

# Estudio de caso: demoras en la construcción de un proyecto en México

Solís Carcaño, R. G.<sup>1</sup>, Martínez Delgadillo, J.<sup>2</sup> y González Fajardo, J. A.<sup>3</sup>

*Fecha de recepción: 18 de julio de 2008 – 26 de febrero de 2009*

## RESUMEN

Las demoras en la ejecución de los proyectos de construcción provocan pérdidas tanto a los inversionistas como a los constructores y, además, suelen provocar disputas legales entre ellos. En muchas ocasiones las demoras son motivadas porque los administradores no invierten los recursos y el tiempo necesarios para realizar una programación que realmente represente la lógica de ejecución de los trabajos y que, posteriormente, sirva de base para efectuar un control eficaz. Se presenta un estudio de caso en el que se observó la ejecución de los procesos constructivos de un proyecto ubicado en el sureste de México; se obtuvieron los tiempos de ejecución de los procesos y se identificaron las causas principales de las demoras, las cuales dejaron de manifiesto deficiencias en áreas fundamentales que se deben administrar en un proyecto.

**Palabras clave:** construcción, administración de proyectos, programación, demoras.

## Main causes of delays in the construction industry: a case study in Mexico

### ABSTRACT

Delays in the execution of construction projects cause losses to the stakeholders as well as to the contractors. In addition, those delays may be a reason for claims between them. In many cases the delays are caused because project managers do not invest enough resources and time to create a schedule that represents the logic of execution and provides key information to carry out an effective control. A case study is presented in this paper, in which the execution of the constructive processes of a building located in Southeastern Mexico was studied; the actual time for the processes were obtained and the main causes of delays were identified, which showed deficiencies in main areas that should be properly managed in a project.

**Key words:** construction, project management, programming, delays.

---

<sup>1</sup> Profesor del Cuerpo Académico Ingeniería de la Construcción, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán. E-Mail: tulich@uady.mx

<sup>2</sup> Estudiante de posgrado de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán.

<sup>3</sup> Profesor del Cuerpo Académico Ingeniería de la Construcción, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán.

## **INTRODUCCIÓN**

Un proyecto de construcción es el resultado del trabajo conjunto de varias organizaciones. Dos de las características que lo distinguen son que es complejo y finito; de ahí que el tiempo sea uno de los principales recursos que se deben administrar, lo cual, generalmente, no resulta fácil de hacer. Tradicionalmente se ha considerado que es necesario administrar tres áreas para tener éxito en la ejecución de un proyecto de construcción: la calidad, el costo y el tiempo. La calidad es el factor principal que determina la satisfacción de los usuarios y el cumplimiento del objetivo del proyecto; el costo es el factor fundamental para que la empresa constructora y el inversionista obtengan las utilidades esperadas; mientras que el tiempo es el factor que determina la puesta en operación del proyecto y el inicio de la recuperación de la inversión.

Actualmente se reconoce que el éxito de un proyecto depende igualmente de administrar eficazmente otras seis áreas: la integración del proyecto, el alcance del proyecto, los recursos humanos, las comunicaciones, el riesgo y la procuración (Duncan, 2000).

La administración del tiempo de ejecución de los proyectos de construcción tuvo su mayor aporte hace 50 años cuando Morgan R. Walter de la Compañía E. I. Du Pont de Nemours & Co. y James E. Nelly Jr. de la Compañía Remington Rand desarrollaron el método de programación CPM (Critical Path Method). El método se basa fundamentalmente en identificar cuales son los procesos, operaciones o actividades, que determinan la duración total del proyecto, de tal manera que durante la ejecución se ponga especial atención en controlarlos. En México el método CPM se empezó a utilizar desde 1961 por dependencias de gobierno tales como la Dirección General de Construcción de Edificios, la Secretaría de Obras Públicas y la Comisión Federal de Electricidad (Rodríguez, 1962).

