



1<sup>er</sup> Congreso Anual  
11 - 12 - 13 de Noviembre



# Ingeniería de Costos: Planificación colaborativa e interacción con el modelo digital

**MTRO. MANUEL ALEJANDRO RODRÍGUEZ SUÁREZ**  
**ECC. ING. GERARDO HERRERA BLAS**  
**ING. MAURICIO CHAIRA DELGADO**

# Manuel Alejandro Rodríguez Suárez

- Ingeniero Civil.
- Especialista en Economía de la Construcción.
- Maestría en Gerencia de Proyectos.
- Maestría en Valuación Inmobiliaria Industrial y de Bienes Nacionales
- Ingeniero de Costos Certificado ante la Sociedad Mexicana de Ingeniería Económica y de Costos.
- Certified Cost Engineer ante la International Cost Engineering Council
- Docente en Posgrado de la Universidad de Guanajuato, Instituto Tecnológico de la Construcción, Universidad De Lasalle Bajío.
  - **ACTIVIDAD GREMIAL**
    - Sociedad Mexicana de Ingeniería Económica y de Costos
      - *Presidente XXVI Consejo Directivo Nacional*
    - Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción
      - *Coordinador Nacional de Costos*
    - Colegio de Ingenieros Civiles de Valle de Santiago
      - *Presidente X Consejo Directivo*
    - Instituto Mexicano de LEAN CONSTRUCTION LCIMEXICO.ORG
      - *Director COP Guanajuato*
  - **ACTIVIDAD EMPRESARIAL**
    - Ingeniería de Costos Control y Calidad
      - Director General
    - Costos MX
      - CO-Fundador & Director General
    - PODCAST Costos de Construcción
      - Conductor
    - **Dato curioso sobre el Speaker**
      - Zurdo y Aficionado a la Lucha Libre



# Introducción



¿Quién de ustedes, si quiere construir una torre, no se pone primero a calcular su costo, para ver si tiene con que terminarla? No sea que echados los cimientos y no pudiendo acabarla, todos cuando lo vean comiencen a burlarse de el diciendo:

“Este hombre comenzó a edificar y no pudo acabar”

Parábola de Jesús, Capítulo 14, versículo 28-30 del Evangelio de San Lucas



¿Cuánto puede impactar una mala estimación de costos?



# ¿Qué es un Proyecto?

Esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos indica un principio y un final definidos.



Tiene **alcance** plasmado en objetivos (o metas) y actividades



Tiene un inicio y un final

- Tiene un **tiempo** asignado, y debe complementarse en una fecha comprometida



Tiene **recursos** asignados

- Cuenta con un presupuesto
- Tiene una organización temporal



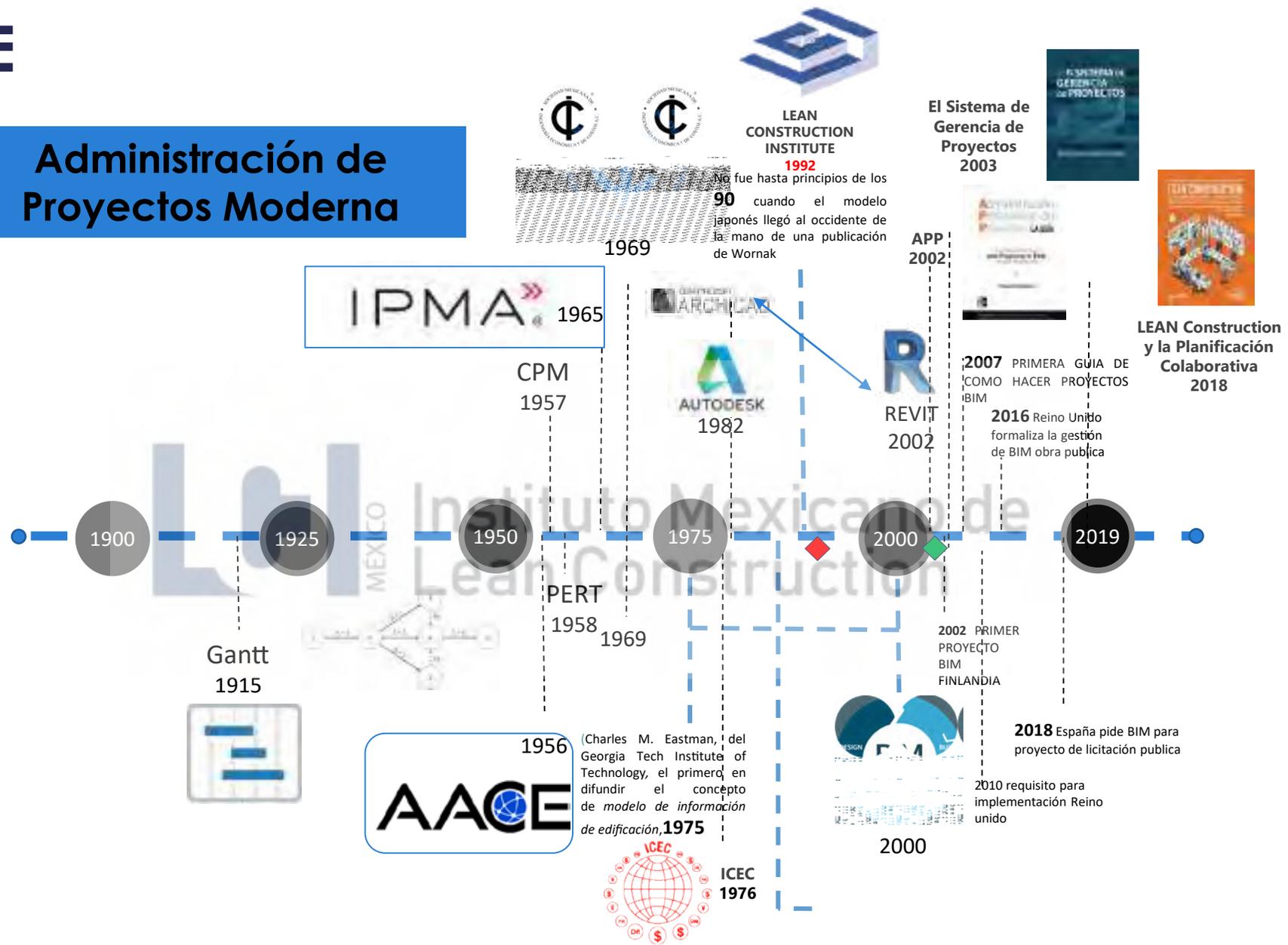
Produce resultados únicos

- Producto, servicio o resultado

Fuente: PMBOK

# TIME LINE

## Administración de Proyectos Moderna



# ¿Qué es la Ingeniería de Costos?

La SMIEC\* define la **Ingeniería de Costos** como “La aplicación de los **principios y técnicas científicos** a los problemas de **estimación y control de costos** y de **rentabilidad** de inversiones”.

ACTA CONSTITUTIVA SMIEC 1969 – FRACCION III



\*SMIEC: Sociedad Mexicana de Ingeniería Económica y de Costos A.C.

# Ingeniería de Costos en la Construcción

Una de las actividades básicas y primordiales en la industria de la construcción, es analizar y estimar el costo para la construcción, instalación, ampliación, mantenimiento, conservación, demolición, supervisión entre otros, de la infraestructura y la edificación que se desarrolle para el sector público y privado

***“Aplicación de conocimientos teóricos y prácticos en la industria de la construcción mediante principios y técnicas científicas que sirven para obtener un estimado económico en un proyecto en particular ya sea para su planeación, ejecución o control del mismo.”***

*(RODRIGUEZ, 2013)*



# Antecedente histórico Ingeniería de Costos LATAM



\*AACE: Association for the Advancement of Cost Engineering International. | \*SMIEC: Sociedad Mexicana de Ingeniería Económica y de Costos | \*IBEC: Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos | \*AICH: Asociación de Ingenieros de Costos de Honduras | \*CEICO: Centro Nacional de Ingeniería de Costos

° Infografía por Costos MX & Manuel Alejandro Rodríguez Suárez

El **portal** más importante de **ingeniería de costos** de construcción de México y América Latina



costos.mx



# Antecedente histórico MUNDIAL

En América Latina la Asociación precursora fue la **SMIEC**, con el objetivo primordial de:

Promover la ciencia y las técnicas de la Ingeniería de Costos a través de los medios profesionales, científicos y educativos, en beneficio de la colectividad y del país.



\*AAACE: Association for the Advancement of Cost Engineering International. | \*SMIEC: Sociedad Mexicana de Ingeniería Económica y de Costos | DACE Dutch Association of Cost Engineers (DACE) (Nederlandse Stichting acosteVoor Kostentechniek) (CE); ACostE (Association of Cost Engineers – United Kingdom).

FUENTE: COSTOS MX con colaboración de SMIEC

# Estimación de Costos

Proceso predictivo utilizado para cuantificar, calcular los costos y calcular los recursos requeridos por el alcance de una inversión, opción, actividad o proyecto.

