTENSIDAD DEL IMPACTO PARA LOS ACTORES INVOLUCRADOS

ACTOR	DESCRIBIR
Arquitecto	El impacto es mayor, dado el tiempo invertido en la búsqueda de la solución que satisfaga los objetivos del proyecto.
Ingeniería	El sistema híbrido requirió mas HH de trabajo para alcanzar la solución eficiente, el impacto es mayor.
Lideres en Premium	Ha tenido un impacto importante, en términos de asociatividad, comunicación, desarrollo y mitigar las resistencia al cambio.
Equipo	Alto, en términos de adaptabilidad.



## IMAGEN DESCRIPTIVA



## TIPO

Documento

Proyecto

Reto

Iniciativa

## GREMIO

Academia

Gobierno

Empresa

## ORIGEN

Nacional

Internacional

ARCHIPLAN  
ARCHITECTS & PLANNING CONSULTANTS

## CASO DESARROLLADO POR

Archiplan



## CONTEXTO

El proyecto Casa Tecnokit Archiplan es una iniciativa que busca ofrecer viviendas panelizadas de madera con un sistema de montaje rápido. El diseño es innovador, con características como cocina integrada y doble altura en áreas comunes, y se ofrece en versiones estándar y ampliada. Estas casas están diseñadas para ser entregadas en kits de paneles para autoconstrucción, permitiendo personalización por parte de los clientes y optimización del transporte para llegar a ubicaciones remotas.



## BENEFICIOS

El proyecto proporciona un ahorro significativo en gastos generales al reducir el tiempo de construcción en 3 a 4 meses. Además, las casas cumplen con las normativas térmicas y de resistencia al fuego en todas las zonas geográficas, lo que las hace adecuadas para cualquier clima. La modalidad de autoconstrucción permite a los clientes personalizar las terminaciones según sus preferencias.



## METODOLOGÍA

El proyecto fue desarrollado utilizando tecnología BIM desde sus inicios, facilitando la integración temprana entre diseño e industrialización. Este enfoque permite una planificación y ejecución más eficientes del proyecto.



## ANÁLISIS CUALITATIVO

## IMPACTO EN COSTO

El proyecto permite un ahorro estimado de 3 a 4 meses en gastos generales debido a la eficiencia del sistema de paneles y el proceso de autoconstrucción.

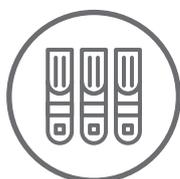
## IMPACTO EN PLAZO

El tiempo estimado para la construcción de una casa es de aproximadamente 9 meses, lo que representa una mejora significativa en los plazos de entrega comparado con métodos de construcción tradicionales.



## RECOMENDACIONES LEVANTADAS

- Es crucial que los clientes que opten por la autoconstrucción tengan acceso a instrucciones claras y detalladas para el montaje y que haya soporte disponible para ayudar en el proceso de construcción y resolver cualquier duda o problema que pueda surgir.
  - Las casas se entregan en un kit de paneles en modalidad autoconstrucción, permiten que cada cliente elija las terminaciones y poder llegar a lugares más alejados optimizando el transporte.
  - Integración temprana: existió desde el comienzo entre diseño e industrializador (cálculo y sistema constructivo). Cumple con la normativa térmica y resistencia al fuego en todas las zonas geográficas haciéndola atractiva y funcional en cualquier clima.
- 



## CONCLUSIONES DEL CASO

Una de las principales dificultades podría ser asegurar que los clientes finales estén adecuadamente preparados y apoyados para el proceso de autoconstrucción. También es fundamental gestionar eficientemente la logística y el transporte de los kits de paneles a ubicaciones remotas o de difícil acceso.

---



## ACTORES QUE DEBEN PARTICIPAR

Los actores clave en este proyecto son ARCHIPLAN, responsable de la arquitectura; TECNOFAST, encargado de la ingeniería y proveedor principal de los componentes industrializados y los clientes finales que participarán en el proceso de autoconstrucción.