La utilización del método de programación CPM, o alguna de sus variantes modernas, requiere de la inversión de recursos humanos y materiales para: definir la tecnología a emplear; determinar cada uno de los procesos de producción; asignar el nivel de recursos que se utilizarán; calcular la duración de cada una de las actividades; determinar la lógica de la ejecución; dibujar la red que interrelaciona los procesos; y resolver matemáticamente la red. Todo lo anterior lleva finalmente a calcular la duración total programada para la ejecución del proyecto y la identificación de las actividades críticas.

Todos los recursos invertidos en programar la ejecución de la construcción se justifican ampliamente debido a que llevan a un análisis profundo del proyecto, lo que pondrá las bases para poder realizar un control efectivo del tiempo de ejecución. El programa, seguido de un eficaz control, hace posible detectar en forma temprana desviaciones en las duraciones de las actividades críticas, lo que permitirá analizar los hechos, tomar medidas alternativas, reprogramar las actividades faltantes y elaborar un pronóstico sobre la posible fecha de conclusión del proyecto.

Hoy en día, no obstante lo anterior, muchos administradores de proyectos aún son reacios a invertir esos recursos (Serpell y Alarcón, 2003), por lo que muchas construcciones se realizan con una deficiente planeación, y dentro de esta insuficiencia se incluye la utilización de un programa simple de barras, tal como se hacía hace más de medio siglo. La consecuencia de esto es que durante la construcción el tiempo no se administra y las duraciones de los procesos ocurren como variables aleatorias, sin que la constructora tenga realmente el control de la duración del proyecto. Estudios previos en México han puesto de manifiesto la ejecución de los proyectos con deficiente planeación, según lo reportaron González y Domínguez (1998) y González *et al.* (2006).

Dentro de este contexto es común que las construcciones se atrasen y se posponga la fecha de entrada en operación del proyecto, con las pérdidas que esto conlleva para los inversionistas. Se encuentra ampliamente reportado que la mayoría de las disputas legales entre inversionistas y constructores se deben al incumplimiento de los plazos de ejecución (Lo *et al.*, 2006; Ajibade *et al.*, 2006). Adicionalmente a las penas contractuales derivadas de lo anterior, los constructores suelen enfrentar también quebrantos económicos como resultado del incremento en sus costos de administración.

En el estudio que se reporta se observaron en campo los procesos constructivos durante la ejecución de un proyecto turístico. El objetivo fue determinar y documentar las causas que produjeron diferencias entre los tiempos programados y los tiempos reales de ejecución, con la finalidad de identificar cuáles fueron las que más afectaron el tiempo total de ejecución del proyecto.

## **METODOLOGÍA**

La investigación fue un estudio de caso en el cual se observaron fenómenos asociados a la construcción, sin intervenir para modificarlos. El proyecto bajo estudio fue un edificio de apartamentos en condominio ubicado en la zona turística de Playa del Carmen, en la Península de Yucatán, frente las costas del Mar Caribe. El edificio consta de 3 niveles y funcionalmente está dividido en 24 departamentos. El área total de construcción fue de 3 232 m<sup>2</sup>, y el presupuesto base de construcción fue de aproximadamente 4 millones de dólares americanos.

El edificio tiene su cimentación a base de zapatas corridas de concreto reforzado; los elementos de soporte vertical son muros de cortante a base de block de concreto, confinados con elementos horizontales y verticales de concreto reforzado; los entresijos tienen losas prefabricadas de concreto y la azotea es una losa semiprefabricada a base de viguetas preesforzadas y bovedillas de poliestireno; los acabados son de mortero (cemento, cal, arena); los pisos son de loseta cerámica y los lambrines de mosaico veneciano; los cancelos y ventanas están compuestos con perfiles de aluminio y cristal templado; las puertas interiores son de varios tipos de madera (caoba, pino y dura tropical) y en el exterior, las puertas son de herrería.

Para la ejecución del proyecto únicamente se elaboró un diagrama de barras de Gantt, lo que evidencia una falta de inversión de recursos, para lograr un programa detallado. El proyecto se dividió en 30 actividades que corresponden a las partidas o capítulos del presupuesto. La duración estimada para la ejecución total de la construcción, según el programa de barras, fue de 218 días.

