

# CONSTRUIR EN ACERO UNA NECESIDAD DEL FUTURO

## SIMPOSIO 2018

LA INGENIERIA ESTRUCTURAL EN LA  
CONSTRUCCION EN ACERO EN CHILE

ING. SERGIO CORDOVA A. – LEANSIDE INGENIEROS



CORPORACIÓN  
INSTITUTO CHILENO  
DEL ACERO

**LeanSide.**  
INGENIEROS

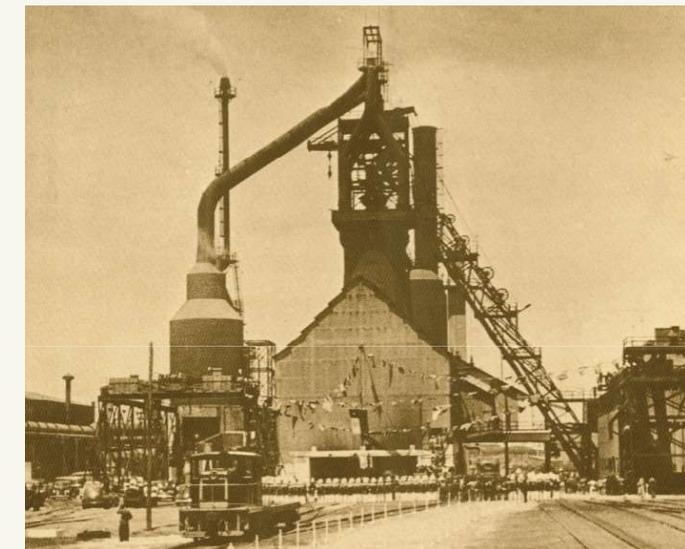
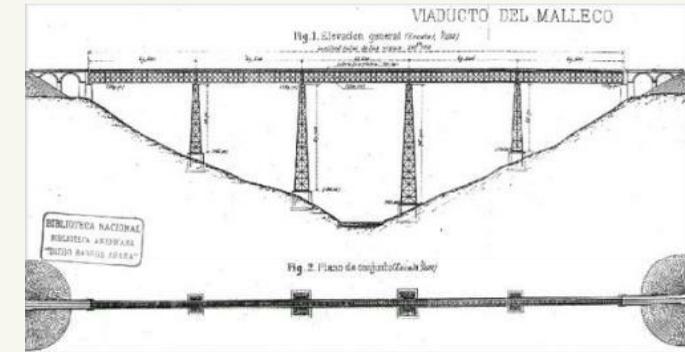
[scordova@leanside.cl](mailto:scordova@leanside.cl) - [www.leanside.cl](http://www.leanside.cl)

## Temas a profundizar:

1. Capacidad Técnica para desarrollar proyectos no industriales.
2. Capacidad productiva nacional para fabricación de estructuras de acero.
3. Estándar normativo para abordar proyectos de acero.
4. Conclusiones y oportunidades.

## Industria del acero en Chile:

- Posterior a la Guerra del Pacífico, se activa el proceso siderúrgico de forma desarticulada en respuesta a las necesidades de la revolución industrial.
- Nace formalmente en 1946 con la fundación de la Compañía de Acero del Pacífico S.A., bajo la visión estratégica de CORFO para dotar a Chile de una Industria Siderúrgica, consolidando el proceso siderúrgico desarrollado desde 1905.
- Los próceres del “*diseño en acero*” se forman en EEUU para responder a las necesidades de dotar al país de infraestructura industrial, siendo la Planta de Huachipato una de las primeras construcciones de alta exigencia para la ingeniería local.



DISEÑO EN ACERO



OBRAS INDUSTRIALES

# Paralelo Proyectos Industriales e Inmobiliarios

(Visión desde la Ingeniería Estructural)

## PROYECTOS INDUSTRIALES



- Orientación: *Procesos Productivos*
- Disciplinas: Procesos, Mecánica, Eléctrica, Estructuras, Piping, Hidráulica, Obras Civiles, otras
- El proyecto se alinea a las necesidades del *Ingeniero de Procesos* y el “Arquitecto” es el *Ingeniero Mecánico*
- Dirección y coordinación de equipo multidisciplinario que interactúa con gran formalidad en sus comunicaciones
- Las grandes inversiones se concentran en la adquisición de equipos y ejecución de obras civiles
- Formas estructurales se adaptan a las necesidades del resto de las disciplinas, con gran exigencia en el diseño
- Lenguaje Técnico: coordinación por modelos 3D y 4D
- Estructura: Dar soporte a equipos
- Foco diseño: Continuidad Operacional