**TIPO**

Documento

Proyecto

Reto

Iniciativa

**GREMIO**

Academia

Gobierno

Empresa

**ORIGEN**

Nacional

Internacional

**icafal****CASO DESARROLLADO POR**

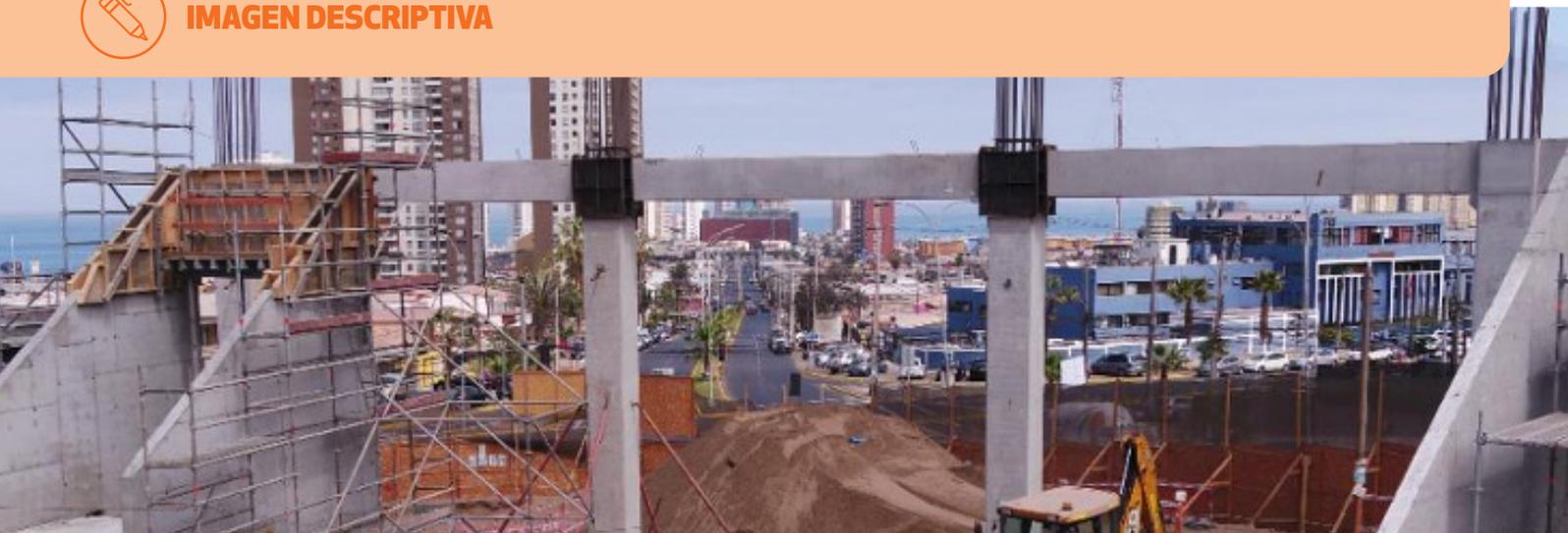
Icafal, Tensacon.

**BENEFICIOS PERCIBIDOS**

- Trabajar con prefabricados generó menos pérdidas de material en su confección, gracias al trabajo en un ambiente controlado.
- Los pedidos de elementos se realizaron con una anticipación de 3 meses, de manera de que los elementos fueran llegando según la secuencia constructiva. No se requirió acopio de piezas, pues llegaron y se descargaron para su montaje definitivo.
- Uso de códigos QR para cada pieza para acceder a su información, documentación y ubicación de montaje.
- El control de calidad en la planta de producción beneficia el avance de la obra, puesto que se detectan y solucionan en el momento los problemas relacionados.