Se observó en campo la ejecución de todas las actividades; se tomaron sistemáticamente las fechas

de inicio y de terminación de cada actividad, las cuales se compararon con sus fechas programadas. Con esta información se obtuvo la diferencia entre las duraciones programadas y de ejecución de cada actividad.

Durante el desarrollo del proyecto se observó el contexto del trabajo y se identificaron los hechos que afectaron la ejecución de los procesos, tanto desde el punto de vista técnico, como administrativo, siguiendo en lo general el Modelo de los Factores para la medición de la productividad (Thomas, 1999; Solís et al., 2001). Para la toma de datos en campo se utilizó una cédula en la cual se anotaron cada día las actividades que se ejecutaron, así como el contexto en el cual se desarrolló el trabajo.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La duración total de la ejecución del proyecto fue de 286 días, 68 días más que la programada. En la Tabla 1 se presentan las 30 actividades en las que fue dividido el proyecto; para cada una de las actividades se presenta su duración programada y su duración real; se presentan también las demoras acumuladas que se tuvieron al inicio y al final de cada actividad, así como la demora ocurrida durante la ejecución de la propia actividad.

El 76% de las actividades tuvieron demoras durante su ejecución; aquellas que tuvieron las mayores demoras fueron: *instalaciones eléctricas* (95 días), *azotea y solarium* (82 días), *instalaciones hidráulicas* (55 días), *instalaciones sanitarias* (55 días), *albañilería* (54 días), *aplanados y fachadas* (54 días), *cancelería* (40 días) y *carpintería* (40 días). Se observa que las primeras dos de estas actividades tuvieron una demora mayor que la del propio proyecto.

**Tabla 1.** Duraciones y demoras de las actividades (días).

Actividades	Duración		Demora acumulada		Demora durante la ejecución de la actividad
	Programada	Real	Al día de inicio	Al día de conclusión	
Trabajos Preliminares	18	9	0	0	0
Cimentación	24	48	0	15	15
Muros primer piso	17	30	5	18	13
Losas primer piso	18	18	9	9	0
Muros segundo piso	18	21	12	15	3
Losas segundo piso	18	18	16	16	0
Muros tercer nivel	18	32	17	31	14
Losas tercer nivel	18	29	25	36	11
Albañilería	54	108	30	84	54
Aplanados primer piso	18	24	15	21	6
Aplanados segundo piso	18	24	27	33	6
Aplanados tercer piso	18	23	40	45	5
Aplanados fachada	24	78	10	64	54
Azotea y solarium	12	94	17	99	82
Pisos y lambrines primer piso	15	17	22	24	2
Pisos y lambrines segundo piso	15	23	22	30	8
Pisos y lambrines tercer piso	15	26	28	39	11
Instalaciones eléctricas	54	149	4	99	95
Instalaciones hidráulicas	51	106	5	30	55
Instalaciones sanitarias	51	106	5	60	55
Pintura	31	46	53	68	15
Cancelería	25	65	28	68	40
Carpintería	25	65	28	68	40
Herrería	12	12	53	53	0
Obras exteriores	30	37	70	77	7
Red de gas	12	17	64	69	5
Red eléctrica	24	24	75	75	0
Red hidráulica y sanitaria	24	24	75	75	0
Jardinería	12	12	68	68	0
Limpieza general	12	34	46	68	22
<b>Proyecto</b>	<b>218</b>	<b>286</b>	<b>0</b>	<b>68</b>	<b>68</b>

Las observaciones de campo se llevaron a cabo durante poco más de 9 meses; las diferentes circunstancias que se identificaron en la ejecución de las actividades y que pudieron ocasionar demoras fueron agrupadas en 9 categorías: *Diseño* (planos inconclusos, modificaciones y complejidad del contenido del trabajo), *Mano de obra* (absentismo y escasez), *Materiales* (demora en los suministros),