## PROYECTOS INMOBILIARIOS



- Orientación: *habitabilidad*
- Disciplinas: Arquitectura, Estructural, Especialidades
- El artífice del proyecto es el Arquitecto, quien busca materializar en su diseño las expectativas del Mandante
- Equipo multidisciplinario con interacciones uno a uno a través de un Coordinador
- Inversiones concentradas en las obras civiles, obra gruesa y terminaciones
- Formas estructurales se adaptan al diseño arquitectónico que responde a condiciones de serviciabilidad
- Lenguaje Técnico: coordinación 2D (3D, BIM???)
- Estructura: Dar soporte a espacios
- Foco del diseño: Resguardar la vida

## Ejemplos locales de diseño y fabricación:



## Ejemplos locales de diseño y fabricación:



## Ejemplos locales de diseño y fabricación:



## Fabricación:

- Materias primas:
  - El mayor porcentaje del acero estructural utilizado en Chile es importado
  - La calidad del acero estructural se rige por la NCh203

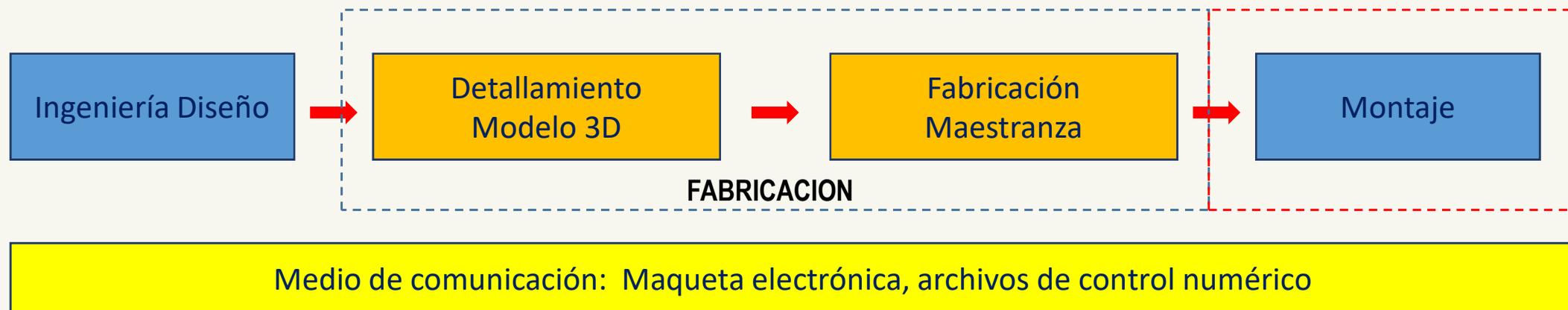
**Acceso a cualquier tipo y calidad de acero que se requiera**  
**Foco: cuidar aspectos normativos y certificaciones**

- Tecnología disponible:
  - Modelamiento 3D (y multidimensional) con softwares de prestigio mundial, operados por personal altamente calificado
  - Fabricación con equipos de control numérico CN (sin intervención humana)

