



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN
EN EL COSTO FINANCIERO DE OBRAS PÚBLICAS A TRAVÉS DE
UN MODELO DE ANÁLISIS”**

TESIS

PRESENTADA POR:

I.C. ERICK JASON HEFTYE CUÉ

EN OPCIÓN AL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA

OPCIÓN CONSTRUCCIÓN

MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO

2018

Aunque este trabajo hubiera servido para el examen de grado y hubiera sido aprobado por el sínodo, solo el autor es responsable de las doctrinas emitidas en él.

AGRADECIMIENTOS

Al consejo nacional de ciencia y tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado para cubrir los gastos generados durante mis estudios.

RESUMEN

Los proyectos de construcción son complejos y riesgosos. Asegurar un flujo de efectivo positivo en todas las fases de un proyecto de construcción es primordial para el éxito del proyecto y la rentabilidad de las empresas.

El análisis financiero es un tema ampliamente conocido en la planeación de proyectos, existe una metodología generalizada y herramientas de cómputo que facilitan su análisis. Se ha detectado que existen muchos factores que impactan en flujo de efectivo de los proyectos y que no son representados de manera realista en los modelos de análisis más utilizados.

Este estudio tiene por objetivo evaluar el impacto de los factores que influyen en la programación financiera y su efecto en la estimación de los costos financieros en obras públicas de edificación, utilizando un modelo de análisis que integra la manipulación de dichos factores, apoyado por un software que facilite el manejo de la información. Este trabajo plantea un esfuerzo por integrar la tecnología BIM al análisis financiero.

Para obtener el valor de los factores se llevaron a cabo entrevistas con dependencias de gobierno que realizan obras de edificación en el estado de Yucatán y con sus respectivas empresas contratistas. Se desarrolló un modelo de análisis y luego una herramienta que facilitó la integración de la información necesaria para obtener pronósticos de flujo de efectivo realistas. Se utilizó una obra de edificación grande y compleja para probar el modelo de análisis propuesto con los valores de los factores recabados en las entrevistas.

Como resultado de este estudio se obtuvieron los principales factores que impactan en el financiamiento de obras de edificación, como el anticipo, la periodicidad de pago de estimaciones de avance, condiciones de pago con proveedores y subcontratistas etc. El modelo de análisis propuesto aporta una guía para realizar planeación detallada, en el que se integran tiempo (programa de obra), costo (base de datos de PU) y el modelo BIM (para automatizar la generación de volúmenes de obra).

ABSTRACT

Construction projects are complex and risky. Ensuring a positive cash flow in all phases of a construction project is paramount to the success of the project and the profitability of the companies.

Financial analysis is a widely known topic in project planning; there is a generalized methodology and computer tools that facilitate its analysis. There are many factors that impact the cash flow of the projects but they are not realistically represented in the most used analysis models.

The objective of this study is to evaluate the impact of the factors that influence financial planning and its effect on the estimation of financial costs in public building works, using an analysis model that integrates the manipulation of these factors, supported by software that facilitates the handling of information. This study proposes an effort to integrate BIM technology into financial analysis.

To obtain the value of the factors, interviews were carried out with government agencies that carry out building projects in the state of Yucatán and with their respective contractor companies. An analysis model was developed and then a tool that to facilitate the integration of the necessary information to obtain realistic cash flow forecasts. A large and complex building project was used to test the proposed analysis model with the values of the factors collected in the interviews.

As a result of this study, the main factors that have an impact on the financing of building works were obtained, such as the advance payment, the periodicity of payment of advance estimates, payment conditions with suppliers and subcontractors, etc. The proposed analysis model provides a guide for detailed planning. This model integrates time (schedule), cost (cost estimate database) and the BIM model (to automate quantity takeoffs).

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Objetivo General	3
1.3. Objetivos Específicos.....	3
1.4. Justificación.....	3
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Programación financiera	4
2.2. Método de flujo de efectivo	4
2.3. Importancia de la liquidez	5
2.4. Retraso en el pago o falta de pago por parte del cliente.....	6
2.5. Cómo solucionar o abordar el problema del flujo de efectivo negativo	7
2.6. Acceso al financiamiento	8
2.7. Factores que afectan el financiamiento.....	9
2.8. Modelos de pronósticos de flujo de efectivo	12
2.9 La tecnología BIM en los proyectos de edificación	14
2.9.1 Beneficios de la tecnología BIM.....	14
2.9.3 Usos de la tecnología BIM	15
CAPITULO 3: METODOLOGÍA.....	18
3.1 Etapas de la metodología	18
3.2. Definición y obtención de los factores pactados y reales que impactan los costos financieros	18
3.2.1. Unidad de análisis.....	19
3.2.2. Población	19
3.2.3. Muestra	20
3.2.4. Procedimiento:.....	21
3.3. Desarrollo del modelo de análisis propuesto, a través de diagramas de flujo y de los apoyos necesarios.....	21
3.4. Evaluar el impacto de los grupos de factores más importantes	24
3.5. Procedimiento general de la metodología	27
CAPITULO 4: RESULTADOS	28