**RECOMENDACIONES PARA PRÓXIMAS EXPERIENCIAS**

- Realizar un análisis de logística para transporte de piezas, rutas posibles, accesos a la obra y recursos necesarios para descarga y montaje.
- Este análisis es recomendable realizarlo antes de iniciar los trabajos y, una vez avanzados los trabajos, volver a realizarlo considerando los cambios en la obra, pues los accesos y espacios disponibles para maniobrar van modificándose. Esto se percibe cuando la obra está pronta a finalizar.
- La logística de transporte está sujeta a las dimensiones de los elementos a instalar, pues algunas rutas podrían modificarse y/o requerir escolta en algunos tramos.
- La empresa proveedora de elementos prefabricados debiese contar con sus propios recursos para descarga y montaje, sin depender del cliente para cumplir con plazos de entrega y avance de obra comprometido.

**IMAGEN DESCRIPTIVA**



## BENEFICIOS PERCIBIDOS

- El contrato contemplaba el diseño de la obra, por lo que fue óptimo para incorporar elementos prefabricados desde el primer momento.
- La arquitectura conceptual y la modulación de elementos junto al proveedor, se resolvieron gracias a herramientas colaborativas BIM.
- Trabajar desde el diseño junto al proveedor de elementos prefabricados y pretensados benefició en una optimización de la geometría del proyecto.
- El equipo de construcción de Icajal ejecutó los cáliz y columnas in situ, dejando todo dispuesto para el montaje definitivo de elementos prefabricados.
- La empresa constructora tuvo certeza de que la solución optada entregaba una relación precio/calidad favorable en comparación con la ejecución in situ de todos los elementos.
- Los gastos generales del proyecto fueron fáciles de proyectar.
- El equipo responsable de la construcción ante el mandante pudo dedicar su tiempo y atención en optimizar los trabajos para cumplir en plazo y costo, según lo presupuestado.



## RECOMENDACIONES PARA PRÓXIMAS EXPERIENCIAS

- Hacer el ejercicio de no comparar a nivel de precio unitario el método de prefabricados y el método tradicional, pues el método de prefabricados impacta en otros aspectos relevantes de una obra en construcción: plazos, calidad y seguridad.
- Considerar la logística del acceso de camiones y elementos prefabricados para toda la duración de la obra.
- El tiempo y carga de trabajo del equipo profesional de obra puede enfocarse en mejorar la velocidad de construcción, disminuir plazos y riesgos propios del proyecto en particular.

IMAGEN DESCRIPTIVA



## Anexo 3: Consulta a profesionales con experiencia en integración temprana y uso de elementos industrializados

Se elaboró una encuesta que fue difundida a distintos profesionales que han tenido experiencia en integración temprana de elementos industrializados, velando por incluir tanto a representantes de empresas constructoras, como empresas proveedoras/fabricantes de elementos industrializados. Se consideró un universo de 39 personas.

De las respuestas recibidas, un 34,7% correspondió al rol de empresa constructora/montajista/inmobiliaria, mientras que un 65,3% tenía experiencia como proyectista/proveedor/fabricante.

Las siguientes empresas participaron en este levantamiento de información:

- AEC Shift
- Baumax SpA
- Clann Ingenieros
- Constructora Ecomac S.A.
- Duqueco Sistemas Constructivos SpA
- E2E
- Echeverría Izquierdo
- Eterna SpA
- Euroconstructora
- Fourcade
- Icafal
- Multiaceros S.A.
- Promet
- RC Tecnova
- René Lagos Engineers
- RyV Fundaciones SpA
- Sika Chile
- Simpson Strong-Tie
- Constructora Raíces Ltda.
- Tecno Fast
- Vibrados Meza Ltda.
- VMB

