

Practitioners: Ingenieros de Obra

Concepto. Demoras en proyectos de construcción. Criterios en la selección del contratista. Uso de visualización 4D. Percepción de la calidad.

Concepto

Practitioners o *Engineering Practitioners* es un concepto tomado del inglés, corresponde al ingeniero que practica la profesión. En el caso de ingeniería civil, se aplica a ingenieros que actúan en las distintas etapas en relación con un proyecto (en la gestión, diseño, construcción, mantenimiento). Aquí, utilizaremos la denominación *Ingenieros de Obra* para expresar el mismo concepto.

La denominación tiene como contraparte a los *Académicos*; esto es, a los profesionales que se dedican a las tareas de enseñanza e investigación en los campos de su profesión.

Se entiende que se trata de actividades predominantes las que califican a un *ingeniero de obra* o a un *académico*, pues habrá profesionales que practiquen ambas actividades. Sin embargo, la experiencia y la gran amplitud de la ingeniería civil, hacen evidente la imposibilidad de que puedan desarrollarse ambos trabajos a la vez con la misma intensidad. De otra parte, es muy necesario que ambos estén relacionados entre sí.

El aprendizaje de un *ingeniero de obra*, resulta nutrido de la práctica y del intercambio de experiencias con otros profesionales. El aprendizaje de un *académico* proviene del estudio y la investigación. El primero, se orienta a la solución de problemas específicos de ingeniería. El segundo, a la teoría básica y a aplicaciones de validez general. Por eso es común llamarlos *prácticos* o *teóricos*, no siendo ninguno de ellos mejor o peor que los otros. Con los años, cada uno de estos tipos de ingenieros va desarrollando su propio perfil o personalidad, y expresa esto en la forma cómo enfoca un problema, en su desarrollo y en cómo presentarlo (incluso, en cómo escribirlo).

Se acostumbra ahora realizar seminarios o convenciones en forma separada (hay congresos para *ingenieros de obra*). La estructura de los trabajos es diferente. Los temas también son distintos. Los artículos que resultan de las reuniones de *ingenieros de obra* resaltan los resultados de la experiencia de los autores, así como de las enseñanzas que de ellas se derivan. Esto es, son más cercanos a los problemas de la vida profesional cotidiana. En lo que sigue, se presentan algunos de estos temas.

Demoras en proyectos de construcción

Referencia

Tommy Y. Lo, Ivan W. H. Fung, and Karen C. F. Tung (City University of Hong Kong, Hong Kong). *Construction Delays in Hong Kong Civil Engineering Projects*. Journal of Construction Engineering and Management. Vol 132, N° 6, June 1, 2006. ASCE.

Las demoras en proyectos de ingeniería civil resultan en reclamos contractuales y en incremento del costo del proyecto. En el estudio, se consulta a los ingenieros de obra sobre las causas de la demora, y en segundo lugar, se consulta a otros profesionales si un grupo de sugerencias oficiales resultan aplicables y efectivas en mitigar las demoras. Las diferencias de percepción en las respuestas se examinan con el estudio de seis proyectos.

Introducción

El Comité de Revisión de la Industria de la Construcción en Hong Kong (CIRC 2001) ha sugerido 109 recomendaciones para resolver los problemas de demora en la industria de la construcción. La indagación sobre su efectividad, es parte de los objetivos del estudio.

El estudio da cuenta de varios estudios previos sobre causas en la demora.