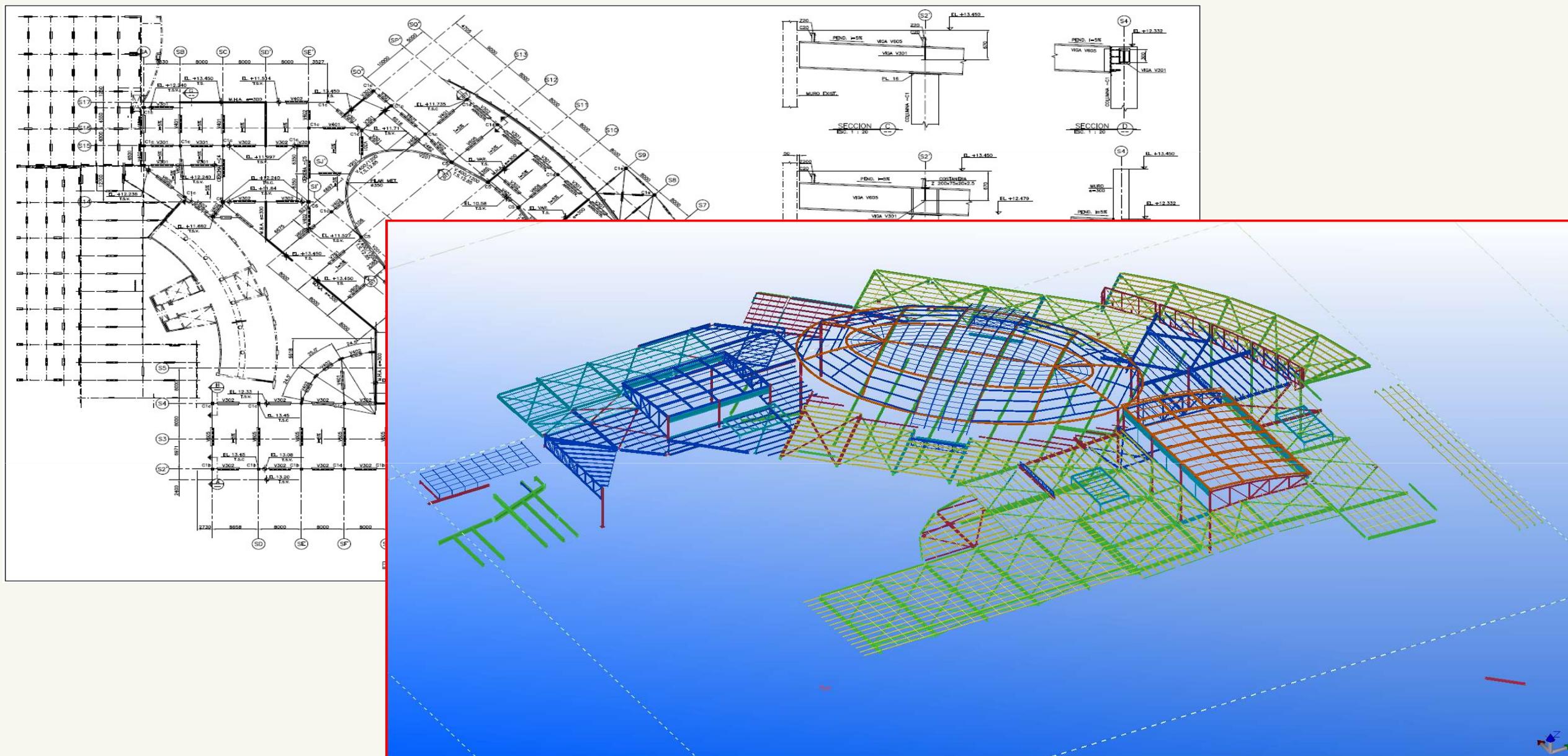
**Altos estándares de fabricación, líderes regionales**  
**Asegurar Calce y Calidad**