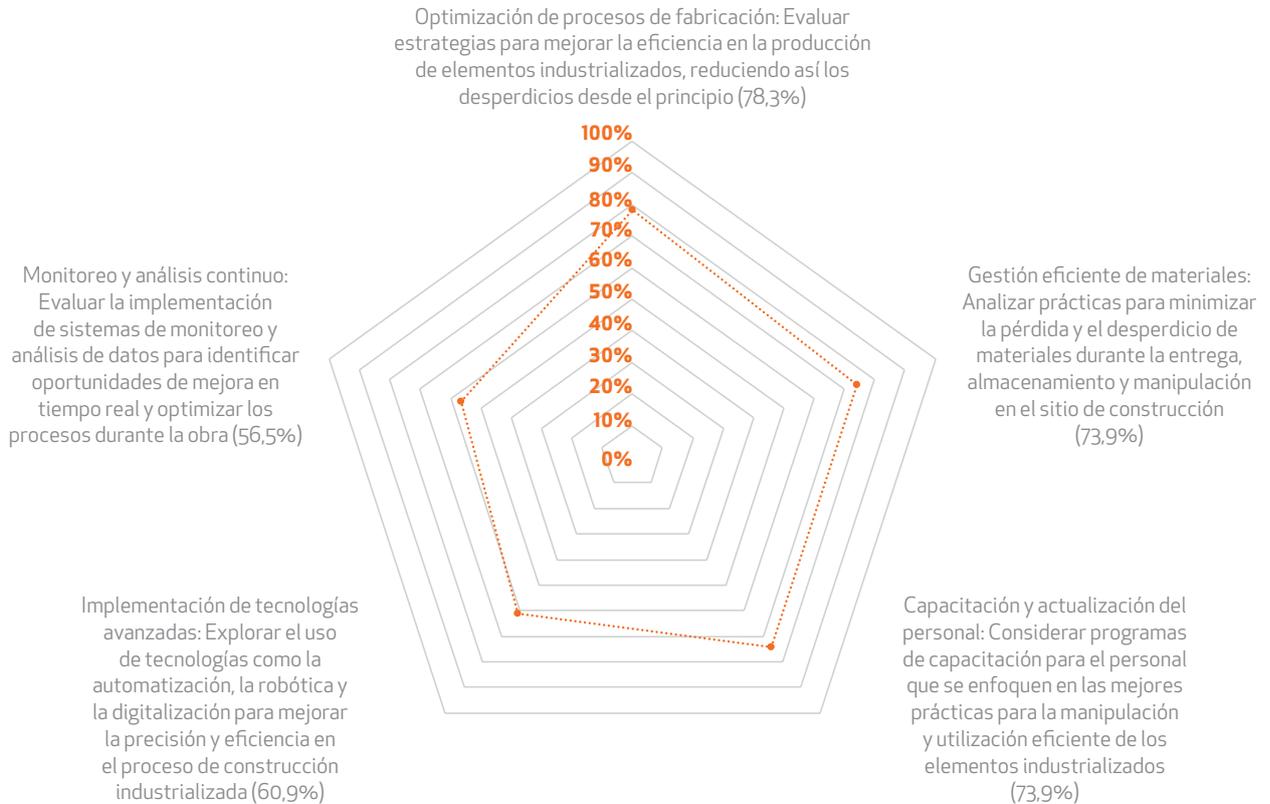
1. Cuando están en la búsqueda del estructurado del proyecto, ¿contempla alguna estrategia o sistema relacionado a la integración temprana que se anticipe a posibles problemas?

- Intervenir en la arquitectura para optimizar materiales y factibilidad de especialidades.
- Modelar en conjunto arquitectura y estructura.
- Coordinación de todas las especialidades asociadas, en una etapa temprana que minimice o elimine las modificaciones posteriores.
- Asegurar el stock de productos y cantidades de materiales necesarios para la fabricación, lo que da la posibilidad de conseguir mejores precios.
- Gestión Lean y enfoque Target Value Design (TVD).
- Definir forma y materialidad del proyecto, para descartar tempranamente soluciones que no apliquen al caso.
- Fomentar el trabajo colaborativo en ambientes BIM, principalmente para evitar interferencias.
- Desarrollo de prototipos y pruebas de montaje en fábrica para prever problemas potenciales en obra.