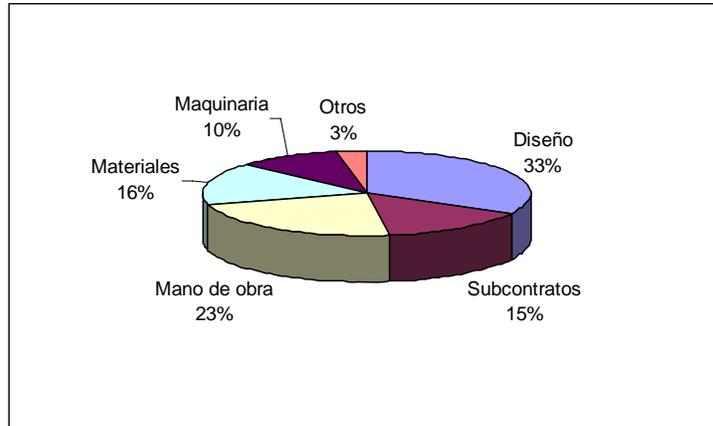
*Maquinaria* (fallas mecánicas), *Almacén* (acarreos excesivos), *Finanzas* (suspensión de crédito), *Subcontratos* (incumplimiento de los plazos acordados), *Clima* (lluvia) y *Esperas* (inactividad por no haberse concluido las actividades precedentes). La Tabla 2 presenta para las 30 actividades el desglose de los días de demora atribuidas a las 9 categorías descritas.

**Tabla 2.** Causas a las que se atribuyeron las demoras durante la ejecución (días).

Actividades	Diseño	Mano de obra	Materiales	Maquinaria	Almacén	Finanzas	Subcontratos	Clima	Esperas	Total
Trabajos Preliminares										0
Cimentación	5		3	2	3	2				15
Muros primer piso	3	5	3		2					13
Losas primer piso										0
Muros segundo piso		3								3
Losas segundo piso										0
Muros tercer nivel		3		9				2		14
Losas tercer nivel	9		2							11
Albañilería	16	8	30							54
Aplanados primer piso		6								6
Aplanados segundo piso		6								6
Aplanados tercer piso		5								5
Aplanados fachada	10	15							29	54
Azotea y solarium	42	15		25						82
Pisos y lambrines primer piso			2							2
Pisos y lambrines segundo piso			8							8
Pisos y lambrines tercer piso			11							11
Instalaciones eléctricas									95	95
Instalaciones hidráulicas									55	55
Instalaciones sanitarias									55	55
Pintura							15			15
Cancelería	17	8					15			40
Carpintería	20						20			40
Herrería										0
Obras exteriores						7				7
Red de gas							5			5
Red eléctrica										0
Red hidráulica y sanitaria										0
Jardinería										0
Limpieza general		10							12	22
<b>Suma</b>	<b>122</b>	<b>84</b>	<b>59</b>	<b>36</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>55</b>	<b>2</b>	<b>246</b>	

La figura 1 presenta, en una gráfica tipo pastel, la distribución de las causas que provocaron demoras en el proyecto; se ha eliminado la categoría de *Esperas*,

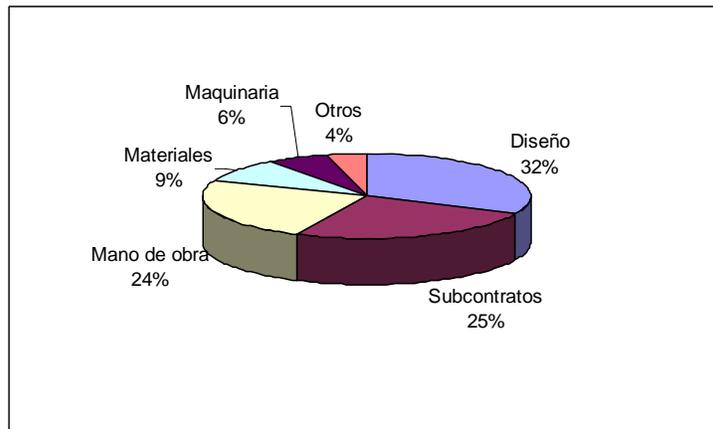
pues sus efectos reales ya se han tomado en cuenta en las actividades precedentes.



**Figura 1.** Distribución de las causas de las demoras en todas las actividades del proyecto.

Utilizando las mismas 30 actividades de la programación original, se analizaron sus relaciones lógicas y se determinó la red que pudiera haber formado parte del plan de ejecución (si se hubiera optado por utilizar esta técnica de programación). Debido a que muchas actividades se podían realizar parcialmente en forma simultánea se optó por utilizar la variante al método de CPM denominado PDM (Preceding Diagramming Method) (Moder et al.,

1983), la cual permite utilizar, además de la relación típica del CPM *fin-inicio*, relaciones de tipo *inicio-inicio* y *fin-fin*, que permiten el traslape en las interrelaciones entre actividades. La solución matemática de la red permitió identificar las actividades críticas, las cuales se han presentado con fondo sombreado en la Tabla 2. En la Figura 2 se presenta la distribución de las causas que provocaron demoras en las 15 actividades críticas del proyecto.



**Figura 2.** Distribución de las causas de demora en las actividades críticas del proyecto.

Tomando en consideración que la demora de un proyecto se puede atribuir a las demoras de sus actividades críticas, el 81% de la demora en la ejecución de la construcción se concentró en las categorías: *Diseño* (32%), *Subcontratos* (25%) y *Mano de Obra* (24%).

Fue un hecho que la construcción se inició sin tener el diseño completo (modelo físico del proyecto), lo cual motivó demoras desde la segunda actividad, *cimentación*, pues las zapatas corridas de concreto reforzado no estaban aun diseñadas. Durante la ejecución de la actividad *muros primer piso* el proyecto fue modificado para incrementar la altura interior. La actividad *losa tercer nivel* tuvo demora

pues en el momento de su ejecución no se había concluido el diseño de algunas vigas de concreto reforzado. La actividad *aplanados fachada* incluyó elementos decorativos que por su contenido de trabajo (complejidad) se realizaron en más tiempo del que fue estimado originalmente.

Problemas asociados con el *diseño* han sido reportados en diversos estudios como una de las causas principales de las demoras en los proyectos de construcción. Semple *et al.* en Canadá (1994) observaron como primera causa de atraso los incrementos en el alcance del proyecto. Ogunlana *et al.* en Tailandia (1996) reportaron como segunda causa de atraso los cambios en el diseño. Al-Momani en Jordania (2000) concluyó que las dos principales causas de atrasos fueron diseño pobre y cambios en el diseño.

Las actividades *pintura*, *cancelería* y *carpintería* fueron subcontratadas a organizaciones ajenas a la empresa ejecutora del proyecto. El subcontratista encargado de la *pintura* se demoró en la adquisición del material, por problemas financieros (suspensión de su crédito). El subcontratista encargado de la *cancelería* se demoró en el suministro de los perfiles de aluminio. La actividad *carpintería* presentó la misma problemática que la anterior en cuanto al suministro de la madera. Baldwin (1971) reportó como la tercera causa de demoras en los proyectos de Estados Unidos la administración del sistema de subcontratos.

El proyecto se ejecutó con absentismo generalizado en el primer día de cada semana, ya que los trabajadores provenían de otro estado o provincia, por lo que el día lunes lo utilizaban para viajar varios cientos de kilómetros hasta el sitio de trabajo; lo anterior representó al menos un 16% de absentismo. También, debido al gran número de construcciones

que se realizan en la zona turística en donde se ubica el proyecto, existe gran demanda de trabajadores por lo que fue común no contar con suficientes trabajadores durante todo el desarrollo de la obra; esta escasez es especialmente notoria en las épocas en que se realizan las festividades tradicionales de sus localidades de origen, a las que no pueden dejar de asistir.

Se han realizado muchos estudios sobre el absentismo en la construcción debido a que es uno de los problemas más complejos de esta rama industrial. En la misma región de la presente investigación Arcudia *et al.*, (2002) observaron un porcentaje del 13% de absentismo en proyectos habitacionales, atribuible principalmente a la problemática asociada al primer día de la semana. En el contexto internacional estudios realizados en Estados Unidos revelaron que en la mayoría de los grandes proyectos el absentismo variaba entre el 6% y el 15% (Hinze *et al.*, 1985).