Estudios anteriores sobre causas de demora en construcción

Año	País	Principales causas
1985	Turquía	<ol style="list-style-type: none"> 1. Escasez de recursos 2. Dificultades financieras 3. Deficiencias de organización 4. Demoras en el diseño 5. Cambios frecuentes en el diseño 6. Considerable trabajo adicional.
1971	Estados Unidos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clima inclemente 2. Escasez de trabajadores 3. Sistema de subcontrato
1988	Nigeria	<ol style="list-style-type: none"> 1. Escasez de materiales 2. Incumplimiento en el pago de salarios 3. Pobre gestión de contratos.
1990	Nigeria	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demoras en el pago a contratistas 2. Fluctuaciones en materiales, salarios y costos.
1994	Nigeria	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arreglos impropios en financiamiento y pagos 2. Pobre gestión de contratos 3. Escasez de materiales 4. Estimación inexacta de costos 5. Fluctuaciones en costos.
1994	Canadá	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incremento en los alcances del trabajo 2. Clima inclemente 3. Restricciones en los accesos.
1995	Arabia Saudita	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lenta preparación y aprobación de los planos 2. Demoras en pago al contratista 3. Errores y cambios en el diseño 4. Escasez de trabajadores 5. Deficiente preparación de trabajadores
1996	Tailandia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Escasez de materiales 2. Cambios en el diseño

Estudios anteriores sobre causas de demora en construcción

Año	País	Principales causas
		3. Problemas de coordinación entre partes contratadas.
1996	Hong Kong	<ol style="list-style-type: none"> 1. Condiciones imprevistas de suelo 2. Pobre gestión y supervisión 3. Toma de decisiones lenta por parte del equipo del proyecto 4. Variaciones en el interés del cliente.
1999	Arabia Saudita	<ol style="list-style-type: none"> 1. Problemas financieros y de liquidez 2. Dificultades en obtener permisos 3. Sistema de selección al precio más bajo.
2000	Jordania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pobre diseño 2. Cambios en el diseño 3. Clima inclemente 4. Condiciones del lugar imprevistas 5. Suministro tardío.

Metodología de la investigación

A partir de la literatura internacional y del propio Hong Kong, los autores prepararon una lista codificada de 30 posibles causas de demora para ser sometidas a consulta. Este listado se relaciona también con las 109 medidas del CIRC 2001.

Codificación de causas de demora para ser consultadas

Categoría	Código	Causas de la demora
Cliente	CL1	Variaciones del cliente/Cambios de alcance
	CL2	Duración irreal impuesta por el cliente
	CL3	Indisponibilidad del área de acceso al lugar
	CL4	Desbalance en la asignación de riesgos
	CL5	Requerimientos irreales del cliente
	CL6	Materiales defectuosos proporcionados por el cliente
Ingeniero	EN1	Variaciones necesarias/Imposibilidad
	EN2	Inconsistencia en los documentos del contrato
	EN3	Cantidades inexactas de pagos
	EN4	Pobre gestión y supervisión

Codificación de causas de demora para ser consultadas

Categoría	Código	Causas de la demora
Contratista	EN5	Coordinación lenta para la aprobación por parte de las autoridades
	EN6	Demoras en proporcionar información de diseño y de aprobación de contratos
	CN1	Licitación excepcionalmente baja
	CN2	Inexperiencia del contratista
	CN3	Demora de subcontratistas locales
	CN4	Demora de subcontratista designado
Factores humanos	CN5	Pobre calificación de los trabajadores
	CN6	Ocurrencia de accidentes
	HB1	Adversarios/Confrontaciones/Cultura controversial
	HB2	Demoras en respuesta de equipo del proyecto por resolución de disputas
Proyecto	HB3	Falta de comunicación
	HB4	Diferencias de personalidad entre el representante del contratista y el ingeniero residente.
	PJ1	Impredecibles condiciones del lugar
Factores externos	PJ2	Trabajos en conflicto con instalaciones existentes
	PJ3	Construibilidad
	EX1	Clima inclemente
Recursos	EX2	Factores externos incontrolables
	EX3	Restricciones ambientales.
Recursos	RS1	Recursos inadecuados debido a carencia de capital
	RS2	Escasez de trabajadores incluyendo personal técnico

Se identificaron tres grupos a ser consultados: un grupo de 137 clientes, un grupo de 63 consultores, y un grupo de 72 contratistas. Las respuestas sobre las 30 posibles causas tuvieron dos partes:

- Parte I: magnitud del **significado** percibido.
- Parte II: la **efectividad** de las medidas de mitigación (CIRC 2001)

La escala de calificación empleada, de 1 a 5:

- 0: no significativo/no efectivo
- 1: ligeramente significativo/ligeramente efectivo
- 2: moderadamente significativo/moderadamente significativo
- 3: altamente significativo/altamente efectivo
- 4: extremadamente significativo/extremadamente efectivo.