## Proceso fabricación:

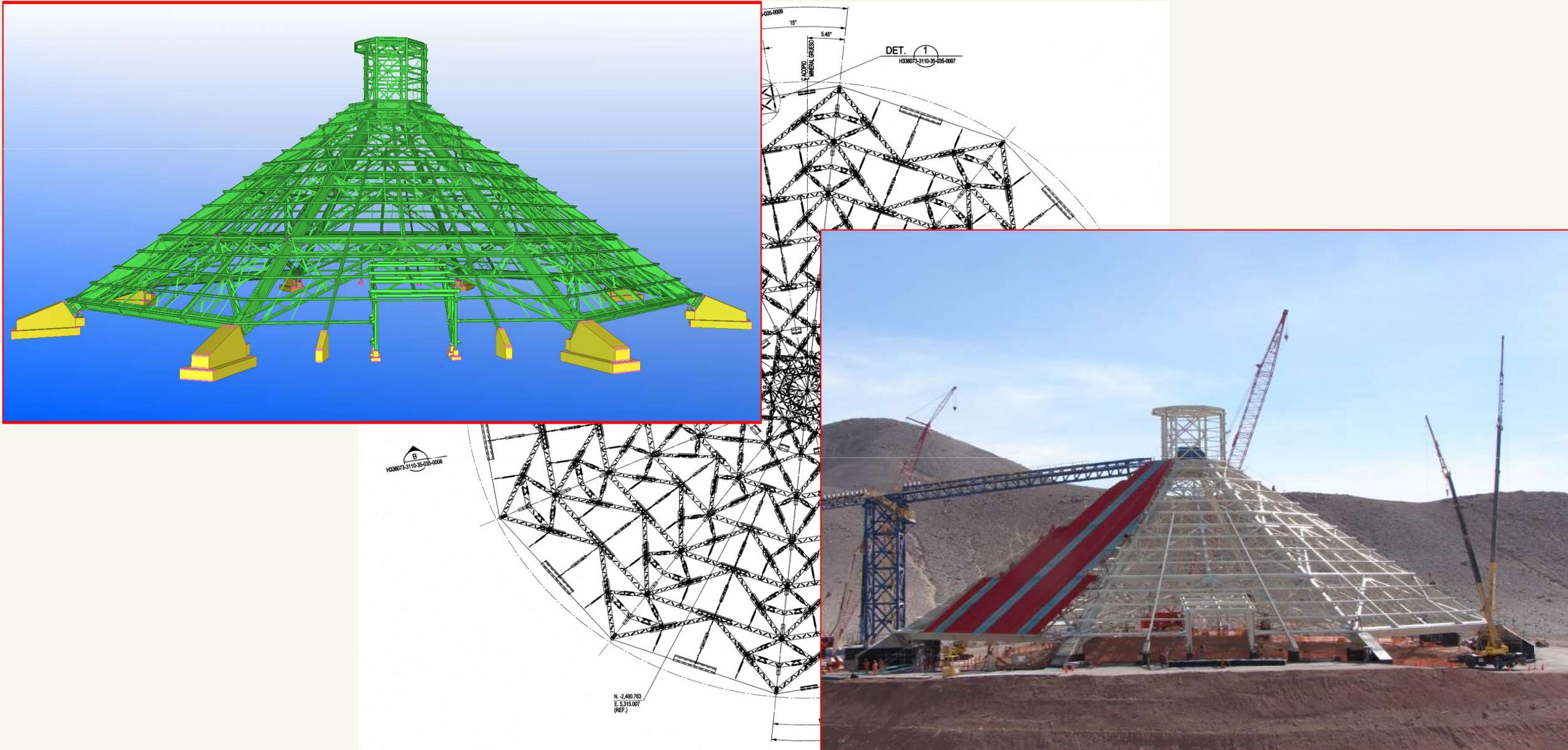
- Detallamiento electrónico (3D, 4D...): Input planos de diseño
  - Listas de materiales
  - “Planos de fabricación” (archivos CN) y de montaje
  - Maqueta electrónica
  - Verificación del montaje, secuenciamiento
- Fabricación: Input maqueta electrónica
  - Abastecimiento de materiales
  - Fabricación de perfiles
  - Dimensionamiento, armado, soldado, pintura y despacho



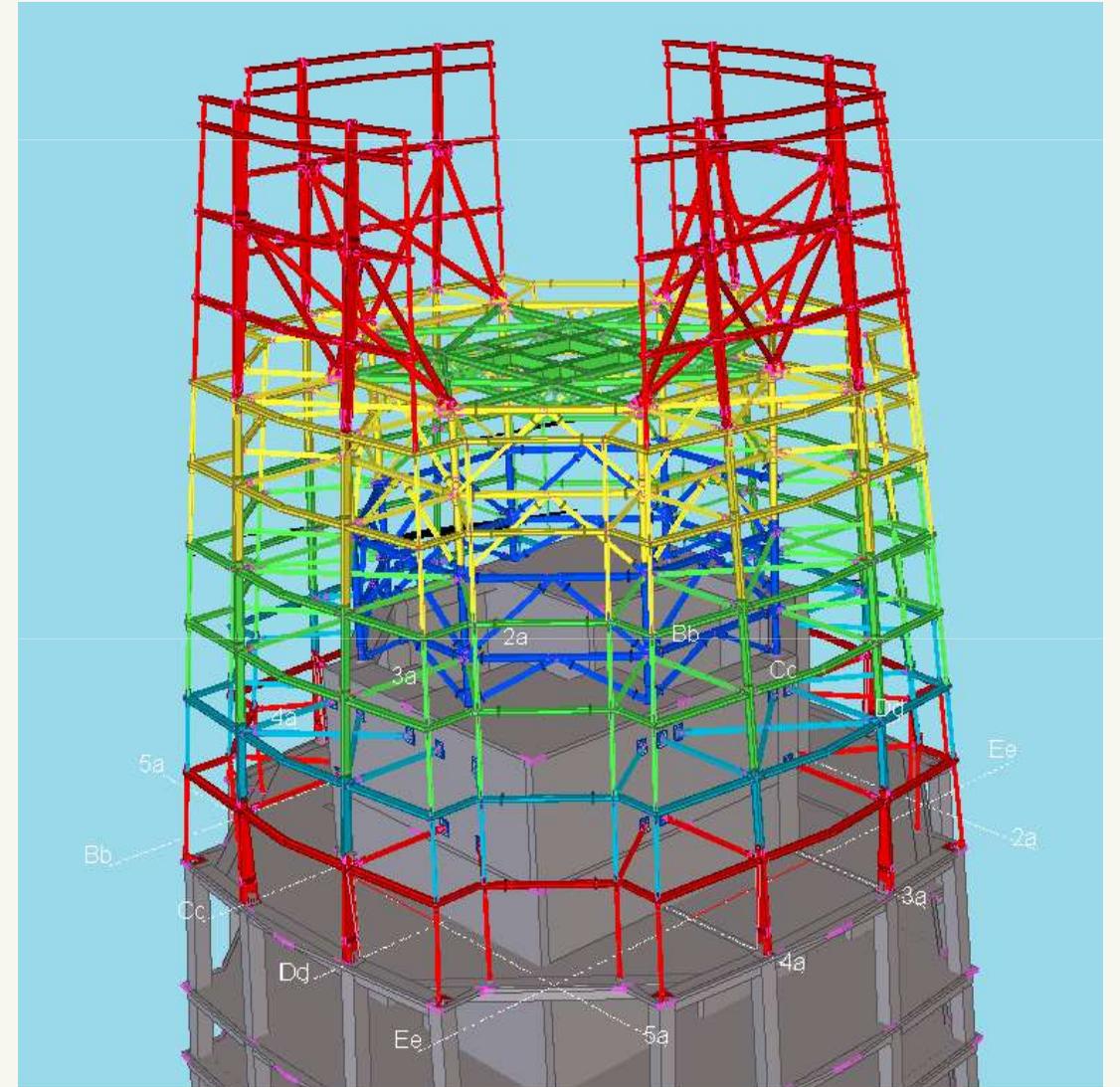
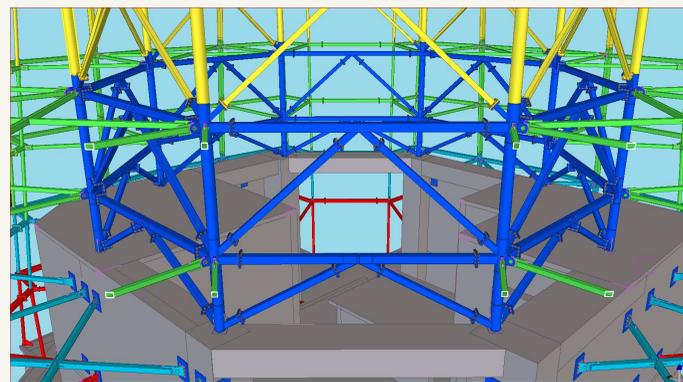
# Ejemplo de detallamiento: Proyectos de alta complejidad geométrica



# Ejemplo de detallamiento y fabricación: Proyectos de alta complejidad



# Ejemplo de detallamiento y fabricación: Proyecto de alta complejidad con fuertes restricciones logísticas



## Ejemplo de detallamiento y fabricación: Proyecto de alta complejidad geométrica con restricciones logísticas

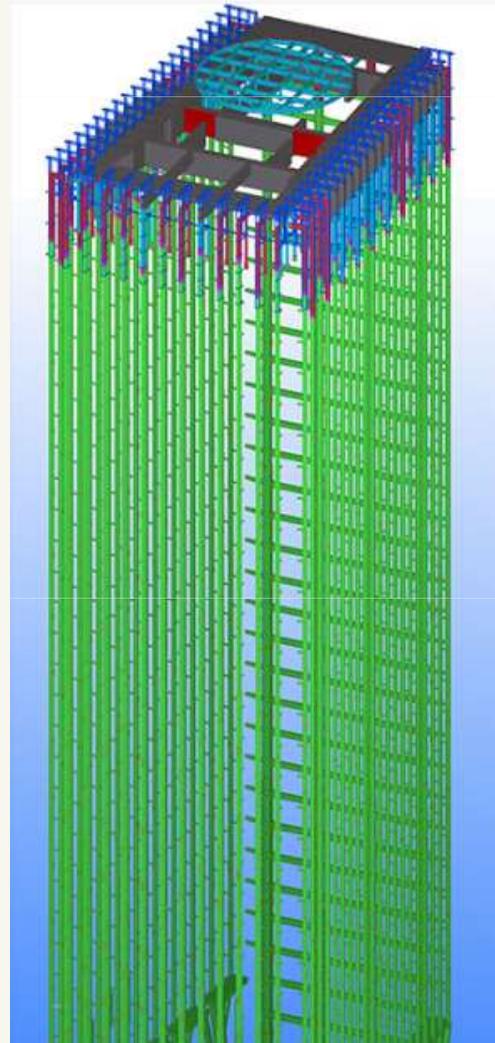


- Coronación a 260 m de altura
- Estructura metálica de 40 m
- 300 ton de acero
- Soldaduras de terreno bajo estándares AWS D1.8
- Sin espacio para copio materiales
- Logística “just in time”
- Modelo 4D (secuenciado a nivel de fabricación, despacho y montaje)



## Ejemplo de detallamiento, fabricación y montaje:

Estructura mixta, núcleo hormigón armado, columnas de acero 1400 ton



## Marco normativo en Chile:

### OGUC

Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, Ley de la República: Documento principal que regula el diseño de todas las construcciones en Chile.

### NCh433 Mod.2009 + DS.60 y 61

Diseño Sísmico de edificios , modificada el 2009 incorporó dos decretos supremos el 2011 (post 27F) para mejorar el diseño de hormigón armado y la clasificación sísmica de los suelos. El diseño en acero figura en Anexo B como disposición transitoria y deriva a normativas AISC.

### NCh2369:2003 (2018)

Diseño Sísmico de estructuras e instalaciones industriales. En proceso de actualización, recoge el know how local dado el buen comportamiento de las estructuras de acero en grandes proyectos mineros e industriales.

### NCh427/1:2016

Construcción – Estructuras de acero – Parte 1: Requisitos para el cálculo de estructuras de acero para edificios (basado en AISC 360). Parte 2 para diseño de elementos de pared delgada en elaboración (basado en estándares AISI).

### NCh428/1:2017

Estructuras de acero – Ejecución de construcciones de acero – perfiles laminados, soldados y tubos. Regula los estándares de fabricación (basado en ASTM A6).

### NCh203:2003 (2018)

Acero para uso estructural – Requisitos. Regula los estándares de calidad para los aceros estructurales en Chile (sísmicos y estáticos).

### Código prácticas estándares (2018)

Documento complementario que recoge las mejores prácticas de detallamiento, fabricación, montaje y relaciones contractuales para proyectos de estructura metálica.

## Conclusiones:

- El suministro de acero está regulado por normas que aseguran la calidad de las materias primas.
- En Chile existe gran experiencia en diseño de estructuras metálicas de obras industriales complejas que se exporta a países desarrollados y también puede usarse en otros mercados.
- Chile cuenta con una red de fabricantes altamente tecnificados con detallamiento 3D, equipos de control numérico que en total suman una gran capacidad instalada.
- El diseño y fabricación de edificios de acero no presenta complejidades mayores que otras obras de gran envergadura. Estándar que facilita poner en práctica conceptos de sustentabilidad y productividad.
- Chile cuenta con un cuerpo normativo que regula el diseño y fabricación de proyectos en acero y que ha demostrado un buen desempeño en los grandes eventos sísmicos recientes.
- Los principales desafíos y oportunidades futuras son:
  - Actualizar la norma para diseño de edificios de acero.
  - Incorporar aceros de estándares superiores para lograr prestaciones de alto desempeño.
  - Utilizar los proyectos en desarrollo para generar estadísticas reales de costos y plazos de ejecución.
  - Aprovechar el know how del sector industrial y minero para incorporar las mejores prácticas en la ejecución de proyectos inmobiliarios.