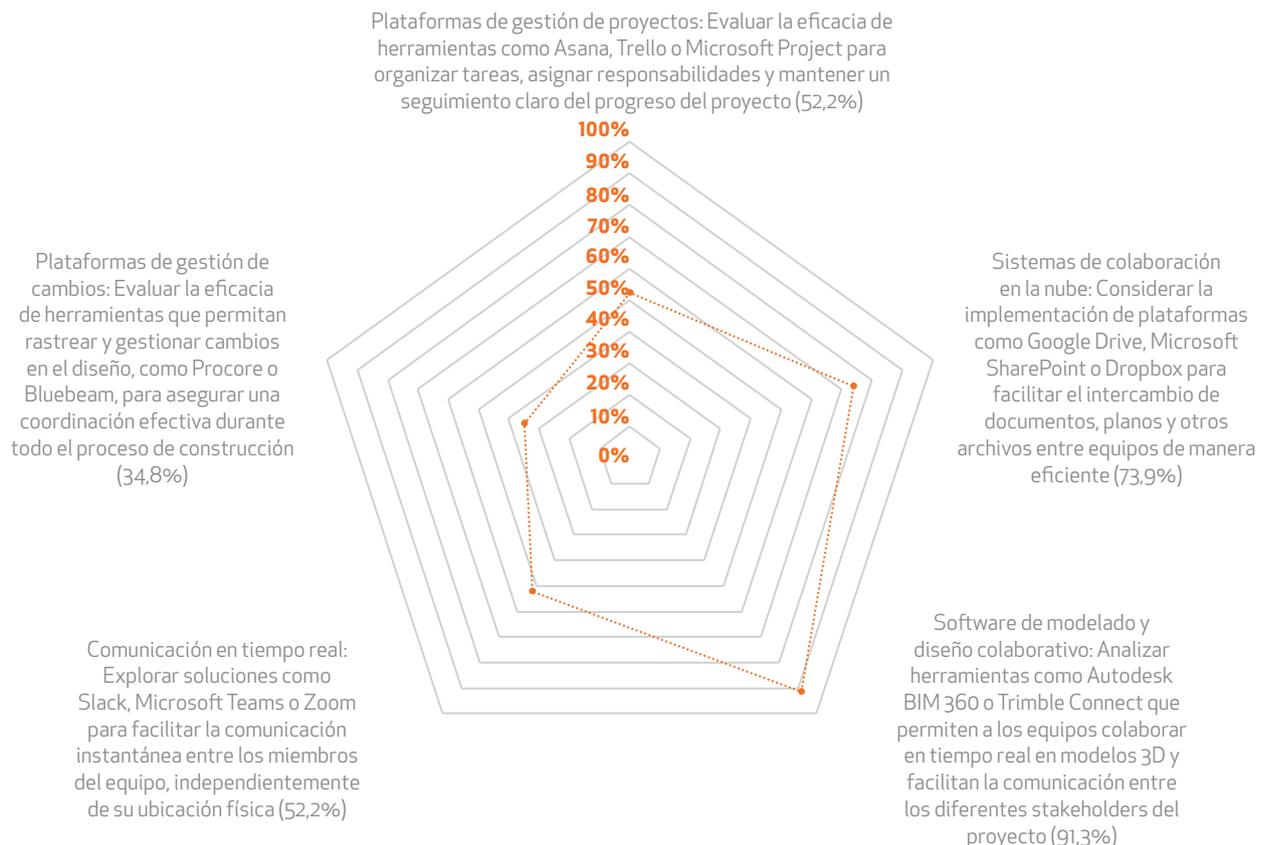
2. ¿Utilizan algún método de evaluación para identificar qué producto/proyecto industrializado se ajusta al segmento objetivo y rentabilidad esperada?

- Evaluar la cantidad de unidades a fabricar y la ubicación del proyecto para dimensionar cómo afecta en los costos.
- Se hace ingeniería de detalle para entregar una probable utilización de los productos en obra, para identificar posibles cambios enfocados en mejorar la productividad.
- Definir el costo objetivo UF/M2 entre el industrializador y el mandante.
- Se miden experiencias anteriores y/o hacer prototipos y pilotos antes de escalar las soluciones a más proyectos.
- Revisión en detalle de las especificaciones técnicas del proyecto para determinar si se puede entregar una solución que cumpla con lo requerido.
- Análisis costo-beneficio mediante FODA, VAN, TIR y PAYBACK.