## Propósito del Estimado

*Determinar la viabilidad económica de un proyecto*

*Evaluar entre alternativas de proyectos*

*Establecer el presupuesto del proyecto*

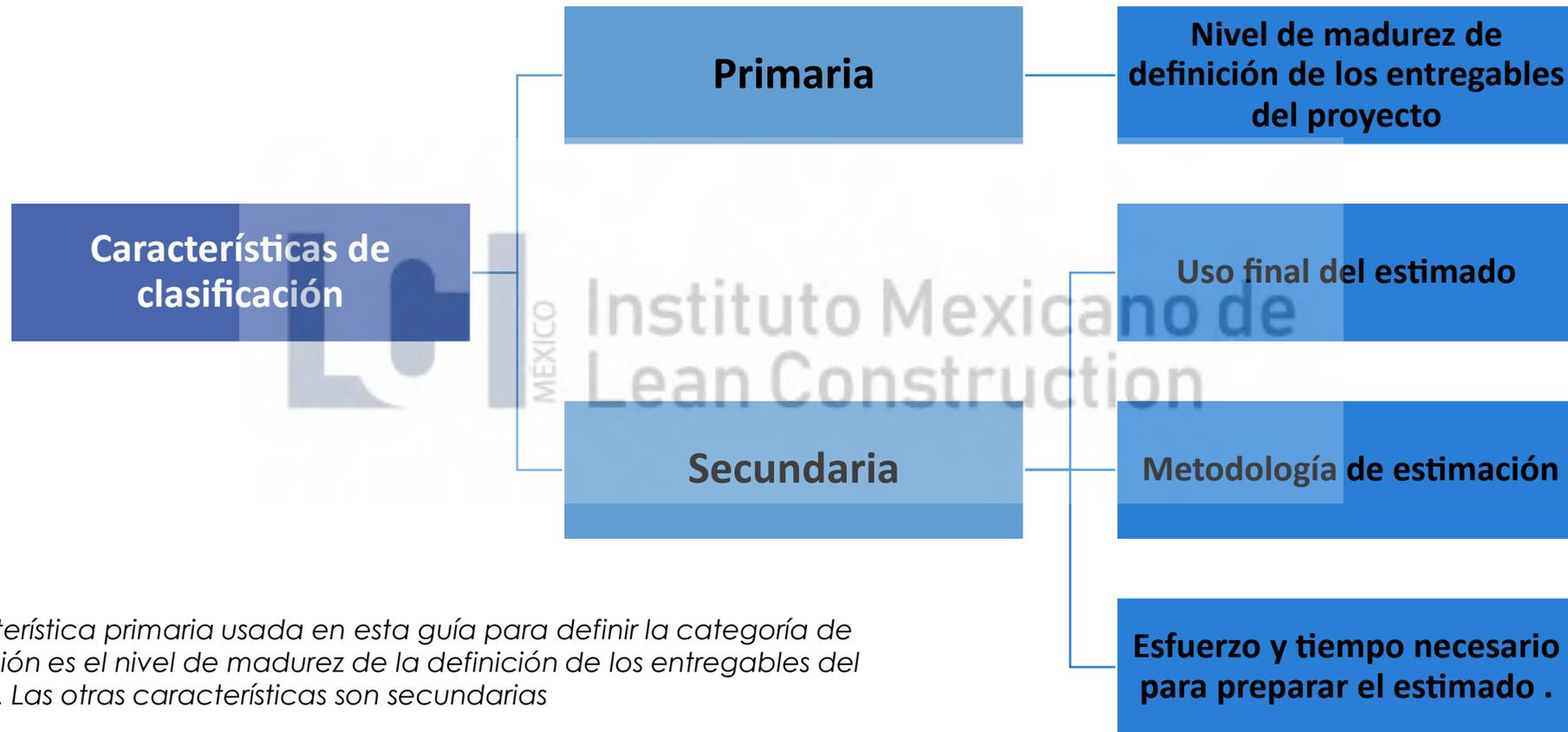
*Proveer una base para control de costo y programación del proyecto*

Fuente: Skills & Knowledge of Cost Engineering, 6th Edition

# Sistema de Clasificación de los estimados de costo

## AACE RP17R-97

- Existen numerosas características que pueden usarse para clasificar los tipos de estimados de costos.



*La característica primaria usada en esta guía para definir la categoría de clasificación es el nivel de madurez de la definición de los entregables del proyecto. Las otras características son secundarias*

# Clasificación de los Estimados de Costos RP's AACE

	18R-97	47R-11	56R-08	69R-12	87R-14	96R-18	97R-18	98R-18
	Industria de Procesos	Industria de Procesamiento de Minerales y Minería	Industria de la Construcción	Industria Hidroeléctrica IAC (EPC)	Industria del Petróleo	Proyectos de Infraestructura de Líneas de Transmisión	Proyectos de Infraestructura de Transporte de Ductos	Infraestructura de Transporte Carretero y Ferroviario
	Rango típico +/- relativo a un índice de 1							
CLASE 5	I: -20% a -50% S: +30% a +100%	I: -20% a -50% S: +30% a +100%	I: -20% a -30% S: +30% a +50%	I: -20% a -50% S: +30% a +100%	I: -20% a -50% S: +30% a +100%	I: -20% a -50% S: +30% a +100%	I: -20% a -50% S: +30% a +100%	I: -20% a -50% S: +30% a +100%
CLASE 4	I: -15% a -30% S: +20% a +50%	I: -15% a -30% S: +20% a +50%	I: -10% a -20% S: +20% a +30%	I: -15% a -30% S: +20% a +50%	I: -15% a -30% S: +20% a +50%	I: -15% a -30% S: +20% a +50%	I: -15% a -30% S: +20% a +50%	I: -15% a -30% S: +20% a +50%
CLASE 3	I: -10% a -20% S: +10% a +30%	I: -10% a -20% S: +10% a +30%	I: -5% a -15% S: +10% a +20%	I: -10% a -20% S: +10% a +30%	I: -10% a -20% S: +10% a +30%	I: -10% a -20% S: +10% a +30%	I: -10% a -20% S: +10% a +30%	I: -10% a -20% S: +10% a +30%
CLASE 2	I: -5% a -15% S: +5% a +20%	I: -5% a -15% S: +5% a +20%	I: -5% a -10% S: +5% a +15%	I: -5% a -15% S: +5% a +20%	I: -5% a -15% S: +5% a +20%	I: -5% a -15% S: +5% a +20%	I: -5% a -15% S: +5% a +20%	I: -5% a -15% S: +5% a +20%
CLASE 1	I: -3% a -10% S: +3% a +15%	I: -3% a -10% S: +3% a +15%	I: -3% a -5% S: +3% a +10%	I: -3% a -10% S: +3% a +15%	I: -3% a -10% S: +3% a +15%	I: -3% a -10% S: +3% a +15%	I: -3% a -10% S: +3% a +15%	I: -3% a -10% S: +3% a +15%

AACE International Recommended Practice. Recopilado por COSTOS MX

# Sistema de Clasificación de los estimados de costo

## AACE RP17R-97

*Indicación del grado de variación que tendrá el resultado final de costo para un proyecto específico con respecto al costo estimado*



*\*Los riesgos específicos del proyecto pueden también afectar el rango de precisión.*

AACE International Recommended Practice No. 17R-97 SPANISH

# Clasificación de los estimados de costos aplicado a la Industria de la Construcción

## AACE RP 56R-08

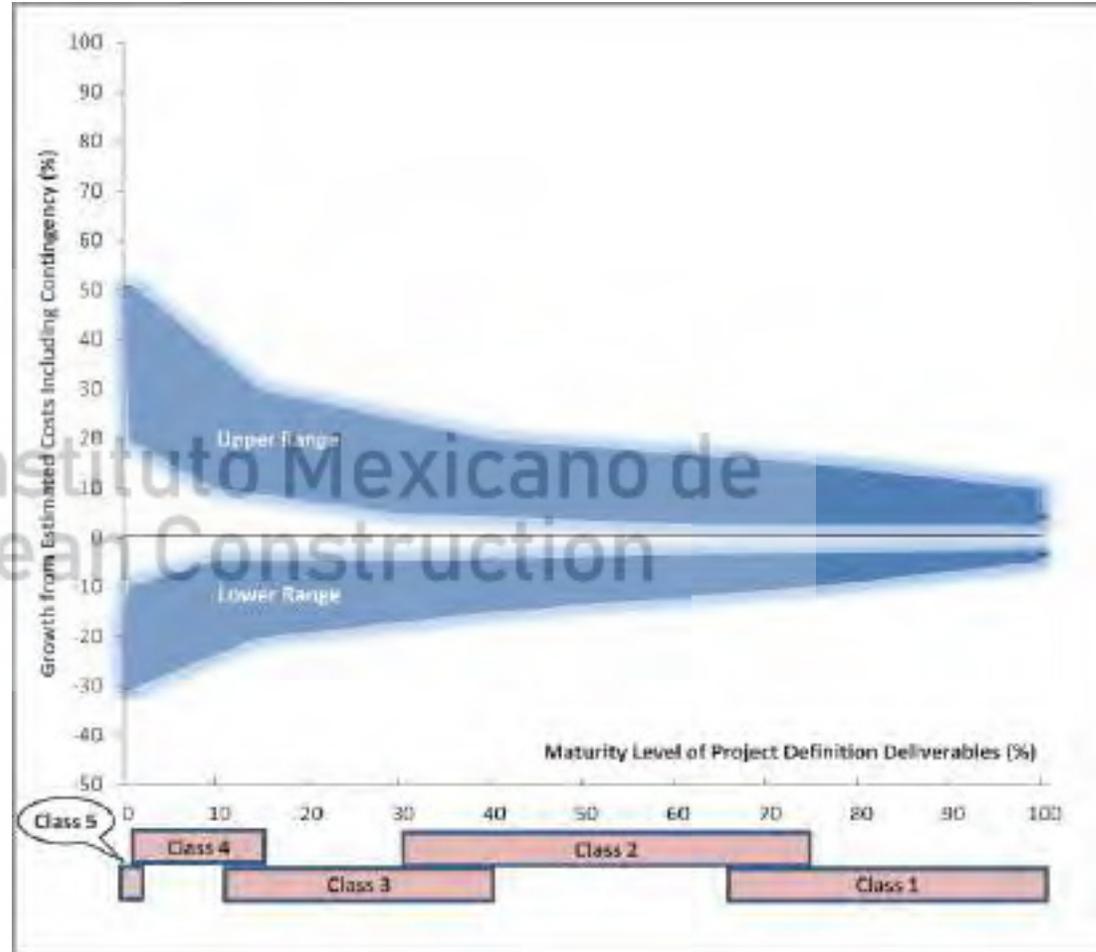
Clase del Estimado	Característica Primaria	Característica Secundaria		
	Nivel de Madurez de la Definición de los Entregables del Proyecto Expresado como % de la definición completa	Uso Final Propósito típico del estimado	Metodología Método típico de la estimación	Rango Esperado de Precisión Rango típico +/- relativo a un índice de 1
Clase 5	0% a 2%	Área funcional o concepto a definir.	Espacio funcional o factores de m2, modelos paramétricos, juicio o analogía	I: -20% a -30% S: +30% a +50%
Clase 4	1% a 15%	Diseño esquemático o estudio de conceptos	Modelos paramétricos	I: -10% a -20% S: +20% a +30%
Clase 3	10% a 40%	Desarrollo de proyecto, autorización de presupuesto, factibilidad	Costos unitarios semi detallados con ítems de línea de nivel de ensamblaje	I: -5% a -15% S: +10% a +20%
Clase 2	30% a 75%	Control o oferta, semi detallada	Costo Unitario con metrado forzado detallado	I: -5% a -10% S: +5% a +15%
Clase 1	65% a 100%	Estimado para chequeo o oferta, orden de cambio	Costo unitario con metrados detallados	I: -3% a -5% S: +3% a +10%