Se enviaron 272 cuestionarios, según la distribución señalada, y respondieron 151 (el 55.5%).

Cálculo del ranking de resultados

El valor promedio, MS_i , para cada causa i de demora, fue calculado como:

$$MS_i = \frac{\sum(fS)}{N}$$

S es el valor dado para cada causa por el consultado, f es la frecuencia de respuestas para cada valor de cada causa de demora, N es el número total en los respectivos grupos para la respectiva causa de demora.

El valor medio total, OMS , fue calculado usando la fórmula:

$$OMS = \sum_{i=1}^3 MS_{ij} \frac{N_i}{N_1 + N_2 + N_3}$$

El artículo proporciona los valores detallados para significancia y efectividad. Aquí se presenta los resultados para la significancia, en los primeros lugares.

Ranking según significado

Causa de la demora	Ranking
Recursos inadecuados del contratista/carencia de capital	1
Impredecibles condiciones del lugar	2
Licitación excepcionalmente baja	3
Inexperiencia del contratista	4
Trabajos en conflicto con instalaciones existentes	5
Pobre gestión y supervisión	6
Duración irrealista de contrato impuesta por el cliente	7
Restricciones ambientales	8
Lenta coordinación y búsqueda de aprobación por parte de las autoridades	9
Variaciones del cliente/cambios en los alcances	10

Criterios en la selección del contratista

Referencia

D. Singh and Robert L. K. Tiong (University of Singapore, Singapore). *Contractor Selection Criteria: Investigation of Opinions of Singapore Construction Practitioners*. Journal of Construction Engineering and Management. Vol 132, N° 9, September 1, 2006. ASCE.

Fallas derivadas de problemas financieros, pobre desempeño, o accidentes por falta de seguridad, son tomadas como indicadores de que la selección del contratista ha sido ineficiente. El artículo reporta los resultados de un cuestionario para identificar la importancia de una adecuada selección de contratista, según la opinión de ingenieros dedicados a la construcción. Las preguntas fueron formuladas a clientes públicos, clientes privados y contratistas.

Introducción

Diferentes estudios previos consideran diversas cualidades a tomar en cuenta en la selección de un contratista, como: estabilidad financiera, desempeño pasado, experiencia, disponibilidad de personal, la carga actual de trabajo, los recursos de gestión, desempeño en salud y seguridad, entre otras.

Diseño del cuestionario

Para el estudio se seleccionaron 18 criterios, agrupados de la siguiente manera.

Grupos de criterio para la selección de contratistas

Grupo	Descripción
1. Atributos de la compañía a contratar (Grupo A)	Miden la reputación de la empresa, su aptitud post-negocio, cualidad alcanzada, y record de salud y seguridad.
2. Desempeño pasado del contratista (Grupo B)	Valora el nivel de experiencia ofrecido por el contratista.
3. Capacidad financiera del contratista (Grupo C)	Mide la salud financiera de la compañía y su capacidad para cubrir sus responsabilidades, sus obligaciones de largo plazo, y llevar adelante el proyecto.
4. Desempeño potencial del contratista (Grupo D)	Evalúa la disponibilidad de recursos y nivel de experiencia de la compañía en proyectos similares.
5. Criterio específico del proyecto (Grupo E)	Valora el nivel de capacidad técnica y de gestión de la empresa, a la luz del proyecto en consideración.

Las respuestas requeridas siguen la escala de 0 a 5, donde 0 indica que el criterio es irrelevante, 1 que tiene baja importancia, hasta 5 para muy importante.

Fueron consultados un total de 390, distribuidos así: 80 en clientes públicos, 220 en clientes privados, y 90 contratistas. En total contestaron 128 (32.82%).

Los resultados

Las respuestas fueron analizadas con el programa de estadísticas SPSS, y los resultados indican como criterios más importantes, los siguientes, en orden:

- Amplitud de experiencia en proyectos similares.
- Exclusión o demérito en proyectos pasados.
- Contratos actuales.
- Calificación y experiencia del personal de gestión.
- Tipo y escala de proyectos completados en los últimos 3 (5) años.
- Calificaciones y experiencia del jefe del proyecto.

El estudio proporciona un análisis de consistencia de los resultados, correlaciones entre respuestas de los grupos, preferencias comparativas por grupos.

Uso de visualización 4D

Referencia

Julian H. Kang, Stuarde D. Anderson, and Mark J. Clayton (Texas A&M University, Texas). *Empirical Study on the Merit of Web-Based 4D Visualization in Collaborative Construction Planning and Scheduling*. Journal of Construction Engineering and Management. Vol 133, N° 6, June 1, 2007. ASCE.

Se trata de un estudio empírico para apreciar la utilidad de una **visualización 4D de base Web**, para el planeamiento y programación compartidos de una construcción. En general, el uso de la visualización 4D ayuda a la toma de decisiones en la gestión de una construcción. Su combinación en un sistema de base Web, facilita el trabajo colaborativo de personal disperso. El estudio empírico presentado muestra cómo participantes experimentales en ubicaciones separadas, pero trabajando en modo compartido, detectan errores lógicos en la programación de una construcción. Lo hacen en forma más frecuente, más rápido, con menos errores, y fácil comunicación, que grupos trabajando en 2D y con diagramas de barras.

Introducción

Sólo personal experimentado puede detectar errores lógicos en la programación de obras preparadas con redes 2D y diagrama de barras. Para incorporar a otro tipo de personal, se ha introducido la visualización 4D (tridimensional más el tiempo), consiguiendo una mayor participación y mejor comprensión del proceso de construcción.

La gestión de proyectos basada en Web, almacena información en el espacio cibernético, y lo comparte en forma asincrónica con otros participantes de cada proyecto (con los proveedores, por ejemplo) logrando una comunicación más efectiva.

Este estudio empírico muestra cómo participantes dispersos detectan errores lógicos en programaciones de construcción simuladas, usando ya sea modelos gráficos 4D o los clásicos dibujos 2D, empleando una base Web.