### 3. ¿Cómo se pueden reducir los desperdicios y aumentar la eficiencia en una obra que utiliza construcción industrializada? (selección múltiple)



### 4. ¿Qué herramientas tecnológicas recomienda para trabajar de manera colaborativa? (selección múltiple)



5. ¿De qué manera la estandarización de procesos y materiales contribuye a la construcción industrializada? (selección múltiple)

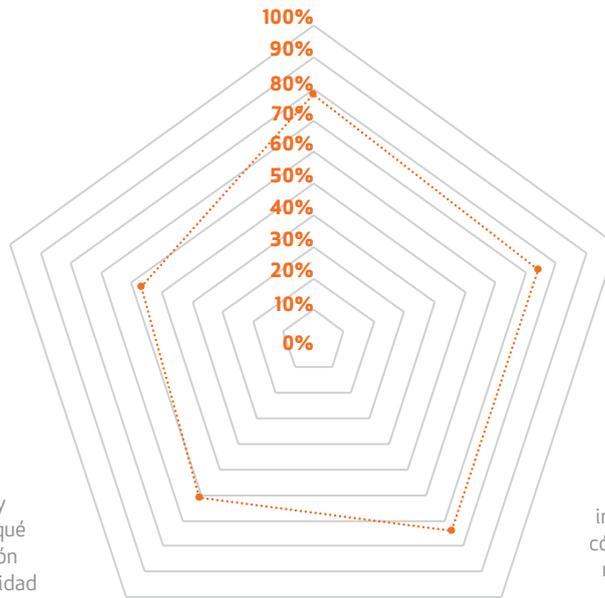
Mejora de la eficiencia: Evaluar cómo la estandarización de procesos puede aumentar la eficiencia al reducir la variabilidad y optimizar las operaciones en la cadena de suministro y en el sitio de construcción (82,6%)

Facilitación de la escalabilidad: Analizar cómo la estandarización permite una mayor facilidad para escalar proyectos, ya que los procesos y materiales estandarizados pueden adaptarse a diferentes tamaños y tipos de construcción (65,2%)

Aumento de la calidad y consistencia: Evaluar de qué manera la estandarización contribuye a mejorar la calidad y consistencia de los productos y procesos en la construcción industrializada (65,2%)

Reducción de costos: Analizar cómo la estandarización de materiales y procesos puede conducir a la reducción de costos mediante la optimización de la producción, la compra a granel y la minimización de errores (91,3%)

Facilitación de la interoperabilidad: Considerar cómo la estandarización puede mejorar la interoperabilidad entre diferentes sistemas, componentes y equipos, facilitando una integración más suave durante la construcción (47,8%)



6. ¿Qué características debe cumplir el producto/proyecto industrializado para quedar en el anteproyecto? (selección múltiple)

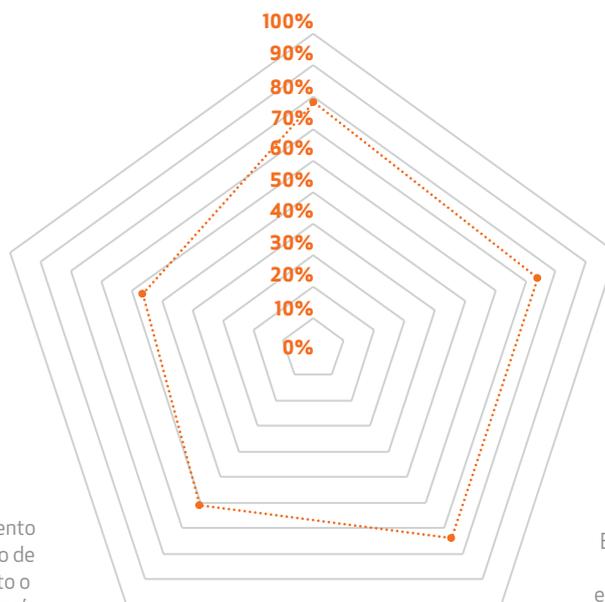
Cumplimiento de especificaciones técnicas: Evaluar la importancia de que el producto o proyecto industrializado cumpla con todas las especificaciones técnicas establecidas en el anteproyecto (73,9%)