4.1. Resultados de los cuestionarios.....	28
4.1.1. Resultados del cuestionario a dependencias de gobierno.....	28
4.1.2. Resultados del cuestionario a empresas constructoras.....	30
4.2. Desarrollo del modelo de análisis	39
4.2.1. Diseño del modelo de análisis.	39
4.2.2. Descripción del modelo de análisis.....	43
4.3. Corridas financieras para evaluar el impacto de los factores.....	52
CAPITULO 5: DISCUSIÓN.....	62
CAPITULO 6: CONCLUSIONES.....	66
REFERENCIAS.....	68
APENDICE A.....	72
APENDICE B.....	74
APENDICE C	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características y clasificación de variables para el análisis del flujo de efectivo.

Tabla 2. Factores que afectan el flujo de efectivo en proyectos de carreteras.

Tabla 3. Población de empresas contratistas para cada dependencia.

Tabla 4. Resumen de los casos de análisis.

Tabla 5. Resumen de factores pactados.

Tabla 6. Periodicidad de ingreso de estimaciones según contrato.

Tabla 7. Periodicidad de ingreso de estimaciones.

Tabla 8. Tiempo de revisión de generadora.

Tabla 9. Tiempo de revisión de estimación.

Tabla 10. Tiempo de pago de estimación.

Tabla 11. Relación de material de mayor impacto en el presupuesto.

Tabla 12. Resumen de resultados de las corridas financieras.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Fuentes de financiamiento de las empresas constructoras.
- Figura 2. Antigüedad de las empresas.
- Figura 3. Giro de las empresas.
- Figura 4. Proyectos ejecutados 2014-2015.
- Figura 5. Dependencia con la que contratan.
- Figura 6. Entrega de anticipo por dependencia.
- Figura 7. Principales razones de atraso en ingresar estimaciones.
- Figura 8. Principales usos del programa financiero según los contratistas.
- Figura 9. Simbología para el diagrama de flujo.
- Figura 10. Modelo de análisis propuesto parte A.
- Figura 11. Modelo de análisis propuesto parte B.
- Figura 12. Visualización del programa de obra en el software Profin.
- Figura 13. Visualización de las propiedades de las actividades.
- Figura 14. Asignación de elementos BIM a las actividades.
- Figura 15. Asignación de conceptos a actividades.
- Figura 16. conceptos asociados a la actividad.
- Figura 17. Integración de volúmenes de obra con los recursos.
- Figura 18. Cuantificación de recursos de la actividad.
- Figura 19. Propiedades del proveedor.
- Figura 20. Factores pactados y reales.
- Figura 21. Generación del flujo de efectivo.
- Figura 22. Modelo BIM de elementos estructurales.
- Figura 23. Modelo BIM completo del edificio de prueba.
- Figura 24. Caso 1.A. Distribución desfasada de pago de recursos.

Figura 25. Caso 1.B. Distribución uniforme de pago de recursos.

Figura 26. Caso 2.A. Distribución desfasada de pago de recursos.

Figura 27. Caso 2.B. Distribución uniforme de pago de recursos.

Figura 28. Caso 3.A. Distribución desfasada de pago de recursos.

Figura 29. Caso 3.B. Distribución uniforme de pago de recursos.

Figura 30. Caso 4. Distribución uniforme de pago de recursos, con el pago del anticipo 3 meses después de haber iniciado la obra.

Figura 31. Caso 5. Distribución uniforme de pago de recursos sin anticipo.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Durante la etapa ejecución de un proyecto de construcción es cuando se demanda una mayor cantidad de recursos económicos, por lo que es necesario contar con una adecuada programación financiera para determinar si en todo momento existen fondos suficientes para que el proyecto no se vea interrumpido, causando sobrecostos en el proyecto.

El análisis financiero no es un concepto nuevo en la planeación de los proyectos, existe ya una metodología generalizada y programas de cómputo que aprovechan las ventajas multimedia para facilitar su análisis (García *et al.* 2004).

El método más común de análisis financiero es el de flujo de efectivo; el análisis se basa en una distribución de recursos generados desde un programa de obra; posteriormente se aplica una tasa de interés y obtiene el porcentaje de financiamiento (García *et al.* 2004). El método más simple para prever el flujo de efectivo es utilizando la curva "S" (Turan *et al.* 2004).

Es un consenso común que el manejo del flujo de efectivo y la liquidez son elementos clave para la supervivencia de los contratistas (Navon, 1996), por lo que la utilización eficiente de recursos juega un papel importante en el éxito de la gerencia de proyectos (Hegazy & Kassab, 2003).

Cuando el contratista requiere de financiamiento para que la obra no sea suspendida puede recurrir a instituciones de crédito. Para que pueda tener acceso al dinero de la banca se necesitan cumplir con complicados trámites y requisitos en función de su tamaño y solvencia. El pago de interés del dinero que se obtiene es lo que se conoce como costo de financiamiento tradicional, mismos que son muy altos comparativamente con los estándares internacionales. Este panorama ha obligado a

las empresas a negociar las deudas con los proveedores que de manera forzada o negociada aceptan compartir o asumir la parte de los costos de financiamiento (García *et al.* 2004).

Las empresas constructoras que tienen poco capital para absorber los costos de financiamiento corren el riesgo de quedarse sin recursos para terminar un proyecto. El riesgo aumenta cuando los periodos de pago de estimaciones no se cumplen por alguna razón, lo cual es frecuente en las obras públicas.

Por lo anterior, sería pertinente para los contratistas conocer la variación en el costo financiero de sus proyectos; entre las condiciones de pago pactadas en el contrato y como se presentan en la realidad, para tomar las precauciones necesarias para evitar quedarse sin liquidez. Para esto se acudió a diferentes dependencias gubernamentales que realizan obras de edificación, para obtener información acerca de sus condiciones contractuales y de pago, que se llamaron factores pactados. Por otra parte, también se acudió con los contratistas que trabajan para dichas dependencias, con objeto de obtener los periodos de estimación y cobro reales a los que se ven sometidos, así como los tipos de créditos que obtienen con proveedores y la banca, a los que se les llamará factores reales. Se podrá hacer un comparativo para determinar el impacto de los atrasos.

Para poder comparar las condiciones esperadas y reales entre diferentes dependencias se desarrolló una metodología con un proyecto de edificación, que tuvo como información de entrada un presupuesto y un programa de obra, para poder modelar la programación financiera con el método de flujo de efectivo, aplicando las condiciones obtenidas de las dependencias y los contratistas. La metodología permitió reflejar las diferentes condiciones contractuales y de pago, el programa de obra real, así como los créditos con proveedores y cualquier otro factor que se pueda juzgar pertinente.

Mediante la revisión de la literatura se buscó identificar los factores que afectan al financiamiento, para diseñar una metodología e instrumentos de recolección de datos.

1.2. Objetivo General

Evaluar el impacto de los factores que influyen en la programación financiera y su efecto en la estimación de los costos financieros de obras públicas de edificación a través de un modelo integral de análisis que permita la manipulación de dichos factores.

1.3. Objetivos Específicos

- Determinar los factores que impactan en el financiamiento.
- Investigar las magnitudes de los factores pactados y reales que impactan en el financiamiento.
- Desarrollar un modelo integral de análisis para obtener la programación financiera basado en el método de flujo de efectivo, que facilite la manipulación de diferentes valores de los factores.
- Determinar la variación del costo financiero aplicando el modelo integral de análisis a un proyecto de edificación para diferentes combinaciones de los factores pactados y reales.
- Evaluar la significancia de la variación del costo financiero para las diferentes combinaciones.

1.4. Justificación

Los constructores se beneficiarán, por un lado, con un diagnóstico del estado actual donde se desenvuelven, que podrá ser tomado en cuenta como marco de referencia en la toma de decisiones y, por el otro, con un modelo que los ayudará a prever posibles riesgos de falta de liquidez y prestar especial atención a los elementos que tienen más impacto en el flujo de efectivo; con el fin de que puedan tomar precauciones ante posibles escenarios adversos.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Programación financiera

Es necesario determinar la factibilidad económica del proyecto; una gran ayuda es el pronóstico de flujo de efectivo, el cual se requiere para determinar si en todo momento se cuenta con los fondos necesarios para continuar con el proyecto (Ahuja, 1994).

Los principales objetivos de la programación financiera son:

1. Balancear los ingresos contra los egresos
2. Minimizar los costos financieros

Los anticipos y los pagos progresivos de las estimaciones de los trabajos, recibidos por el contratista, representan los ingresos; los pagos realizados a subcontratistas, proveedores y otros, constituyen los egresos (Ahuja, 1994).

Cuando los ingresos del contratista quedan cortos con respecto a sus egresos, existe un déficit que debe ser cubierto mediante el financiamiento, ya sea con una inversión del capital del contratista o con un préstamo con alguna institución financiera. En el caso de que sea necesario un préstamo, la programación financiera muestra cuánto y cuando hay que pedir los recursos financieros (Ahuja, 1994), por los cuales se tendrá que pagar un costo, al que se denomina costo financiero.

2.2. Método de flujo de efectivo

Un estimado de todos los ingresos y gastos en sus respectivas fechas esperadas, con base en transferencias de fondos y facturación realista, se usa para pronosticar el flujo de efectivo (Ahuja, 1994).

El análisis en el método de flujo de efectivo se basa en una distribución de recursos generados desde sus programas de obra; posteriormente se aplica una tasa de interés y se obtiene el porcentaje de financiamiento (García *et al.* 2004).

En muchos contratos el cliente requiere que el contratista le provea un estimado del avance y el costo a lo largo de la vida del proyecto mediante la curva S, que no es más que una representación gráfica de los gastos acumulados a través del tiempo (Halpin y Woodhead 1998).

2.3. Importancia de la liquidez

El dinero es el recurso más importante de las compañías constructoras, debido a que muchas compañías quiebran debido a la falta de liquidez para soportar sus actividades diarias (Singh y Lakanathan 1992; Navon 1996; Park *et al.* 2005; Jiang *et al.* 2011)

Muchos proyectos de construcción tienen un flujo de efectivo neto negativo hasta el final de la construcción cuando reciben su pago final. Es una situación típica que el último pago sea el monto retenido, y este porcentaje de retención sea mayor que el porcentaje de utilidad (Ahuja, 1994; Park *et al.* 2005).

Un inadecuado pronóstico de flujo de efectivo puede llevar a una situación de crisis financiera a una compañía (Park *et al.* 2005).

El inadecuado manejo del flujo de efectivo es probable que sea una de las principales razones por las cuales la insolvencia es más probable de ocurrir en la industria de la construcción que en cualquier otra (Kaka y Price 1993; Jiang *et al.* 2011).

Los impactos de un flujo de efectivo negativo pueden resumirse en términos de fracaso, retrasos y problemas de programación (Al-Joburi *et al.* 2012).

La longitud del periodo de tiempo con un flujo de efectivo negativo conlleva a la incapacidad del contratista para completar el proyecto, mientras más largo sea este periodo es más probable que el proyecto sea detenido. (Al-Joburi *et al.* 2012).

Los riesgos financieros vienen de diferentes fuentes: abarcando la necesidad de capital intensivo, retenciones por parte del cliente, la exposición de tasas cambiantes

de interés durante el periodo de la firma del contrato hasta el último pago (Jiang et al. 2011).

El problema del flujo de efectivo negativo o falta de liquidez, lleva a la necesidad de obtener financiamiento, para que la empresa constructora pueda seguir con sus operaciones y no se vea interrumpido el proyecto.

2.4. Retraso en el pago o falta de pago por parte del cliente

El pago tardío está íntimamente relacionado con el flujo de efectivo y es un asunto de gran preocupación en la industria de la construcción, tal vez más que en otras industrias. Puede afectar al flujo de efectivo de una compañía hasta dejarla insolvente; por lo que los periodos de pago son de gran importancia (Yang y Chang 2013; Albdul-Rahman *et al.* 2014).

Es un consenso general tanto de contratistas como de las dependencias públicas contratantes, que los pagos mensuales no se hacen a tiempo por parte de las dependencias de gobierno, aunque el tiempo de pago esté explícito el contrato. Esto representa un gran riesgo para el contratista, lo que causa que los proyectos sean más costosos (Albdul-Rahman *et al.* 2014).

Es una práctica común que algunos clientes transfirieran algunos riesgos hacia otras partes debajo de la cadena, por medio de retrasar los pagos y reducir su costo financiero. En este caso la carga financiera es transferida a los contratistas, que puede que no tengan el suficiente capital o disponibilidad de crédito para cubrir esos retrasos (Chung 2013; Albdul-Rahman *et al.* 2014).