### **CONCLUSIÓN**

La ejecución del proyecto tuvo un 31% de incremento en su duración, motivado principalmente por:

- Diseño incompleto (administración de la integración y del alcance del proyecto).
- Carencia de programación adecuada y por consiguiente la falta de un control efectivo (administración del tiempo).
- Absentismo y escasez de personal obrero (administración de los recursos humanos)
- Incumplimiento de los subcontratistas (administración de la procuración).

Los puntos anteriores representan deficiencias en cinco de las nueve principales áreas que se deben administrar para llevar a cabo exitosamente un proyecto.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Ajibade A., and Agboola H. (2006). "Construction delays and their causative factors in Nigeria". Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 132 (7), 667-677, (U.S.A.).

Al-Momani A. (2000). "Construction delay: a quantitative analysis". International Journal of Project Management, 18 (1), 21-59, (U.K.)

Arcudia C., Corona G. y Pino G. (2003). "Absentismo y rotación en la construcción masiva de vivienda: efecto en la productividad". Ingeniería Industrial, 14(2). 53-59 (Cuba).

Baldwin J., Matheis J., Rothbart H. and Harris R. (1971). "Causes of delay in the construction disputes". Journal of the Construction Engineering Division, ASCE, 97 (2), 177-187, (U.S.A.).

Duncan W. (2000). "A guide to the project management body of knowledge". Project Management Institute, 3-10, (U.S.A.).

González J., y Domínguez J. (1998). "Sistema Integral Automatizado de Control de Costos de Construcción para Empresas Medianas". Ingeniería de Construcción. Pontificia Universidad Católica de Chile, 13 (18), 16-32, (Chile).

González J., Alcudia C., and Zaragoza N. (2006). "Exploratory Study on Construction Project Management in Southeast Mexico". Proceedings of the Internacional Symposium on Construction in Developing Economies: New Issues and Challenges. CIB Working Commission W107 Construction in Developing Countries, 18-20, (Chile).

Hinze J., Ugwu M. and Hubbard L. (1985). "Absenteeism in construction industry". Journal of Management in Engineering, ASCE, 1 (4), 188-200, (U.S.A.).

Lo T., Fung I., and Tung K. (2006). "Construction delays in Hong Kong civil engineering projects". Journal of Management in Engineering, ASCE, 132 (6), 636-649, (U.S.A.).

Moder J., Phillips C. and Davis E. (1983). "Project management with CPM, PERT and precedence diagramming". Third edition Van Nostrand Reinhold, chapter 4, 94-100. (London).

Ogunlana S., Promkuntong K. and Jearkjirm V. (1996). "Construction delays in a fast-growing economy: Comparing Thailand with other economies". International Journal of Project Management, 14 (1), 37-45, (U.K.)

Rodríguez M. (1962). "Aplicaciones en ingeniería de métodos modernos de planeación, programación y control de procesos productivos". Editado por Melchor Rodríguez Caballero, capítulo 1, 5-8, (México).

Semple C. Hartman F. and Jergeas G. (1994). "Construction claims and disputes: Causes and cost/time overruns". Construction Engineering and Management, ASCE, 120 (4), 785-795, (U.S.A.).

Serpell A. y Alarcón L. (2003). "Planificación y Control de Proyectos". Segunda Edición, Ediciones de la Universidad Católica de Chile, capítulo 2, 31-38, (Chile).

Solís R., Arcudia C., y González J. (2001). "Modelo de los Factores para el estudio de la productividad en la construcción masiva de vivienda". Ingeniería y Construcción, Pontificia Universidad de Chile, 16(1), 50-58, (Chile).

Thomas R. and Zavrski I. (1999), "Theoretical model for internacional benchmarking of labor productivity". Final report, The Pennsylvania State University, (U.S.A.).

---

Este documento se debe citar como:

Solís Carcaño, R. G., Martínez Delgadillo, J. y González Fajardo, J. A. (2009). **Estudio de caso: demoras en la construcción de un proyecto en México**. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 13-1, pp. 41-48, ISSN: 1665-529X