Compatibilidad con tecnologías y procesos existentes: Analizar la capacidad del producto o proyecto para integrarse de manera eficiente con las tecnologías y procesos existentes en el proyecto de construcción (73,9%)

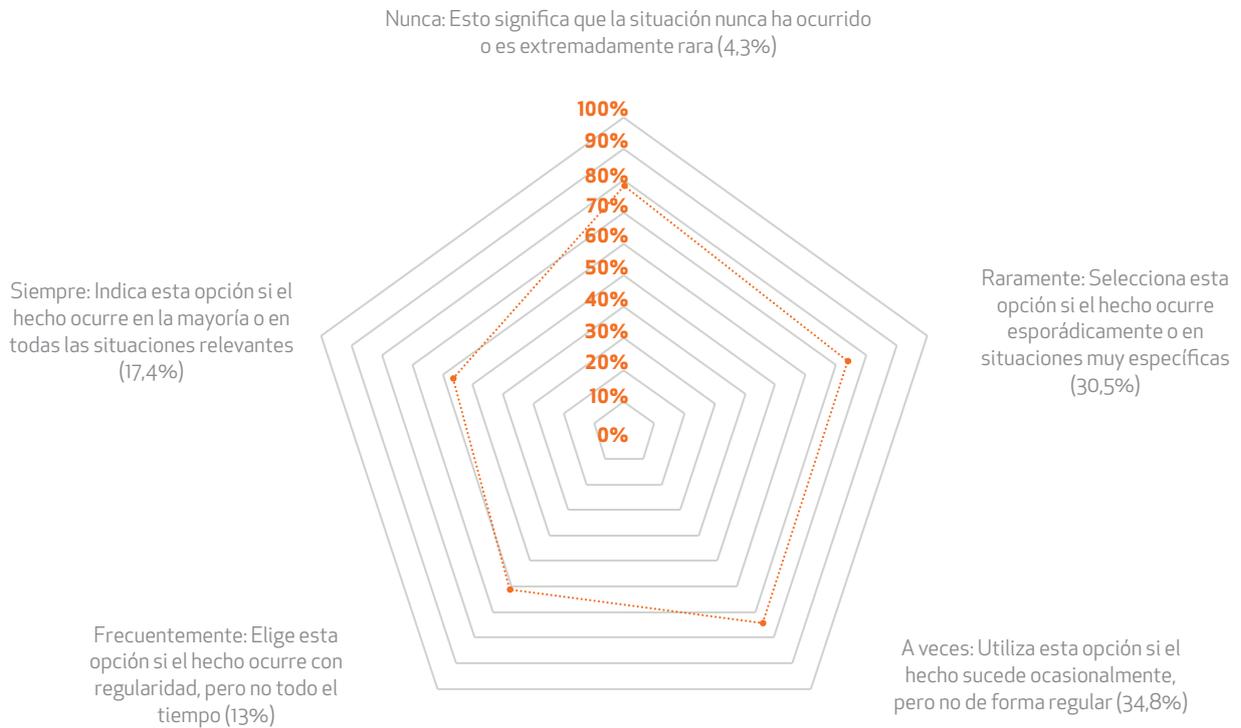
Sostenibilidad y cumplimiento normativo: Evaluar el grado de sostenibilidad del producto o proyecto industrializado, así como su conformidad con las normativas y regulaciones ambientales y de construcción locales (69,6%)

Adaptabilidad a las necesidades del proyecto: Analizar la flexibilidad del producto o proyecto para adaptarse a las necesidades específicas del proyecto de construcción y su integración con otros elementos (60,9%)