Visualización 4D

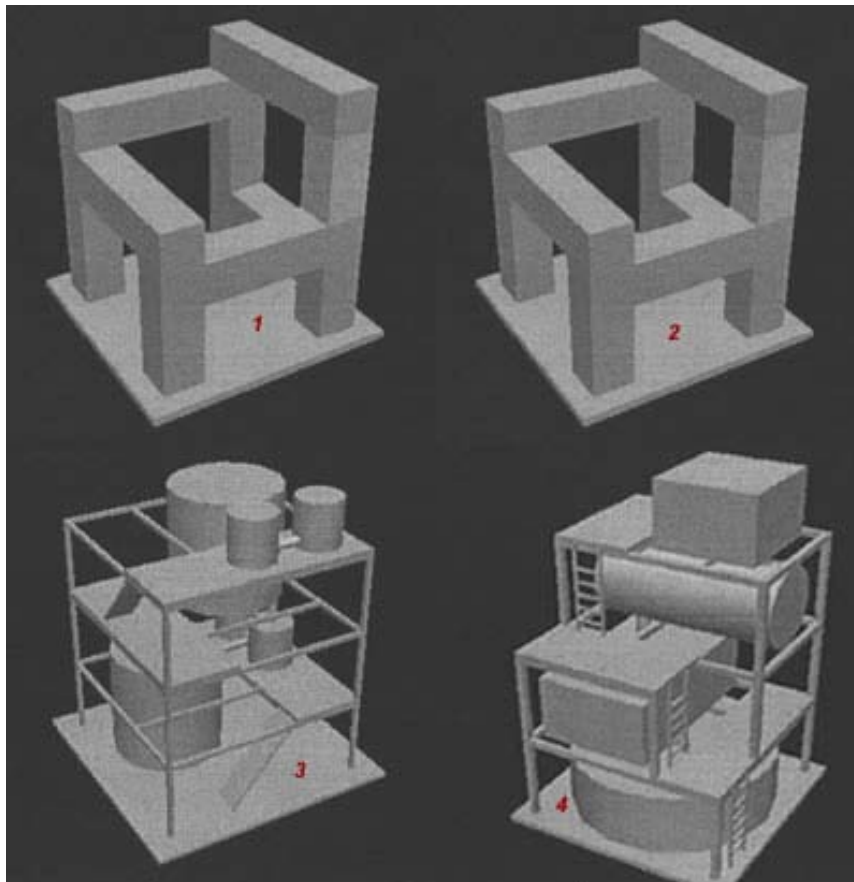
La visualización 4D surge del 3D CAD y de la asignación de tiempos al proceso de construcción, permitiendo la secuencia de ensamble. La incorporación del

Internet facilita el uso compartido de esta herramienta. La hipótesis del estudio es que el uso de la visualización 4D con base Web, facilita el trabajo colaborativo en el planeamiento y la programación, así como en la solución de posibles conflictos.

Método de la investigación

La efectividad de esta visualización es evaluada a través de la simulación de construcciones simples (denominadas tareas 1 a 4 en el artículo) desarrolladas por dos grupos de trabajo.

Grupo	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 4
	Bloque 1	Bloque 2	Planta 1	Planta2
A	2D	4D	2D	4D
B	4D	2D	4D	2D

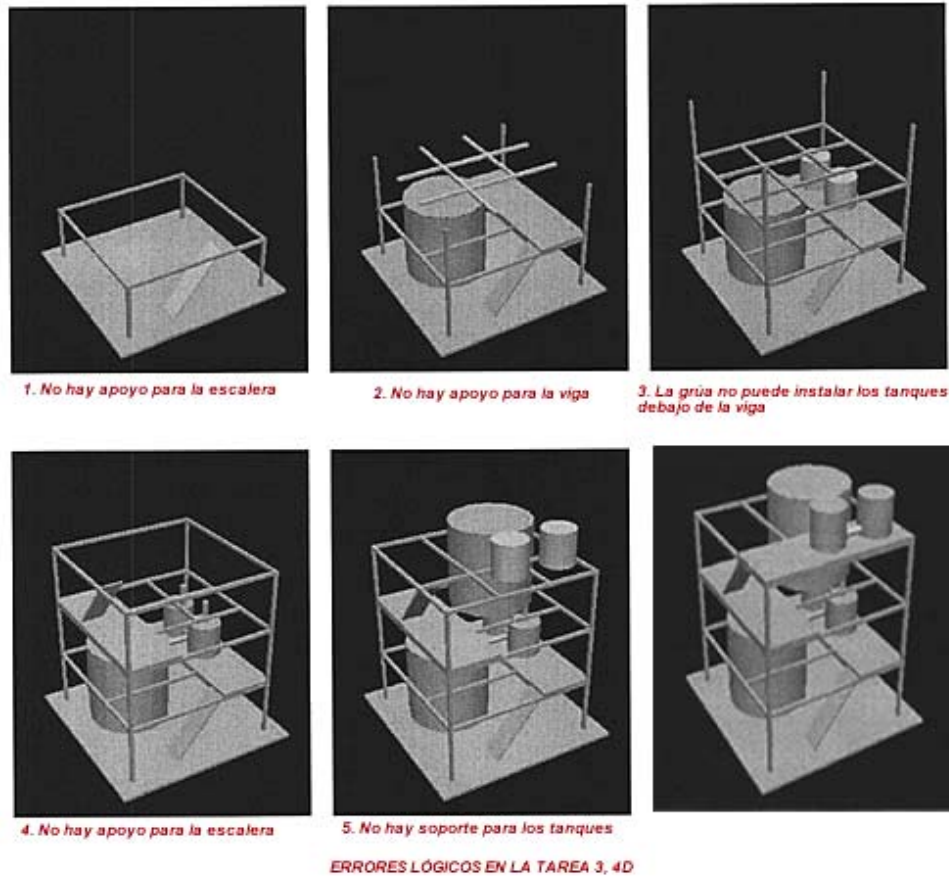


TAREAS PARA LA VISUALIZACIÓN

Los grupos fueron organizados entre 84 estudiantes de pregrado (en gestión de la construcción), divididos aleatoriamente y formando 42 equipos.

Cada tarea está acompañada por una programación. El montaje es de piezas enteras, y no se utiliza pegamento entre las partes contiguas.

La visualización, sea en 2D o en 4D, permite apreciar los errores lógicos derivados de la secuencia de programación. Se ilustra uno de los casos.



Los resultados reportados en el estudio indican claramente que los grupos 4D detectaron un mayor número de errores lógicos con una tasa mayor de exactitud, así como de velocidad, que los grupos 2D.

Percepción de la calidad

Referencia

David Arditi, and H. Murat Gunaydin (Illinois Institute of Technology, Chicago, Illinois). *Perceptions of Process Quality in Building Projects*. Journal of Management in Engineering. Vol 15, N° 2, March/April, 1999. ASCE.

Utilizando el método Delphi, se sometió un cuestionario a profesionales recién egresados y a otros con mayor experiencia, para indagar sus percepciones sobre la calidad de procesos en la industria de la construcción. Se consideraron las fases de diseño, construcción y operación a lo largo de la vida de un proyecto, y se ordenaron las respuestas según su orden de importancia. Para superar la diferencia de percepción entre ambos grupos, los autores recomiendan enfatizar la educación continua.

Metodología y resultados

El proceso Delphi fue conducido en tres vueltas con una semana entre ellas. El grupo novel consultado (con menos de 1 año de experiencia) estuvo conformado

por 4 arquitectos y 10 ingenieros civiles. Para el grupo experimentado, el cuestionario fue referido a las firmas entre las 100 de más alto reconocimiento (se superaron las 60 respuestas). Los encuestados responden con el orden de importancia según una escala asignada.

Los resultados indican preferencias (de los factores que más influyen) entre ambos grupos con algunos de los siguientes órdenes.

Orden de importancia en la fase de diseño según grupo		
Factor	Grupo noveles	Grupo con experiencia
Especificaciones del proyecto	1	2
Comunicación con el propietario	2	7
Presupuesto del diseño	3	9
Liderazgo de gestión	4	4
Construibilidad	5	8
Cooperación entre las partes	6	1
Selección de la firma de diseño	7	5
Equipo de trabajo en la firma de diseño	8	3

Orden de importancia en la fase de construcción según grupo		
Factor	Grupo noveles	Grupo con experiencia
Selección del contratista	1	5
Responsabilidad en la gestión	2	4
Cooperación entre partes	3	3
Liderazgo de gestión	4	1
Equipo en la firma constructora	5	6
Técnicas de gestión	6	10
Presupuesto de construcción	7	9
Dibujo de planos	8	11

Orden de importancia en la fase de operación según grupo

Factor	Grupo noveles	Grupo con experiencia
Presupuesto de operación	1	5
Entrenamiento de personal	2	1
Liderazgo de gestión	3	2
Responsabilidad en la gestión	4	3
Operación con límites de diseño	5	6
Manual de mantenimiento	6	4
Personalidades	7	8
Automatización de los servicios en la edificación	8	7