Fuente: AACE RP 56R-08. Traducción Universidad de Guanajuato & Costos MX

# Clasificación de los estimados de costos aplicado a la Industria de la Construcción

## AACE RP 56R-08

EJEMPLO DE LA VARIABILIDAD EN RANGOS DE PRECISIÓN PARA UN ESTIMADO EN UNA INDUSTRIA DE CONSTRUCCIÓN



Fuente: AACE RP 56R-08. Traducción Universidad de Guanajuato & Costos MX

# Clasificación de los estimados de costos aplicado a la Industria de la Construcción

## AACE RP 56R-08

### LISTA DE VERIFICACIÓN PARA ENTRADA DE LOS ESTIMADOS Y MATRIZ DE MADUREZ

	CLASIFICACION DE ESTIMACION				
	CLASE 5	CLASE 4	CLASE 3	CLASE 2	CLASE 1
<b>NIVEL DE MADUREZ DE DEFINICION DE PROYECTOS INTEGRALES</b>	De 0% a 2%	De 1% a 15%	De 10% a 40%	De 30% a 75%	De 65% a 100%
<b>Datos generales del proyecto:</b>					
Descripción del alcance general del proyecto	Ficticio	Preliminar	Definido	Definido	Definido
Localización del proyecto	General	Aproximado	Específico	Específico	Específico
Área total de construcción (m2)	Preliminar	Preliminar	Definido	Específico	Específico
Requisitos de espacio funcional (m2)	Empezado	Preliminar	Definido	Específico	Específico
Número de construcciones del edificio	Preliminar	Preliminar	Definido	Específico	Específico
Descripción del cierre exterior	Ficticio	Preliminar	Definido	Definido	Definido
Descripciones y requisitos de acabados	Ficticio	Preliminar	Definido	Definido	Definido
Reglamentos y normas de construcción	Ficticio	Preliminar	Definido	Definido	Definido
Sistemas mecánicos y capacidad total.	Preliminar	Definido	Definido	Definido	Definido
Capacidad eléctrica	Preliminar	Definido	Definido	Definido	Definido
Sistemas de comunicación	Preliminar	Definido	Definido	Definido	Definido
Requisitos de protección contra incendios y seguridad de vida	Ficticio	Preliminar	Definido	Definido	Definido
Sistema de seguridad	Ficticio	Preliminar	Definido	Definido	Definido
Requisitos de protección antiterrorista	Preliminar	Definido	Definido	Definido	Definido
Nivel de Certificación LEED	Preliminar	Definido	Definido	Definido	Definido
Informe de suelos e hidrología	Ninguno	Preliminar	Definido	Definido	Definido
Plan de proyecto integrado	Ninguno	Preliminar	Definido	Definido	Definido
Calendario Maestro del Proyecto	Aproximado	Definido	Definido	Definido	Definido
Estructura de desglose del trabajo	Preliminar	Definido	Definido	Definido	Definido
Código de Cuentas del Proyecto	Preliminar	Definido	Definido	Definido	Definido
Estrategia de contratación	Ficticio	Preliminar	Definido	Definido	Definido
Estrategia de Escalada y Bases	Ficticio	Preliminar	Definido	Definido	Definido

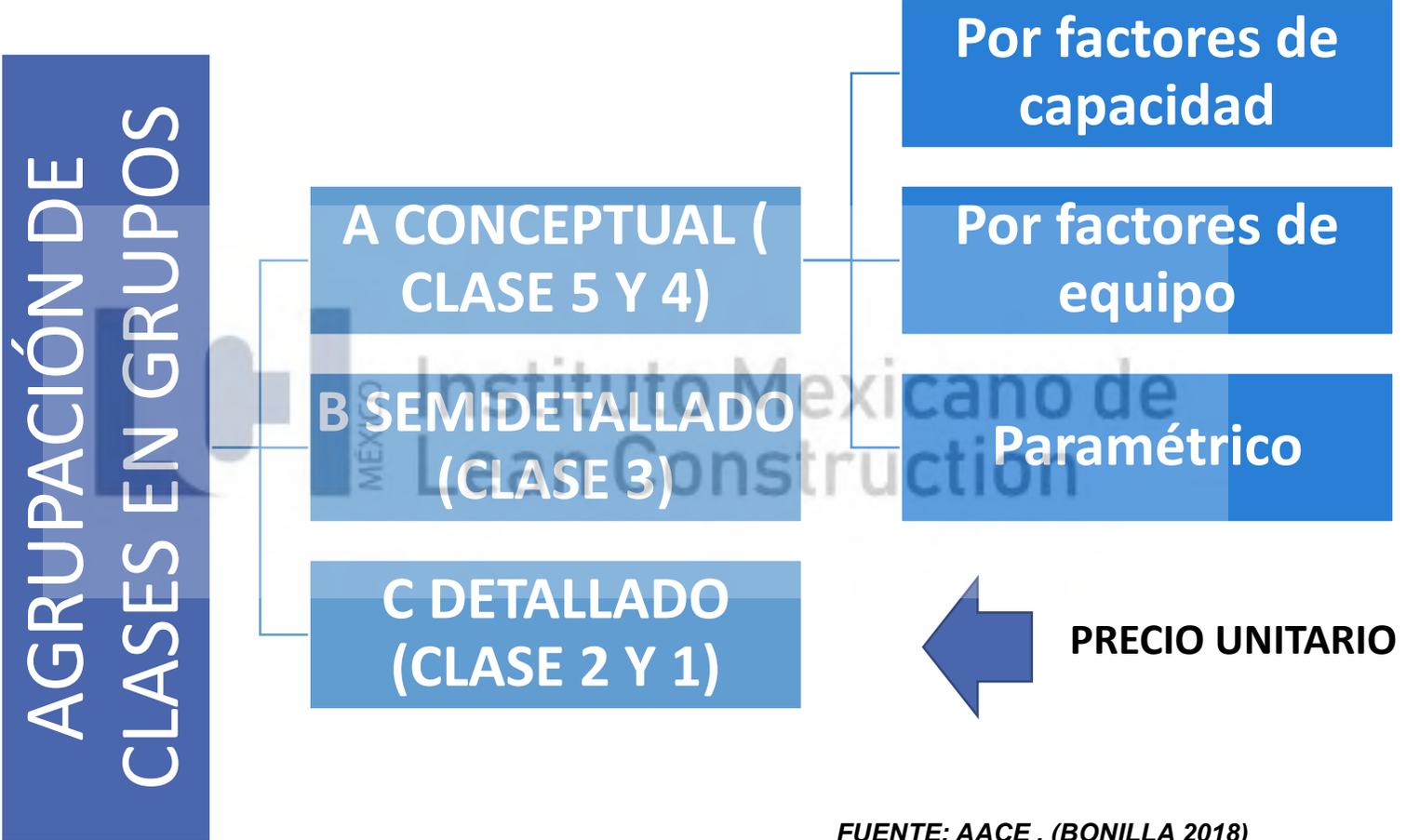
Fuente: AACE RP 56R-08. Traducción Universidad de Guanajuato & Costos MX

Entregables de diseño:					
Códigos y normas de construcción y diseño		S/P	C	C	C
Requisitos de protección contra incendios y seguridad de vida			C	C	C
Plan de sitio	S	S/P	C	C	C
Plan del sitio existente	S	P	C	C	C
Plan de demolición y dibujos.		S/P	P	C	C
Plan de utilidad y dibujos		S/P	P	C	C
Plan y planos eléctricos del sitio.		S/P	P	C	C
Plan de iluminación del sitio y dibujos		S/P	P	C	C
Plan de comunicaciones del sitio y dibujos.		S/P	P	C	C
Plan de control de erosión y dibujos.		S/P	P	C	C
Plan de aguas pluviales y dibujos		S/P	P	C	C
Plan de paisajismo y dibujos.		S/P	P	C	C
Elevaciones exteriores		S/P	P	C	C
Elevaciones interiores			S	P	C
Vistas de la sección interior		S/P	P	C	C
Tipos de partición o pared		S/P	S/P	C	C
Finaliza Programación		S/P	P	C	C
Programación de las puertas		S/P	P	P	C
Programación de las ventana		S/P	P	P	C
Programación de los baños		S/P	P	P	C
Planos de muebles, programas y dibujos.		S/P	P	C	C
Dibujos y programación de señalización		S/P	P	P	C
Plan de protección contra incendios, planos y detalles.		S/P	P	C	C
Plano de distribución de habitaciones y dibujos.		S/P	C	C	C
Plan de cimentación y dibujos.		S/P	P	C	C
Fundaciones Secciones y Detalles.		S/P	P	C	C
Planos estructurales y dibujos					
Secciones y dibujos estructurales.					
Plano de cubierta, planos y detalles.		S/P	P	C	C
Especificaciones de materiales, equipos y sistemas		S/P	P	C	C

- **No requerido.** Puede no ser requerido por todos los estimados de la clase especificada, pero algunos estimados específicos de los proyectos podrían requerir un desarrollo por lo menos preliminar.
- **Preliminar.** La definición del proyecto se ha iniciado, y avanzado por lo menos hasta un nivel intermedio de culminación. Ha ocurrido una revisión y aprobaciones para el estado actual.
- **Definido.** La definición del proyecto está avanzada y se han realizado revisiones. El desarrollo está casi terminado con la excepción de aprobaciones finales.

# Grado de Definición de Estimados

## Clases de Estimados



FUENTE: AACE . (BONILLA 2018)

# Ingeniería de costos e interacción con el modelo digital

ECC. Ing. Gerardo Herrera Blas

# Gerardo Herrera Blas

- Ingeniero Civil
- Especialista en Costos de la Construcción
- Ingeniero de Costos Certificado ante la Sociedad Mexicana de Ingeniería Económica y de Costos

Más de 29 años de experiencia profesional desarrollando el control integral de los trabajos así como estimados de costo para obra pública y privada; experiencia aplicada a proyectos de ingeniería y construcción para la industria nucleoelectrónica, industrial, petroquímica, proceso, productos de consumo, farmacéutica, minería y edificios de gran altura.

Posición Actual:

Director de Servicios Técnicos  
BOVIS PROJECT MANAGEMENT

Responsable de la elaboración de la logística de ejecución, estimado de costo así como del programa de obra durante la fase de precontrucción y brindando a apoyo a todos los proyectos de la empresa en proceso de construcción.



# Time Line Edificios de gran altura



deconperu.com/verano/2019/04/2019-Resumen-5-puntos-2019.html

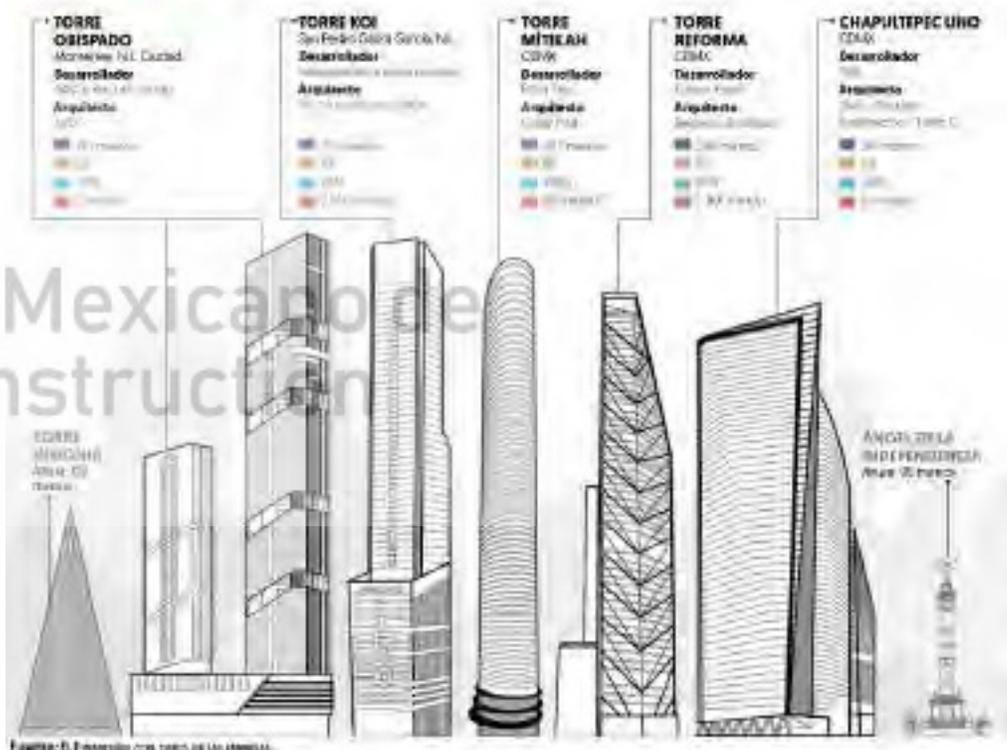
# Edificios de gran altura



## Los más grandes

Las estructuras más altas del país proliferan en Nuevo León y la Ciudad de México y miden entre 160 y hasta 281 metros de altura.

- Ataca
- Apertata
- Pisos
- Inversión



# Chapultepec Uno



CHAPULTEPEC UNO

BOVIS PROJECT MANAGEMENT



Torre de usos múltiples; oficinas, hotel y residencias, 58 niveles sobre rasante con 76,748 m<sup>2</sup> más 12 sótanos con 23,134 m<sup>2</sup> para un total de 99,894 m<sup>2</sup> construidos.



Desarrollo



Proyecto



# Estimado de costos



Un estimado de costo se integra básicamente de:

- a) Cantidades de obra a ejecutar (basado en el diseño)
- b) Precios unitarios aplicados (origen)

Tanto el diseño y el origen de precios aplicados representan un riesgo/ incertidumbre en el estimado de costo.

RIESGOS DE DISEÑO		
Estado de Diseño	#	Riesgo %
Sin Diseño	5	25%
Diseño Básico	4	17%
Diseño Esquemático	3	11%
Diseño Avanzado	2	6%
Diseño de Construcción	1	2%
Planos de Taller	0	0%

RIESGOS DE PRESUPUESTO		
Presupuesto	#	Riesgo %
Allowance	6	15%
Paramétrico	5	12%
In House	4	9%
Precios de Mercado	3	6%
Cotización de Proveedor	2	4%
Licitado	1	2%
Contratado	0	0%

FUENTE: BOVIS

# Entregables por fase de diseño



Para controlar la incertidumbre por diseño es de suma importancia que cada fase cumpla con su alcance (entregables):

Alcances de proyecto por fase de desarrollo		D.Arq	Diseño Arquitectónico	Civil	Ingeniero Civil	HVAC	Aire Acondicionado, Calefacción y Extracción		
		D.Int	Diseño de interiores	D.Est	Ingeniero Estructural	SE	Sistemas Especiales		
		Arq.P	Arquitectura de paisaje	IE	Ingeniería Eléctrica (** + Diseño de iluminac	AS	Asesor de Sustentabilidad		
		Arq.Ex	Arquitectura Ejecutiva	IHS	Ingeniería Hidrosanitaria, Pluvial, PCI, Gas.	CxA	Commissioning Agent		
Diseño Conceptual	Responsable	Diseño Esquemático		Responsable	Desarrollo de Diseño		Responsable	Documentos Constructivos	Responsable
<b>Sitio / Civil</b> Pautas generales y alternativas para el diseño del	D.Arq + Cliente	<b>Sitio / Civil</b> Memoria descriptiva de métodos y sistemas empleados Soluciones esquemáticas para: Movimiento de Tierras ... Urbanización ... Pavimentación ... Señalización Alternativas de sistemas	Civil + AS	<b>Sitio / Civil</b> Levantamiento de calles y niveles Limite de propiedad Restricciones / Afectaciones Limite de Contrato Servidumbres Derechos de Vía Condiciones Existentes Planos de Nivelación Planos de servicios - trincheras/trayectorias (coord Perfiles de servicios Iluminación general	Civil + AS	<b>Sitio / Civil</b> Levantamiento de calles y niveles Limite de propiedad Restricciones / Afectaciones Limite de Contrato Servidumbres Derechos de Vía Condiciones Existentes Edificios y Estructuras Servicios Caminos Planos de Demolición Proyecto de Nivelación Proyecto de Pavimentación (caminos, banquetas, Planos de servicios trincheras / trayectorias Plano Llave General Trazo general de Trinchera / Trayectorias Detalles de Obra Civil. Registros, Pozos, etc. Perfiles de servicios Iluminación general	Civil + AS		
<b>Arquitectura</b> Pautas generales de diseño arquitectónico Programa Arquitectónico general (Verificación de Tabla de Areas Plano de conjunto y de contexto. Plantas arquitectónicas Cortes y Fachadas		D.Arq + Arq.Ex		<b>Arquitectura</b> Memoria Descriptiva del proyecto Plano de conjunto Plantas arquitectónicas Cortes y Fachadas Tabla de Areas Programa Arquitectónico final - definición de mezcla y v cumplimiento con normatividad local (RCDF, NTC, IBC, Paquete para trámite Licencias (verificar formato con ge		Arq.Ex + AS + D.Arq (opinión favorable)		<b>Arquitectura</b> Plantas Arquitectónicas Plantas Civiles (nivelación y borde de losas) Planos de Detalle Fachadas Cortes Cortes por Fachada Detalles (escala grande) Elevaciones interiores Planos de plafón reflejado Cancelería Carpintería Herrería Listados de materiales (referenciados a planos y e Listados de Especificaciones Acabados Interiores Puertas y Marcos Equipos especiales	Arq.Ex + AS + D.Arq (opinión favorable)

# Cálculo de incertidumbre



Tanto el diseño y el origen de precios aplicados representan un riesgo / incertidumbre en el estimado de costo.

**TABLA DE RIESGOS (INCERTIDUMBRE)**

RIESGOS POR ESTADO DE DISEÑO		
Estado de Diseño	#	Riesgo %
Sin Diseño	5	20%
Diseño Básico	4	14%
Diseño Esquemático	3	8%
Diseño Avanzado	2	5%
Diseño de Construcción	1	2%
Planos de Taller	0	0%

RIESGOS DE PRESUPUESTO		
Presupuesto	#	Riesgo %
Allowance	6	12%
3) Paramétrico	5	10%
2) In House	4	7%
1) Precios de Mercado	3	5%
Cotización de Proveedor	2	3%
Licitado	1	2%
Contratado	0	0%

## Precios de Mercado

1) Los precios unitarios aplicados corresponden a precios de construcción que Bovis integra con base en lo que se esta pagando en los proyectos donde estamos participando. Esto se aplica cuando por la naturaleza de los trabajos (básicamente estructura de concreto y acero) no se obtienen cotizaciones de subcontratistas sin un RFP o Concurso formal.

## Estimación In House

2) Los precios aplicados corresponden a un análisis que Bovis realiza con base en información interna diversa así como bases de datos.

## Paramétrico

3) Los precios se basan en el promedio de la información histórica de proyectos similares; el costo se define por m2 construido.

FUENTE: BOVIS

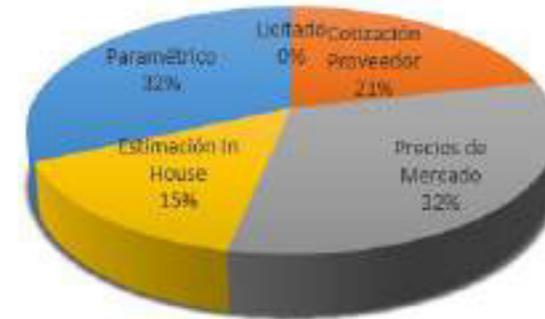
# Cálculo de incertidumbre

Cada concepto del estimado de costo debe clasificarse por origen de diseño y origen de precio.

ESTIMADO DE COSTO					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
<b>TOTAL</b>					<b>\$511,550,115</b>
<b>Hardcost</b>					<b>\$375,035,083</b>
<b>Preliminares</b>					<b>\$3,094,565</b>
<b>Demolición de edificio existente</b>					<b>\$2,578,804</b>
A01-01	Suministro y colocación de	189.00 m <sup>2</sup>	213.22	\$968.00	\$206,397
A01-02	Suministro y colocación de tapial	m <sup>2</sup>	168.43	\$496.18	\$83,572
A01-04	Desmantelamiento y acarreo , a	lote	1.00	\$67,310.85	\$67,311
A01-05	Desmantelamiento y acarreo , a	lote	1.00	\$36,848.80	\$36,849
A01-06	Desmantelamiento y acarreo , a	lote	1.00	\$57,310.85	\$57,311
A01-07	Desmantelamiento y acarreo , a	lote	1.00	\$34,641.38	\$34,641
A01-8	Desmantelamiento de planta de	lote	1.00	\$11,273.22	\$11,273
A02-01	Demolición de muros y muretes de	m <sup>2</sup>	761.73	\$41.40	\$31,536
A02-02	Demolición de muros de concreto	m <sup>2</sup>	2,452.05	\$180.00	\$441,369

ANÁLISIS DE RIESGO (Incertidumbre)							
RIESGOS DE DISEÑO			RIESGOS DE PRESUPUESTO			TOTAL	
Diseño	%	Importe	Diseño	%	Importe	%	Importe
	10.99%	\$56,227,802		5.03%	\$25,724,507	16.07%	\$82,212,634
	10.99%	\$41,211,149		5.46%	\$20,481,763	16.52%	\$61,953,236
	9.62%	\$297,692		4.34%	\$134,322	13.96%	\$432,014
	9.34%	\$240,958		3.41%	\$87,904	12.75%	\$328,862
Diseño Esquemático	11.00%	\$22,704	Paramétrico	9.00%	\$18,576	20.00%	\$41,279
Diseño Avanzado	6.00%	\$5,014	Licitado	0.00%	\$0	6.00%	\$5,014
Planos de Taller	0.00%	\$0	Estimación In House	6.00%	\$4,039	6.00%	\$4,039
Planos de Taller	0.00%	\$0	Paramétrico	9.00%	\$3,316	9.00%	\$3,316
Diseño Avanzado	6.00%	\$3,439	Cotización Proveedor	2.00%	\$1,146	8.00%	\$4,585
Diseño Esquemático	11.00%	\$3,811	Cotización Proveedor	2.00%	\$693	13.00%	\$4,503
Diseño Avanzado	6.00%	\$676	Precios de Mercado	4.00%	\$451	10.00%	\$1,127
Diseño Avanzado	6.00%	\$1,892	Precios de Mercado	4.00%	\$1,261	10.00%	\$3,154
Diseño Avanzado	6.00%	\$26,482	Precios de Mercado	4.00%	\$17,655	10.00%	\$44,137

Origen de los precios			
<b>TOTAL</b>		<b>100.00%</b>	<b>\$375,035,083</b>
Licitado		0.02%	\$83,572
Cotización Proveedor		21.40%	\$80,250,289
Precios de Mercado		31.83%	\$119,380,835
Estimación In House		14.91%	\$55,910,385
Paramétrico		31.84%	\$119,410,002



FUENTE: BOVIS

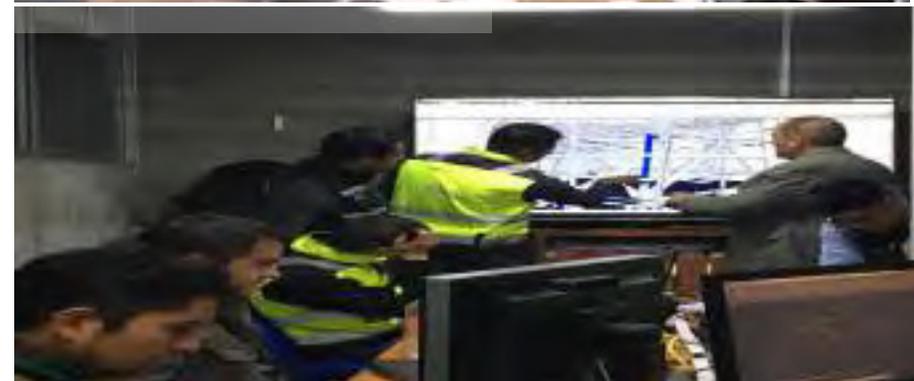
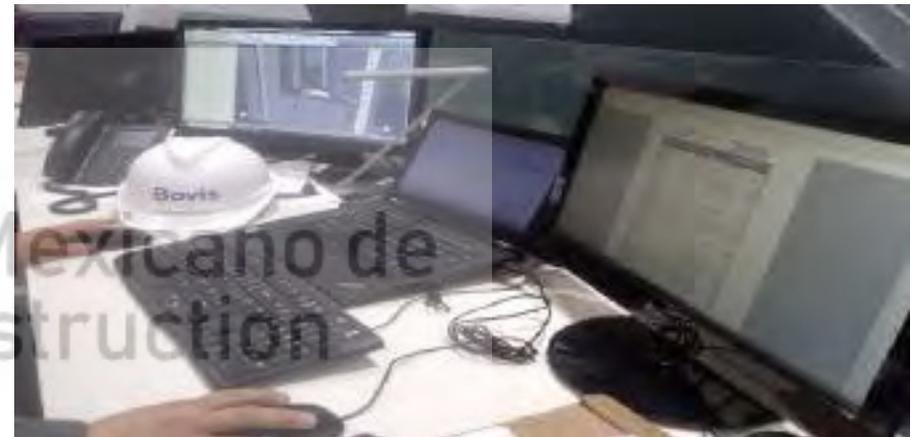
# Aplicación de dimensiones BIM



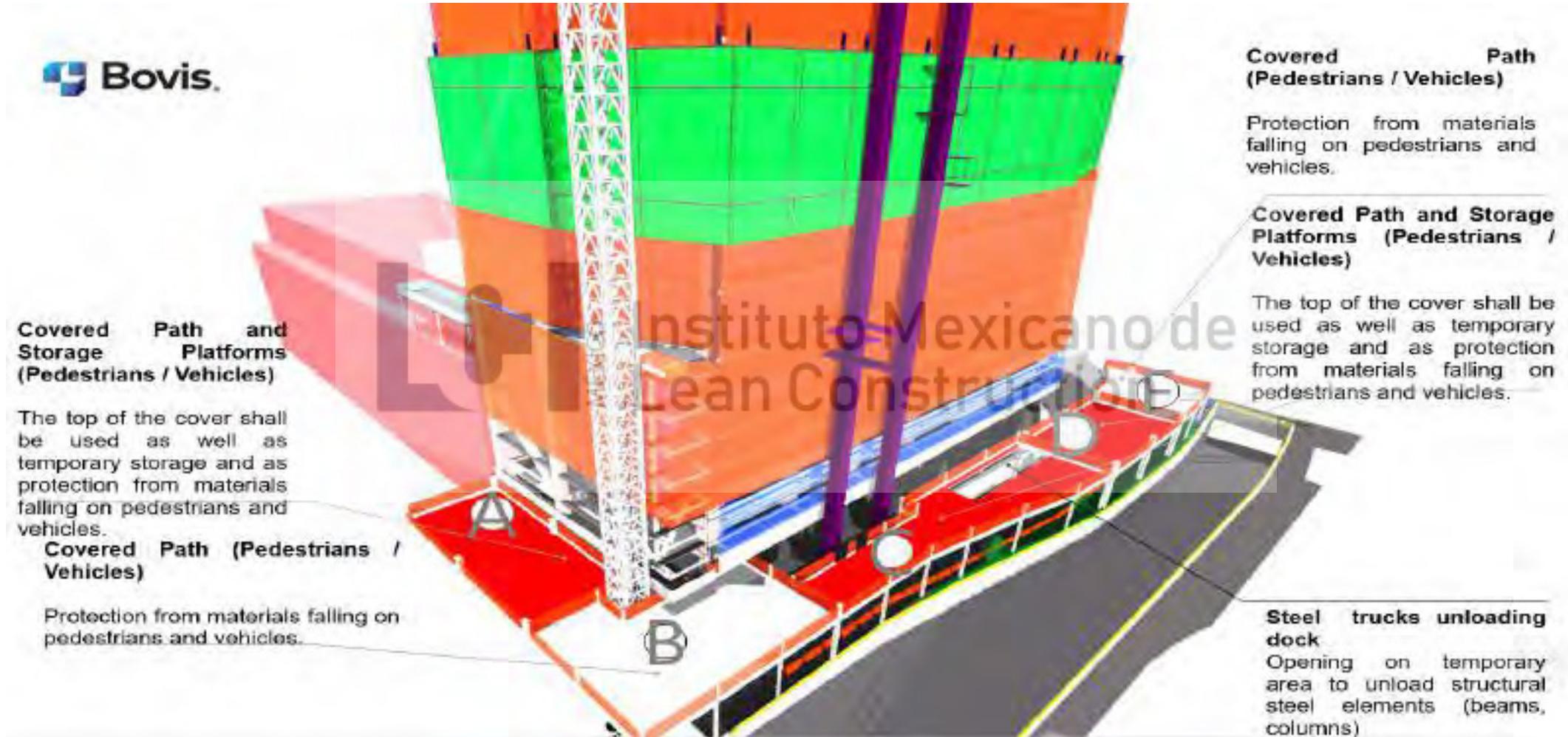
# Implementación



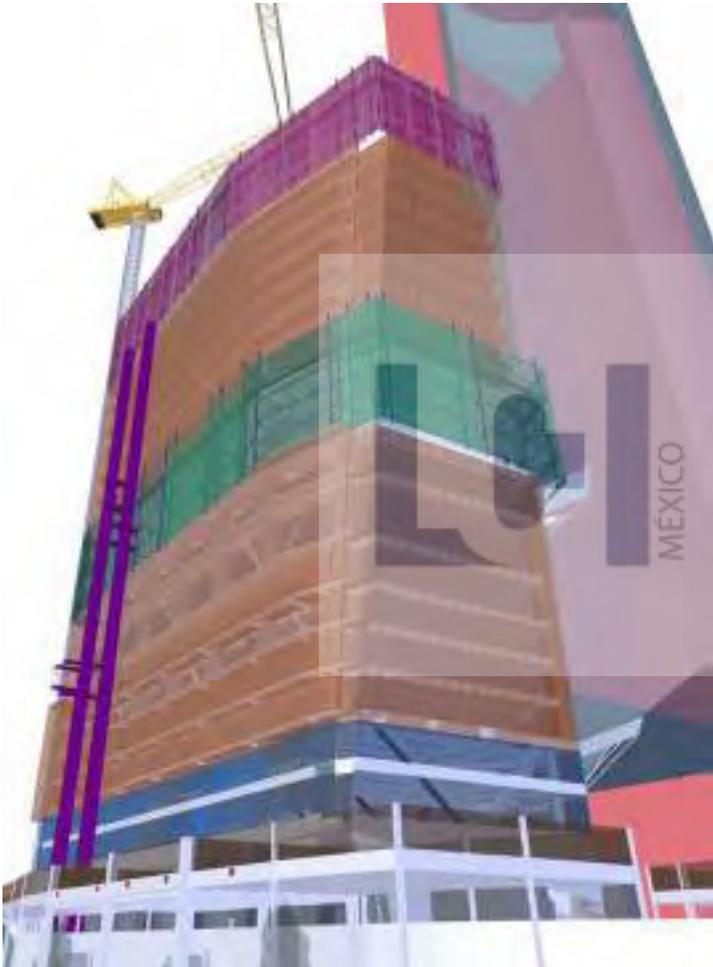
Asignación de recursos durante las fases de preconstrucción y construcción: software, hardware, sala de coordinación, así como capacitación para personal.



# 5D: Extracción de cantidades



# 5D: Extracción de cantidades



Instituto Mexicano de  
Lean Construction

# 5D: Extracción de cantidades



The screenshot displays the Autodesk Navisworks interface. On the left, a tree view lists structural elements under 'Clasificación: Elementos de Estructuras'. The main window shows a 3D model of a building's steel frame. A table in the foreground lists extracted quantities for various steel beam types.

Item	Vol. (m³)	Superficie (m²)	Peso (kg)
1.1.1.1	10,420 m³	1,400 m²	1,598 kg
1.1.1.2	2,427 m³	0,027 m²	3,358 kg
1.1.1.3	2,407 m³	0,027 m²	3,358 kg
1.1.1.4	4,360 m³	0,023 m²	6,208 kg
1.1.1.5	1,076 m³	0,061 m²	1,509 kg
1.1.1.6	9,110 m³	0,048 m²	9,880 kg
1.1.1.7	1,230 m³	0,006 m²	1,695 kg
1.1.1.8	15,680 m³	0,078 m²	17,280 kg
1.1.1.9	10,680 m³	0,070 m²	11,600 kg
1.1.1.10	1,448 m³	0,027 m²	1,998 kg
1.1.1.11	1,448 m³	0,027 m²	1,998 kg
1.1.1.12	6,505 m³	0,081 m²	7,065 kg
1.1.1.13	6,505 m³	0,081 m²	7,065 kg
1.1.1.14	5,505 m³	0,023 m²	5,995 kg
1.1.1.15	3,487 m³	0,008 m²	3,797 kg
1.1.1.16	3,487 m³	0,008 m²	3,797 kg
1.1.1.17	3,428 m³	0,023 m²	3,698 kg
1.1.1.18	2,673 m³	0,020 m²	2,899 kg
1.1.1.19	2,673 m³	0,020 m²	2,899 kg
1.1.1.20	5,505 m³	0,023 m²	5,995 kg



## 5D: Extracción de cantidades



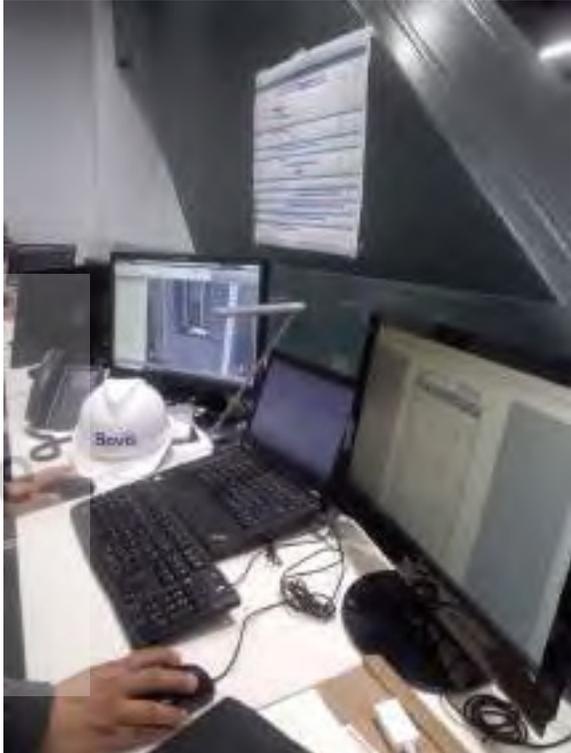
## 5D: Extracción de cantidades



# Migración de cuantificación tradicional (2D) a 3D.



# Migración de cuantificación tradicional (2D) a 3D.





Instituto Mexicano de  
Lean Construction



# Planificación Colaborativa LEAN

Mauricio Chaira Delgado

# Mauricio Chaira Delgado

- Egresado de Ingeniería Civil.
- Especialista en Costos de la Construcción.
  - **ACTIVIDAD GREMIAL**
    - Sociedad de Costos en la Construcción Bolivia
      - *Directivo Nacional por el departamento de Oruro*
    - Comunidad de Practicas Lean Construction – Bolivia
      - *Presidente de la CoP Oruro*
    - Lean Construction Bolivia
      - *Impulsor del Capítulo Boliviano*
  - **ACTIVIDAD EMPRESARIAL**
    - Maudez Ingeniería – Escuela de Consultores
      - CO-Fundador & Director General
    - Prescom (Programa de Generador de Costos)
      - Facilitador Oficial Bolivia
    - Revista Concreto 100% Orureño
      - CO-Fundador & Director General
  - **Información Adicional**
    - Formador de Programas Informáticos aplicados al sector de la construcción.



Bolivia

# La sinergia BIM – LEAN desde la vista de Ingeniería de costos y planificación colaborativa Lean.



# Aplicable del BIM.



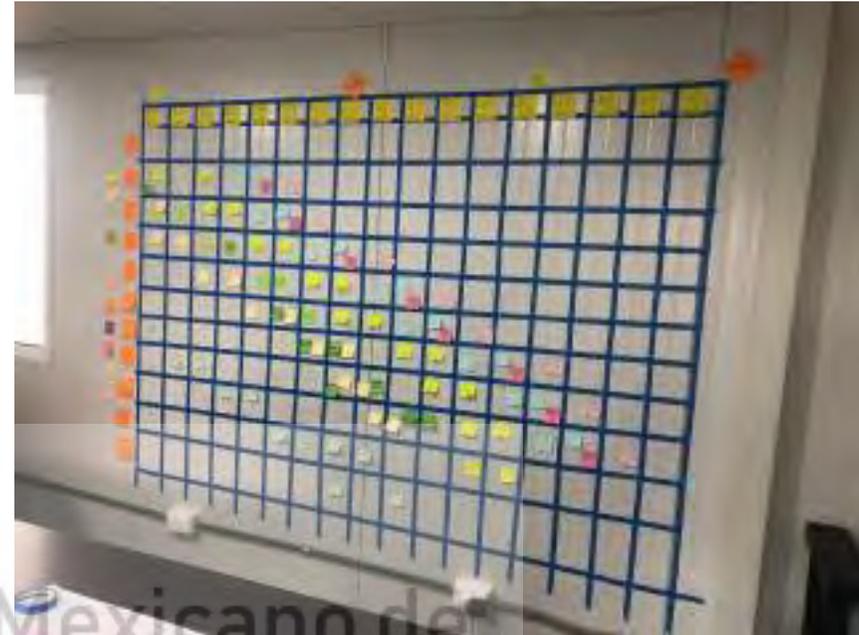
# Rescatable del BIM.



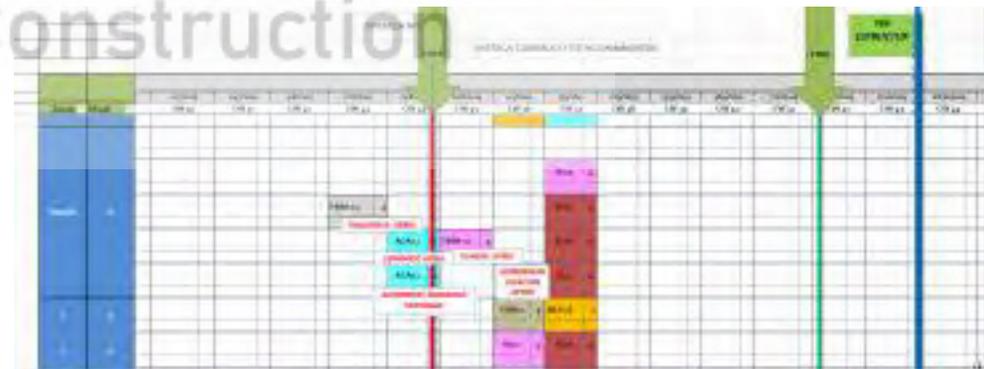
# Rescatable del BIM.



# Aplicable del Lean.



Instituto Mexicano de  
Lean Construction



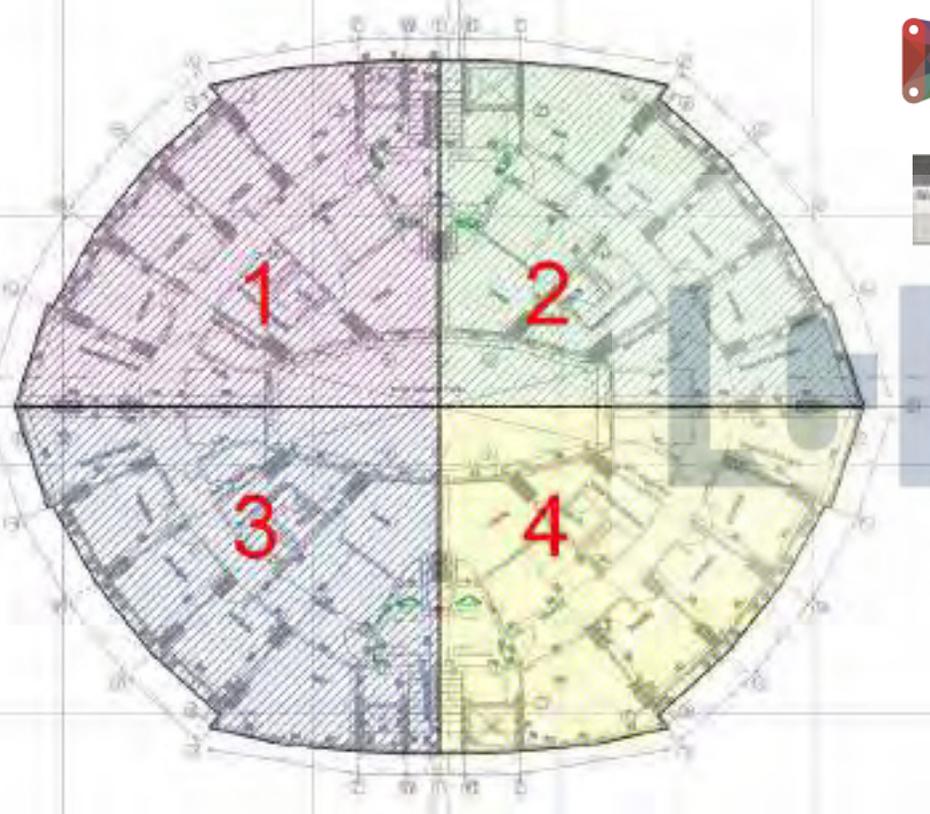
Takt Planning – Trenes de trabajo



Fuente:

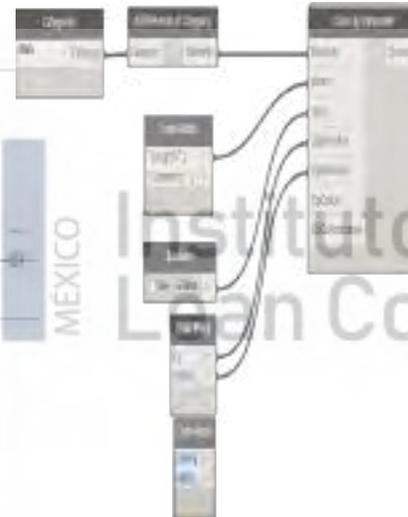
# Aplicación Lean Construction + BIM

Sectorización.

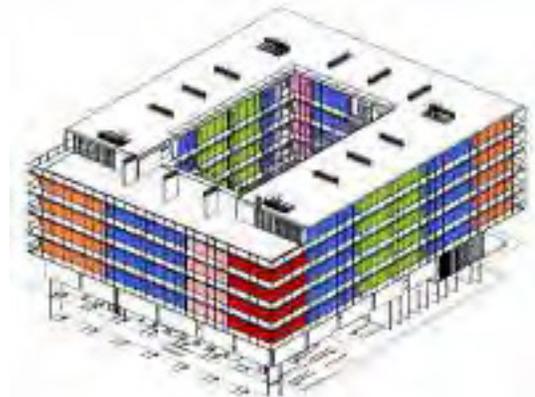
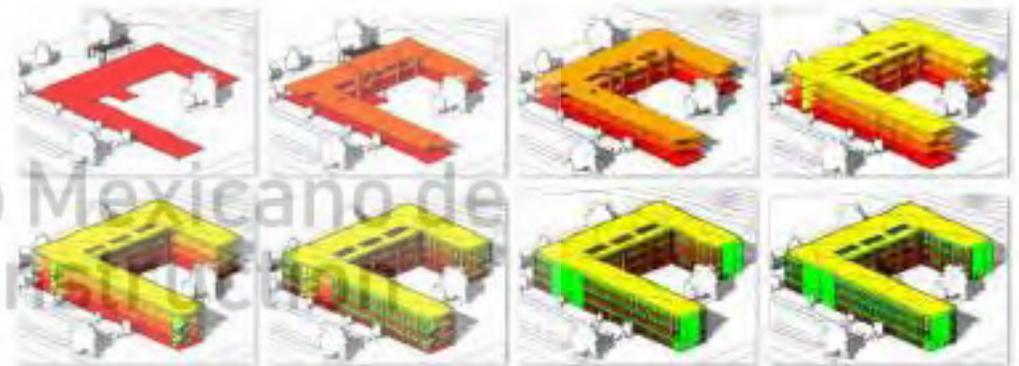
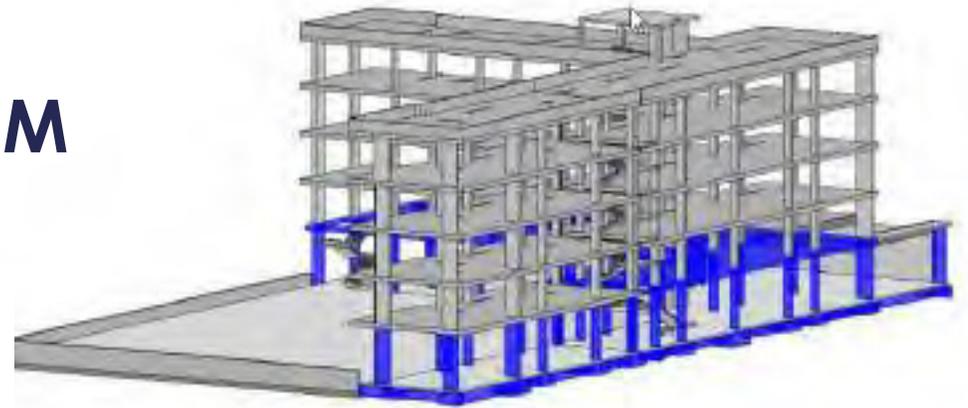


Takt Planning (Filosofía)

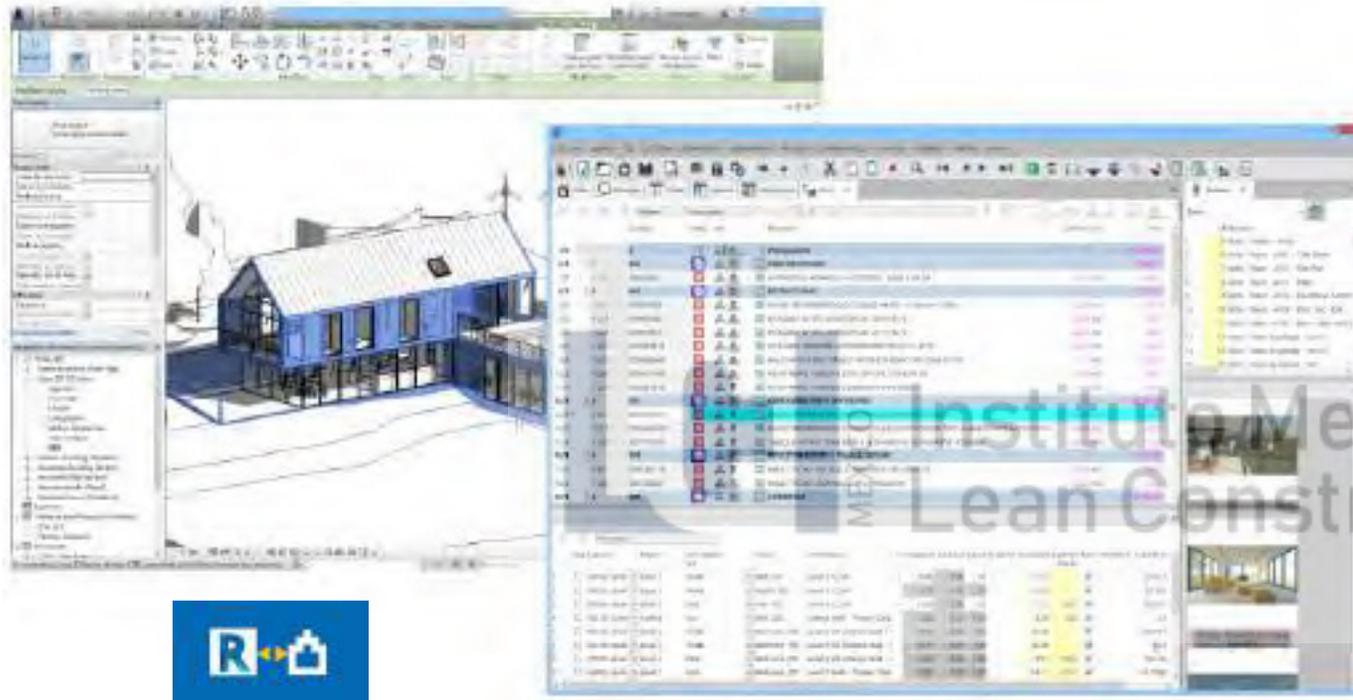
 Dynamo



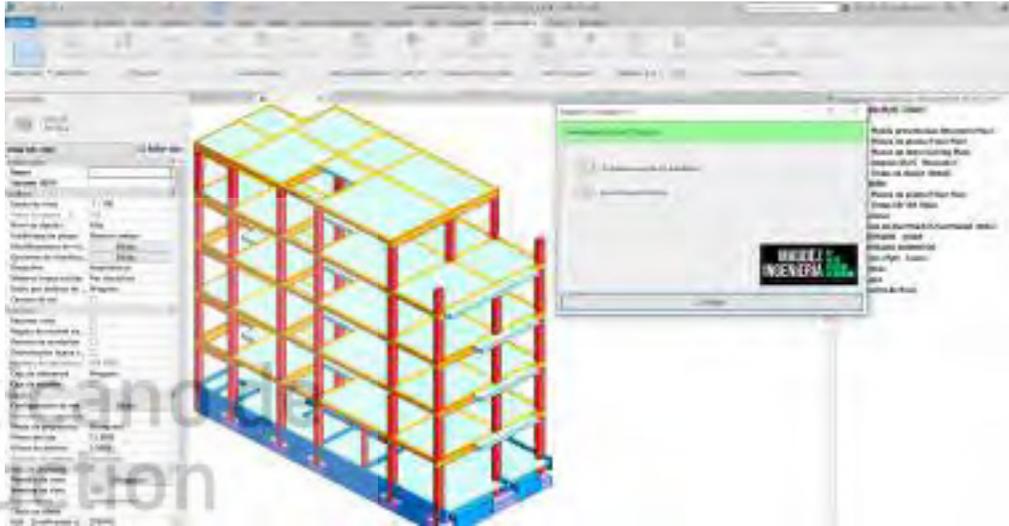
BIM (Metodología)



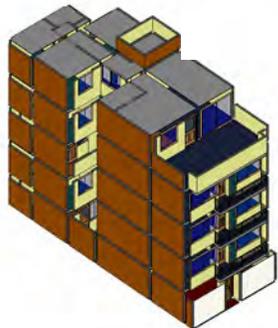
# Aplicación Lean Construction + BIM



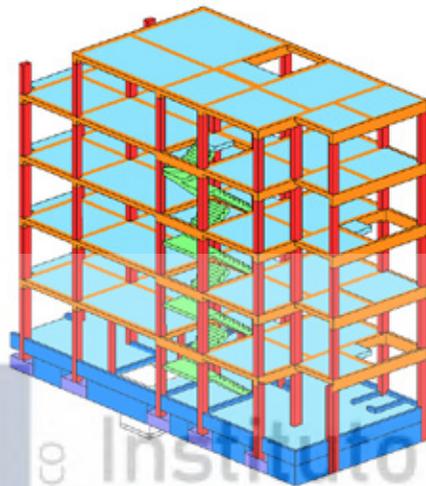
## Aplicación de Ingeniería de Costos



# La Sinergia BIM – LEAN – COSTOS



BIM (Metodología)



LEAN CONSTRUCTION (Filosofía)



ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				18,000.00
1.01.01	Excavación y traslado de tierra a 1 metro	m <sup>3</sup>	18,000	1.00	18,000.00
1.01.02	Excavación de arena	m <sup>3</sup>	18,000	1.00	18,000.00
1.01.03	Excavación de arena	m <sup>3</sup>	18,000	1.00	18,000.00
1.01.04	Transporte completo del = 20km larga distancia	m <sup>3</sup>	18,000	1.00	18,000.00
1.02	ARMAZÓN				40,000.00
1.02.01	Acero para el esqueleto	m <sup>2</sup>	1,000	40.00	40,000.00
1.02.02	Acero de refuerzo	m <sup>2</sup>	1,000	40.00	40,000.00
1.02.03	Barra de acero	m <sup>2</sup>	1,000	40.00	40,000.00
1.02.04	Tablero de formigón compactado	m <sup>2</sup>	1,000	40.00	40,000.00
1.02.05	Tablero de PVC	m <sup>2</sup>	1,000	40.00	40,000.00
1.03	ORIENTACIONES				1,000.00
1.03.01	Perforación de alambres para	m <sup>2</sup>	1,000	1.00	1,000.00
1.03.02	Acero No. 15, 16, 18 y 20	m <sup>2</sup>	1,000	1.00	1,000.00
1.03.03	Acero No. 20, 22, 24 y 28	m <sup>2</sup>	1,000	1.00	1,000.00
1.03.04	Acero No. 28, 30, 32 y 36	m <sup>2</sup>	1,000	1.00	1,000.00
1.04	ESTRUCTURA				25,000.00
1.04.01	Acero	m <sup>2</sup>	1,000	25.00	25,000.00
1.05	OPORTUNIDAD				1,000.00
1.05.01	Acero No. 15, 16, 18 y 20	m <sup>2</sup>	1,000	1.00	1,000.00

Ingeniería de Costos

## Planificación Colaborativa



Mtro. Manuel Alejandro Rodríguez Suárez, ICC



(55) 2081-1590



manuel.rodriguez@smiefc.com.mx



<https://simefc.com.mx>

ECC Ing. Gerardo Herrera Blas



(55) 4993-8343



gerardo.herrera@bovis.mx



<https://bovis.mx>

Mauricio Chaira Delgado



(591) 76506701



mauchaira@gmail.com



<https://maudezingeneria@gmail.com>

En la búsqueda de la mejora continua, nos gustaría conocer su opinión acerca de esta sesión contestando una breve encuesta.  
¡Gracias!