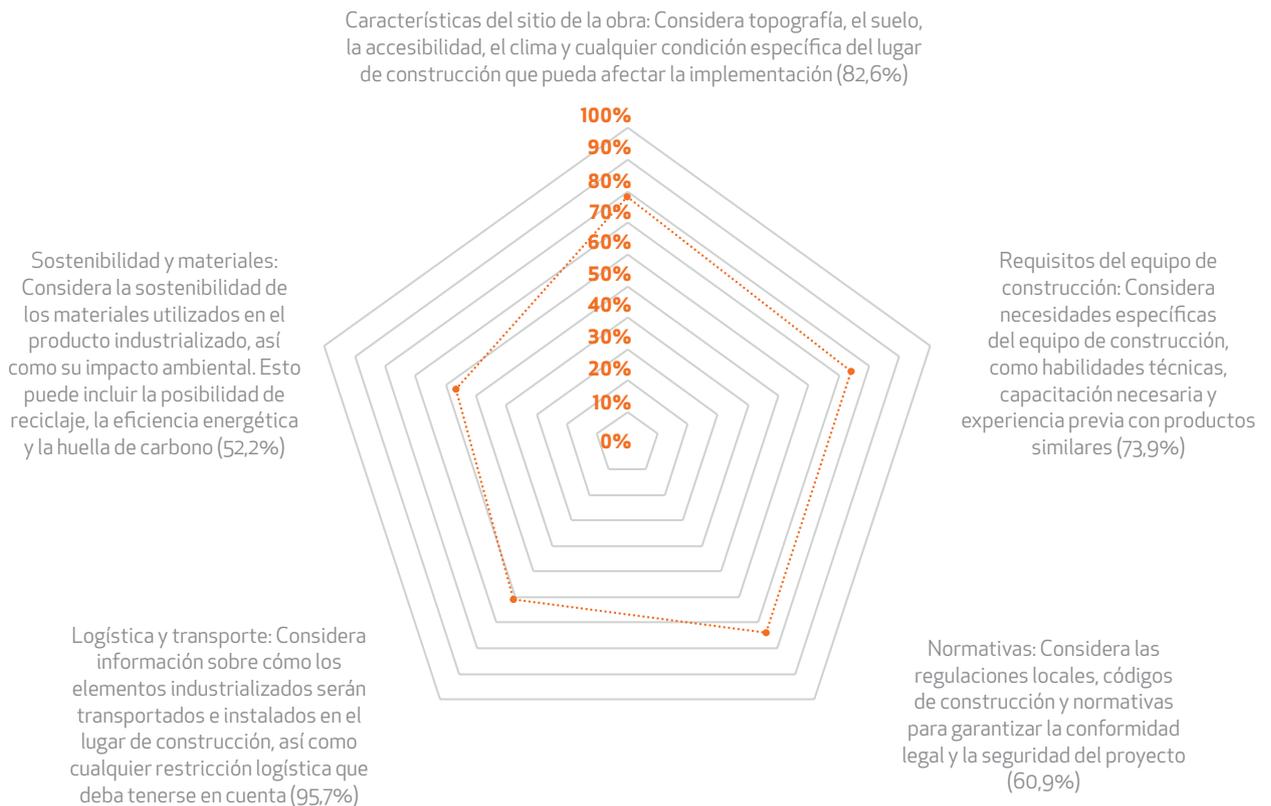
Eficiencia y optimización del rendimiento: Considerar la eficiencia y el rendimiento del producto industrializado en términos de ahorro de tiempo, recursos y costos durante la construcción (82,6%)



7. ¿Qué tan frecuente usted presenta problemas en las etapas de diseño? (selección única)



8. ¿Qué información del sitio de la obra y del equipo de construcción recomienda considerar para el diseño del producto/proyecto industrializado? (selección múltiple)



9. ¿Cómo se puede capacitar mejor a los trabajadores para que se adapten a los métodos de construcción industrializada? (selección múltiple)



10. ¿Cuál es el inconveniente más importante o más presente a la hora de realizar la obra, tanto en logística como montaje? (selección múltiple)





Guía Práctica de  
**INTEGRACIÓN  
TEMPRANA**  
EN CONSTRUCCIÓN  
INDUSTRIALIZADA



CONSEJO DE CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA