

Construcción en Acero:

Estándares para aumentar la efectividad en proyectos de construcción

"Código de Prácticas Estándar para Edificios y Puentes de Acero"

Sergio Córdova A. scordova@bybing.cl

Junio 2016

Temario:



- 1. ICHA: Misión Visión.
- 2. Revisión conceptual de Mejora de Procesos.
- 3. Enfoque Lean.
- 4. Enfoque Six Sigma.
- 5. Aplicación en Proyectos de acero.
- 6. Presentación Código de Prácticas Estándares.



Misión ICHA

Contribuir a la productividad y calidad de vida, mejorando la sustentabilidad, siendo el referente técnico que impulse soluciones en acero para el desarrollo integral, ajustadas a las necesidades de los sectores, procurando un nivel adecuado de exigencias técnicas y de fiscalización a través de la colaboración pública privada.



Visión ICHA

Promover usos del acero no desarrollados

Provocar cambios que mejoren operación de la cadena de valor del acero

Proveer capital humano para el desarrollo del rubro

Aportar opiniones públicas, normas y estudios, como referente técnico, facilitador de soluciones y con fuerte ética empresarial

Desarrollo de imagen de credibilidad de la cadena de valor del acero

Prestar servicios de información y capacitación

Productividad: Mejora de Procesos



Productividad?, Mejora de Procesos?, Procesos?

Se requiere un consenso respecto a lo que se persigue como Productividad y Mejora de Procesos:

- Más rápido?
- Mayor cantidad?, Producción masiva o flexible?
- Menor costo?
- Mejor calidad?
- Mejor para quién?
- Visión Comercial?, Operacional?, Financiera?, Técnica?
- Todos los anteriores?

Mejora de Procesos:



Algunos vicios recurrentes:

- El enfoque clásico para mejorar un proceso considera INVERTIR, es decir "cambiar el proceso"!!!
- Proponer mejoras "a puerta cerrada" desconociendo el know how existente en la organización.
- Implementar mejoras sin involucrar al "dueño del proceso" generando resistencia al cambio.
- Mejorar a un nivel de desempeño preestablecido, sin métrica de comparación (línea base).

Mejora de Procesos: Visión común



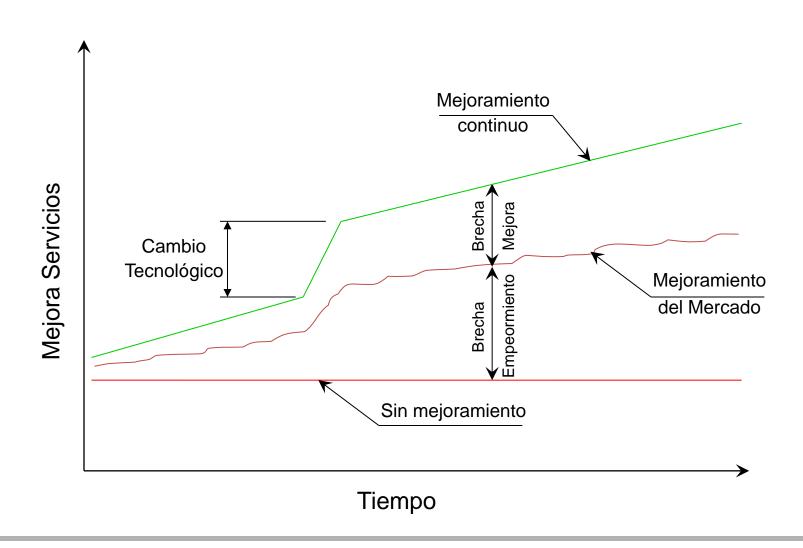
Se propone el enfoque Lean / Six Sigma para definir una visión común respecto a lo que se busca con Mejorar los Procesos.

"Elevar el nivel de desempeño de un proceso"

- La definición presupone "mantener el proceso".
- Nivel se asocia a una "línea base" respecto a la cual se evaluará la mejora.
- Desempeño alude indicadores (métrica).
- Resultado esperado: mejorar costo y tiempo.

Mejora de Procesos: Mejora continua





Mejora de Procesos: Conceptos



Algunos conceptos relevantes del enfoque planteado:

- El "valor" se debe medir respecto del cliente.
- Las decisiones se deben basar en datos:

Lo que no se mide... no se conoce...

Lo que no se conoce... no se mejora...

Lo que no se mejora... empeora...

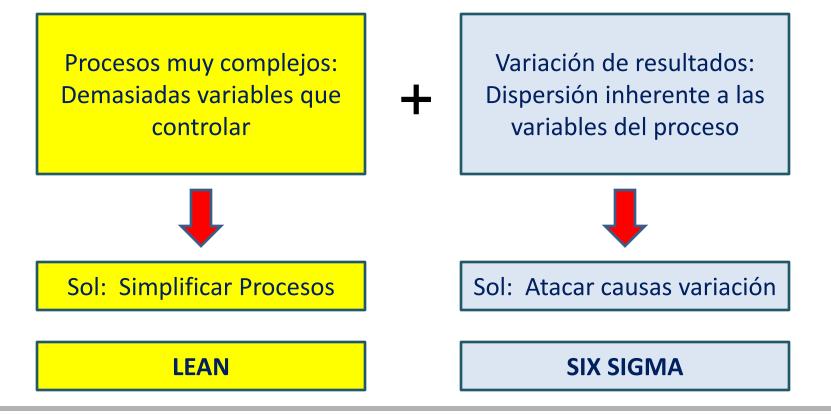
- Potenciar lo que agrega valor y reducir el desperdicio.
- Atacar los reprocesos: hacerlo bien "a la primera"
- La calidad es un parámetro de diseño, no un concepto absoluto. Se debe evaluar respecto del cliente.
- Generar una "cultura de mejora" en toda la organización y no quedarse solo en las herramientas.
- Se busca reducir costos y tiempos.

Mejora de Procesos:



Porqué los resultados no siempre son los esperados?

Dos enfoques concurrentes:



Mejora de Procesos: Propuesta



LEAN

"no más del 2% del tiempo se agrega valor"

- Simplificar.
- Estandarizar.
- Ordenar: 5S
- Quitar o reducir lo que no agrega valor.
- Planificar identificando restricciones y recursos.

SIX SIGMA

"el costo de reprocesos supera el 10% facturación"

- Atacar causas variación.
- Conocer el proceso.
- Administrar Know how.
- KBM Gestión conocimiento
- Generar métrica de los costos ocultos.
- Trabajar con XE σ

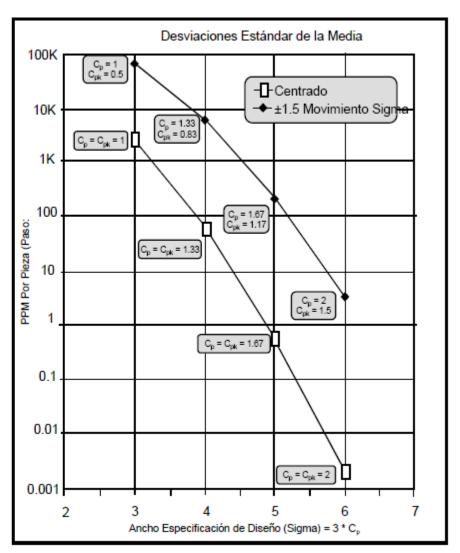
CULTURA ORGANIZACIONAL HACIA LA MEJORA DE PROCESOS

Mejora de Procesos: Lean - Six Sigma



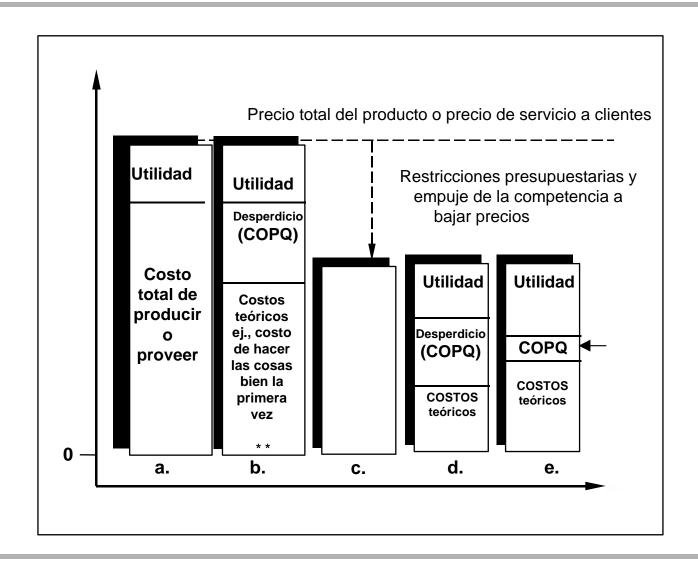
SIX SIGMA

JIX SIGIVIA							
	RENDIMIENTO GENERÁL vs. SIGMA						
(Distribución se movió 1.5σ)							
# de Partes (Pasos) ±3σ ±4σ ±5σ ±6σ							
(Pasos) ±3σ ±4σ ±5σ ±6σ							
l	1	93.32%	99.379%	99.9767%	99.99966%		
l	7	61.63	95.733	99.839	99.9976		
l	10	50.08	93.96	99.768	99.9966		
l	20	25.08	88.29	99.536	99.9932		
l	40	6.29	77.94	99.074	99.9864		
	60	1.58	68.81	98.614	99.9796		
	80	0.40	60.75	98.156	99.9728		
	100	0.10	53.64	97.70	99.966		
	150		39.38	96.61	99.949		
-	200		28.77	95.45	99.932		
Е	300		15.43	93.26	99.898		
	400		8.28	91.11	99.864		
A	500		4.44	89.02	99.830		
	600		2.38	86.97	99.796		
N	700		1.28	84.97	99.762		
	800		0.69	83.02	99.729		
	900		0.37	81.11	99.695		
	1000		0.20	79.24	99.661		
l	1200		0.06	75.88	99.593		
l	3000			50.15	98.985		
l	17000			1.91	94.384		
l	38000	UTILIZAR	DABA	0.01	87.880		
l	70000	BENCHMA			78.820		
150000 BENCHMARKING 60.000							
1							



Mejora de Procesos: Resultado esperado





Proyectos de acero: Aplicación



Los conceptos analizados tienen plena aplicación en la ejecución de cualquier tipo de negocio: Productos o Servicios.

Ejemplo en Proyectos de Acero:

- Enfoque de procesos: Cadena de valor.
- Conocer el rubro y administrar el know how.
- Simplificar y Estandarizar, eliminar reprocesos.
- Atacar las causas de la variación.

En particular se abordarán la "relacionas contractuales" entre Mandante y Proveedores, resolviendo las causas de conflictos que generan reprocesos.

"Código de Prácticas Estándares"

Proyecto acero: Cadena de Valor





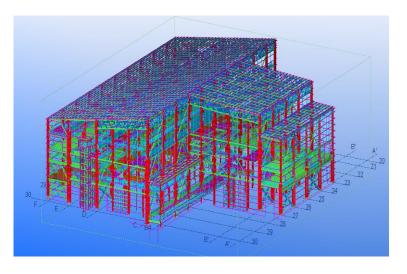
Rubro altamente tecnificado, uso de modelamiento 3D/4D/5D, herramientas de simulación, equipos de control numérico, trazabilidad pieza a pieza, BIM.

Causas variación: Indefiniciones contractuales

Proyecto acero: Herramientos 3D/4D

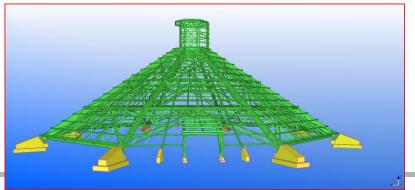


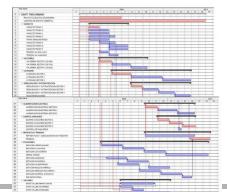
Uso de software 3D: Maquetas digitales



LISTA DE ELEMEI PROYECTO : TRA:						Pagina Fecha			
Identificacion	Cant.	Rev	.Descripcion	Largo	Area_Un.(m	2) Tot.	Peso_Un.(kg)	Tot.	Perfil
C1	1		COLUMNA	8849	15.96	15.96	723.9	723.9	IN40X80.1
C2	1	0	COLUMNA	8849	15.96	15.96	723.9	723.9	IN40X80.1
C3	1	0	COLUMNA	8772	15.82	15.82	717.6	717.6	IN40X80.1
C4	1	0	COLUMNA	8772	15.82	15.82			IN40X80.1
C5	1		COLUMNA	8950	29.49	29.49	1168.3 1	160.3	HE950X250X12X
C6	1	0	COLUMNA	8950	29.49	29.49	1168.3 1	160.3	HE950X250X12X
C7	1	0	COLUMNA	8949	31.69	31.69	1224.0 1	1224.0	HE950X250X12X
CN1	4	0	CONECTOR	301	0.27	1.09	9.8	39.1	PL10*216.5
P1	16	0	PLANCHA	612	8.11	1.71	3.7	58.4	PL10*76
P2	8	0	PLANCHA	612	0.22	1.75	8.0	63.8	PLT10*166
P3	8	0	PLANCHA	312	0.24	1.94	5.5	44.2	PLT6*376
P4	8	0	PLANCHA	612	0.22	1.75	8.8	63.8	PL10*166
P5	16	0	PLANCHA	612	9.11	1.71	3.7	58.4	PL10*76
P6	8	0	PLANCHA	312	0.24	1.94	5.5	44.2	PL6*376
PL1	4	0	PLANCHA	475	0.53	2.11	26.0	103.8	PL12*580
T1	2	0	TIJERAL	6983	12.07	24.13	345.2	690.4	HE579X150X10X
T2	2	0	TIJERAL	7052		24.65	352.6	705.3	HE579X150X10X
Т3	2		TIJERAL	3950		14.40		436.5	HE579X150X10X
Totales	85	E1	ementos		:	231.40		3735.5	 K

Modelos 4D: Maquetas digitales temporizadas.



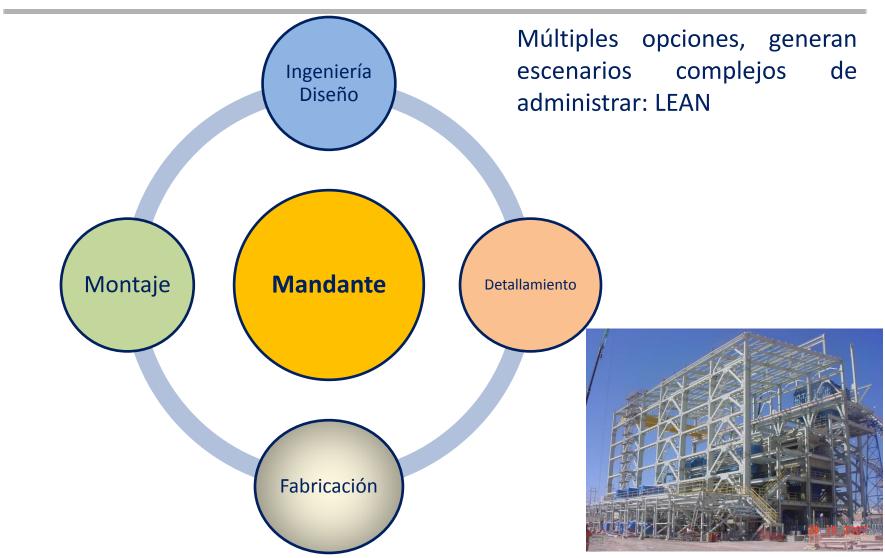


RESUMEN DE PERNOS, TUERCAS Y GOLI HILO ESTANDAR U.N.C. PARA LA O.T.	. :25000				a : 1 : 10.04.20
PROYECTO:	TRASPAS	O DE DAT	S DE DIS	EÑO	
Calidad Descripcion	Diam.	Largo	Cant.	Tipo	
8325X BOLT 3/4"DIA 8325 2"	19	51	288	Site	1
A325X BOLT_3/4"DIA_A325_2"1/2	19	64	256	Site	1
NOTA: LAS CANTIDADES SON EXACTAS POR IMPREUISTOS.	Y DEBER	A CONSID	ERARSE UN	5% DE	AUMENTO
REUISION: TOTA	AL PERNO	: 2	464		

CORPORACIÓN INSTITUTO CHILENO DEL ACERO · www.icha.cl

Relaciones Contractuales





Relaciones Contractuales



Las relaciones contractuales se pueden hacer muy complejas al carecer de estándares que definen lo que se espera "por defecto" de cada proveedor: **Simplificar procesos**.

La falta de estándares obliga a "reinventar las soluciones en cada proyecto": Eliminar los reprocesos.

Las soluciones tardías generan pérdidas de tiempo y aumentos de costos para todos los involucrados: **Desperdicio**.

Las soluciones improvisadas se orientan a minimizar pérdidas sin crear valor para el cliente: **Destrucción de valor**.



Se plantea un documento que:

- Recoge las mejores prácticas locales para "crear valor".
- Define los estándares esperados para cada participante:
 Mandante, Diseño, Detallamiento, Fabricación, Montajista.
- Plantea los mecanismos para mejorar la oferta de valor.
- Anticipa los ítems que requieren un tratamiento diferente.



- Asegura la trazabilidad del proceso en cada etapa.
- Define las formalidades y protocolos de comunicación.
- Define estándares de aprobación y rechazo.
- Define prácticas de trabajo de alto nivel.
- Interactúa con las normativas vigente y nuevas. En particular con la NCh427, NCh428 y NCh2369 actualizada.



- Sección 1: Disposiciones Generales.
- Sección 2: Clasificación de Materiales.
- Sección 3: Planos de Diseño y Especificaciones.
- Sección 4. Planos de fabricación y Planos de montaje.
- Sección 5: Materiales y tolerancias.
- Sección 6: Fabricación en taller y despacho.
- Sección 7: Montaje.
- Sección 8: Aseguramiento de Calidad.
- Sección 9: Contratos.
- Sección 10: Acero estructural arquitectónicamente expuesto.





Sección 2: Clasificación de Materiales.

1.1. Definición de Estructura de Acero

En adelante se entenderá que la "estructura de acero" está formada por los elementos que se muestran y dimensionan en los <u>planos de diseño</u> estructural pertenecientes al sistema estructural y que resultan fundamentales para soportar las cargas de diseño y se describen como:

- Barras, pernos, Insertos de anclaje.
- Placas base.
- Vigas laminadas o soldadas.
- Planchas de acero para apoyo de vigas, cerchas o puentes.
- Arriostramientos permanentes mostrados en los planos de diseño.
- Marquesinas, si están construidas a partir de <u>perfiles estructurales estándar</u> y / o placas.
- Columnas laminadas o soldadas
- planchas de conexión para unir elementos estructurales
- Topes para puente grúa, si están hechos a partir de <u>perfiles estructurales estándar</u> y / o placas.
- Jambas y dinteles de vanos, conformados a partir de perfiles estructurales.
- Juntas de expansión, si están conectadas a la estructura de acero
- Elementos de fijación para conectar elementos estructurales de acero: pernos, tuercas y golillas permanentes según se defina en las condiciones contractuales.



Sección 3: Planos de Diseño y Especificaciones.

1.1. Planos de Diseño Estructural y Especificaciones.

Los Planos de Diseño Estructural establecerán claramente el alcance del trabajo a desarrollar y deberán proporcionar la siguiente información con las dimensiones suficientes para Cumplir con las características y en las cantidades requeridas.

- a) Las calidades y grados de los aceros requeridos para cada elemento.
- b) El tamaño, la sección, la ubicación y orientación de cada elemento.
- c) Todas las dimensiones y puntos de trabajo necesarios para el trazado de la estructura.
- d) Elevaciones de pisos.
- e) Líneas de ejes de columnas y desfases si los hubiere.
- f) Requerimientos de contraflecha en ciertos elementos específicos.
- g) La información requerida en las Secciones 3.1.1 a 3.1.6.

La Especificación técnica de la estructura de acero deberá indicar cualquier requerimiento especial para la fabricación y el montaje, si lo hubiere.

Los Planos de Diseño estructural, Especificaciones y documentos complementarios deberán indicar número y fecha con el propósito de lograr su trazabilidad.



• Sección 4. Planos de fabricación y Planos de montaje.

1.1.1

La aprobación de los Planos de Fabricación y Planos de Montaje o Modelo, con comentario o sin comentario implica lo siguiente:

- a) La confirmación de que el Fabricante ha interpretado correctamente los Documentos del Contrato en la preparación de tales planos, incluyendo las modificaciones formalmente informadas.
- b) La confirmación que la Ingeniería de Diseño ha revisado y aprobado los detalles de conexión mostrados en Planos de Fabricación y Planos de Montaje y que han sido ejecutados conforme a lo establecido en la sección 3.1.2, si ello fuere aplicable.
- c) La liberación por parte de la Ingeniería de Diseño, para que el Fabricante comience la fabricación empleando los planos aprobados.

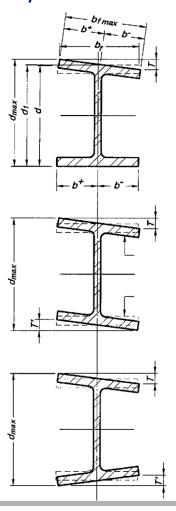
Tal aprobación no eximirá al Fabricante de su responsabilidad por la corrección de las dimensiones detalladas en los Planos de Fabricación y Planos de Montaje, como así mismo por el calce de las piezas que se deberán montar en terreno.

1.1. El Proceso de RDI (RFI)

Cuando se emitan consultas, el proceso deberá incluir la mantención de un registro por escrito de las solicitudes y sus respuestas relacionadas con la interpretación e implementación de los Documentos del Contrato, incluyendo las Clarificaciones y/o Revisiones de los Documentos del Contrato, si los hubiere. Los RDI's no se emplearán para la entrega de Planos de Diseño Emitidos para Construcción. Cuando los RDI's involucren discrepancias o Revisiones, ver Secciones 3.3, 3.5 y 4.4.2



• Sección 5: Materiales y tolerancias.



Unidades estándar E.E.U.U.

Tolerancia inclinación para un ala:

T+T' = 1/4" para $d \le 12"$ = 5/16" para d > 12"

Altura efectiva con tolerancias:

 $d_1 = d \pm 1/8''$ (típ.) dmax = d + T + T'

Ancho efectivo con tolerancias:

 $b+ = 1/2 bf \pm 3/16$ " $b = 1/2 bf \pm 3/16$ " bmax = bfmas 1/4" o menos 3/16"

Unidades Métricas

Tolerancia inclinación entre alas: $T+T' = 6 \text{ mmpara} d \le 300 \text{ mm}.$ = 8 mmpara*d*> 300 mm.

Altura efectiva con tolerancias: $d_1 = d \pm 1/8''$ (tip.)

dmax =d+T+T'

Anchura efectiva con tolerancias:

 $b+= 1/2 bf \pm 5 mm$. $b=1/2 bf \pm 5 mm$. bmax = bf + 6 mmó - 5 mm



Sección 6: Fabricación en taller y despacho.

A menos que se establezca un sistema alternativo en los procedimientos escritos del Fabricante, los materiales estándar de taller, serán los siguientes:

Perfiles de Acero	Grado del Acero para Materiales Estándar de Taller			
W and WT Laminados	ASTM A992			
M, S, MT & ST Laminados	ASTM A36			
HP Laminados	ASTM A36			
L Laminados y Plegados	ASTM A36			
C and MC Laminado y Plegadas	ASTM A36			
Tubulares HSS Plegados	ASTM A500 grado B			
Cañerías	ASTM A53 grado B			
Planchas & Barras	ASTM A36			

1.1.1

Para las vigas que en los Documentos de Contrato se especifiquen con contraflecha, la variación en la contraflecha, será la siguiente:

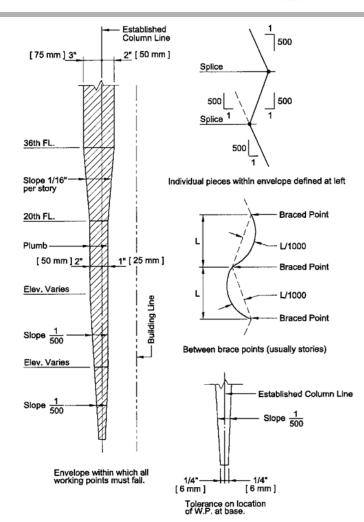
- (a) Para vigas de longitud menor o igual a 15 000 mm [50 pies], la variación será menor o igual a menos cero / más 13 mm [1/2 pulg].
- (b) Para vigas que sean mayores que 15 000 mm de longitud [50 pies], la variación será menor o igual a menos cero / más13 mm. más 3 mm por cada 3 000 mm o fracción de ella [½ pulg más 1/8 pulg para cada 10 pies o fracción de ella] en exceso de 15 000mm. [50 pies] de longitud.

Para los fines de inspección, la contraflecha se medirá en el Taller de Fabricación en estado (libre) sin cargas.



Sección 7: Montaje.

- 7.11 Elementos de Protección y Seguridad
- 7.13 Tolerancias de Montaje
- 7.16 Manipulación y Almacenamiento



Note: The plumb line through the base working point for an individual column is not necessarily the precise plan location because Sect. 7.13.1.1 deals only with plumbness tolerances and does not include inaccuracies in location of the Established Column Line, foundations and anchor rods beyond the Erector's control



Sección 9: Contratos.

Comentario:

Las categorías estructurales definidas por intervalos de peso deben hacerse de acuerdo al peso nominal del elemento principal y los componentes que lo acompañan quedarán clasificados en la misma categoría. A falta de acuerdo previo se sugiere la siguiente clasificación por peso nominal del elemento principal:

Estructura extrapesada: w > 90 kg/m

Estructura pesada: $60 < w \le 90 \text{ kg/m}$ Estructura mediana: $30 < w \le 60 \text{ kg/m}$

Estructura liviana: $w \le 30 \text{ kg/m}$

Los elementos misceláneos y secundarios deben definirse de acuerdo a una categoría propia, agrupada por características comunes de complejidad en su fabricación.



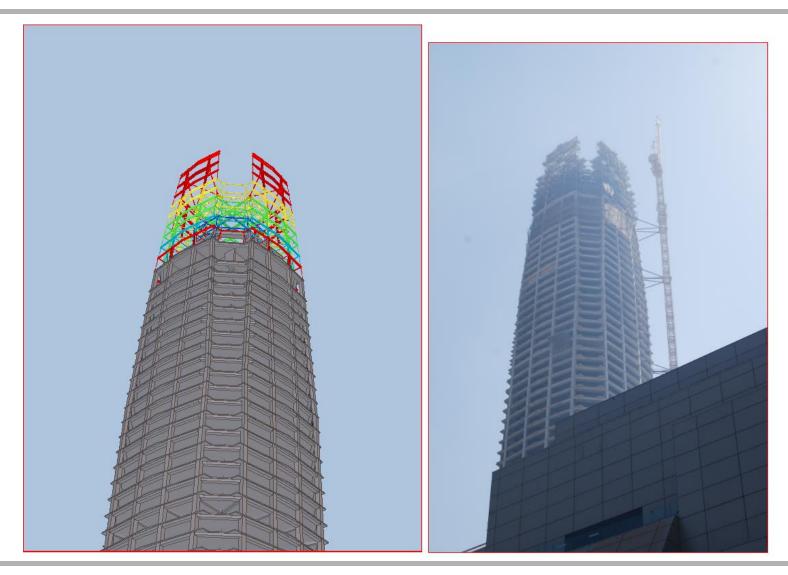
Sección 10: Acero estructural arquitectónicamente expuesto.

1.1. Requisitos Generales

Cuando los miembros son designados específicamente como "Acero Estructural Arquitectónicamente Expuesto" o "AEAE" en los documentos del contrato, los requisitos establecidos en las secciones 1 a 9 se aplicarán con las modificaciones de la Sección 10. Miembros o componentes AEAE deberán ser fabricados y montados con el cuidado y tolerancias dimensionales que se estipulan en las secciones 10.2 a 10.4. La siguiente información se facilitará en los documentos contractuales cuando se especifica AEAE:

- (A) La identificación específica de los miembros o componentes que son AEAE;
- (B) Fabricación y/o tolerancias de montaje que van a serán más restrictivos que lo previsto en esta Sección, si es el caso; y,
- (C) Requisitos, si es el caso, de la ejecución de maquetas o componentes para la inspección y estándares de aceptación antes del inicio de la fabricación.





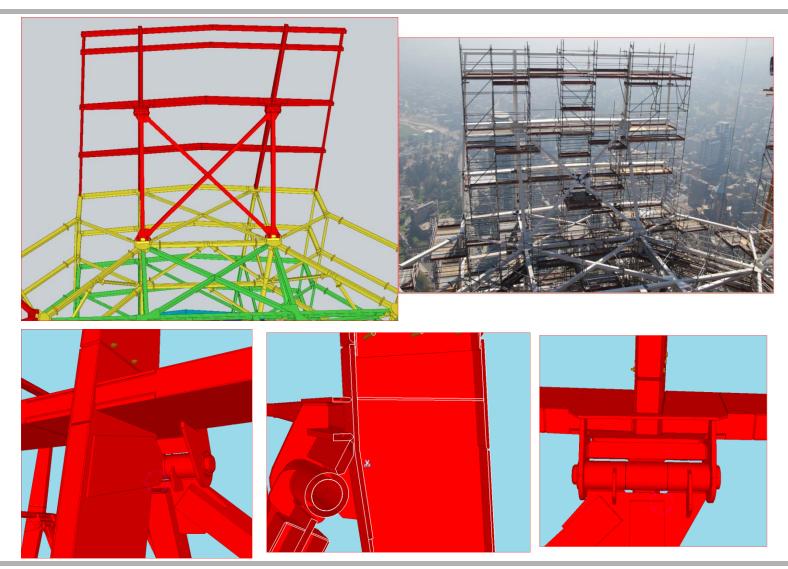


Características:

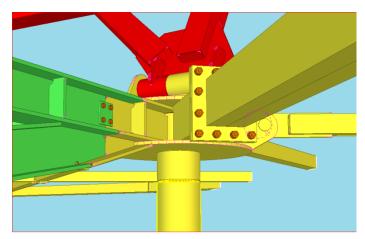
- Proyecto de geometría compleja: Modelamiento 3D.
- Elementos arquitectónicamente expuestos.
- Trabajo a gran altura y condiciones de seguridad muy exigentes.
- Falta de espacio para acopio: Logística Just in Time.
- Tiempo de montaje muy exigente: Secuenciamiento, Modelo 4D.
- Soldaduras de terreno AWS D1.8: Altos estándares de calidad.
- Tolerancias de fabricación y montaje muy exigentes.

Integración de disciplinas sobre modelo único, identificación temprana de restricciones, coordinación semanal, planificación de corto plazo (Last Planner), modelo secuenciado 4D, simulación de maniobras.

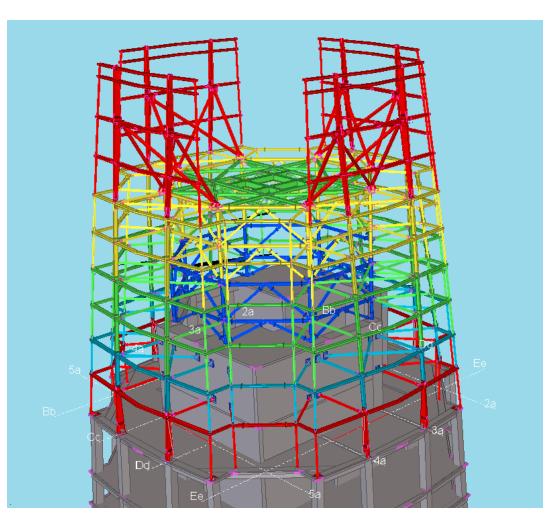














Muchas Gracias