Los contratistas se verán en la necesidad de retrasar sus pagos a subcontratistas y proveedores y más abajo, en su cadena de suministros (Pettigrew 2003; Albdul-Rahman *et al.* 2014).

Las condiciones contractuales y las cláusulas de penalización son comúnmente usadas para trasladar el riesgo hacia abajo en la cadena de producción. La

organización menos solvente tendrá que decidir si aceptar el riesgo o no obtener el trabajo (Zhou et al. 2013; Albdul-Rahman *et al.* 2014).

Albdul-Rahman *et al.* (2014) identificó las principales causas subyacentes en el retraso en los pagos a los contratistas en Malasia; deficiencias en el manejo de flujo de efectivo por parte del cliente, el ineficiente uso de recursos y la escasez de capital para financiar los proyectos contribuyeron significativamente en el retraso en los pagos. Como posibles soluciones propone investigar la capacidad de pago del cliente y negociar los términos de pago.

Sin lugar a duda, el atraso en los pagos por parte del cliente tiene un impacto significativo en el flujo de efectivo negativo o falta de liquidez, que influye directamente en el costo de financiamiento.

2.5. Cómo solucionar o abordar el problema del flujo de efectivo negativo

El pago de anticipo es un buen mecanismo para reducir el flujo de efectivo negativo, y cuando es usado efectivamente puede evitar el fracaso de la compañía (Al-Joburi *et al.* 2012).

La cooperación entre el dueño o cliente y el contratista ayuda a salvar los proyectos y minimizar el daño para los subcontratistas, trabajadores y ellos mismos (Al-Joburi *et al.* 2012).

En un panorama general, el flujo de efectivo negativo se resuelve, independientemente de los factores que lo causan, con la obtención de financiamiento, ya sea con la banca comercial o con capital de la empresa, por el cual se deberá pagar un costo financiero. Estos costos están basados en las tasas de interés, y cuyo costo, si no se considera de forma adecuada, puede disminuir considerablemente la utilidad esperada y aún sobrepasarla.

2.6. Acceso al financiamiento

Con el objeto de saber cuánto crédito se debe de tener disponible en el banco, el contratista necesita conocer el monto máximo que necesitará financiar durante la vida del proyecto (Halpin y Woodhead, 1998).

Un adecuado manejo de un sistema de flujo de efectivo es necesario para convencer a instituciones de crédito de proveer financiamiento (Navon, 1996).

En general, todas las instituciones de crédito ofrecen dinero con tasas de interés referenciadas a las que emite el Banco de México, cuyo principal indicador es la llamada Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE), que es la que generalmente utilizan como referencia las empresas constructoras en sus análisis de financiamiento. Las tasas de interés de la banca nacional son comparativamente altos con respecto a los estándares internacionales (García et al. 2004).

Derivado de los altos intereses y complicados trámites de los créditos bancarios, las empresas han ido convirtiendo a los proveedores como su principal fuente de financiamiento (Castillo, 2000; García *et al.* 2004), dejando a la Banca comercial como la segunda opción para la obtención de créditos como se muestra en la Figura 1.

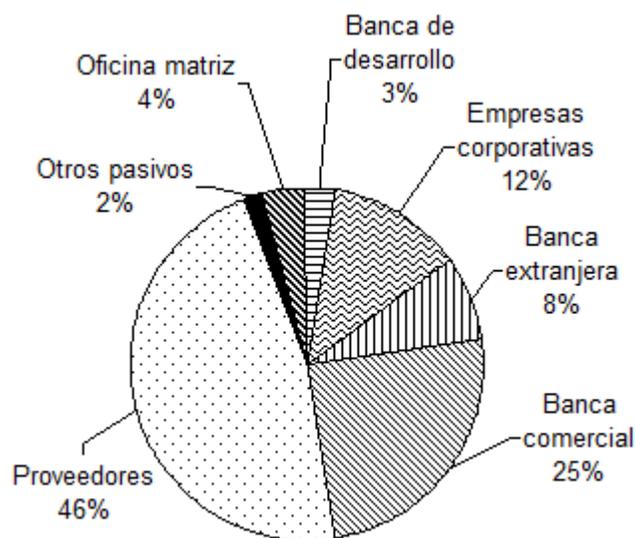


Figura 1. Fuentes de financiamiento de las empresas constructoras (Castillo, 2000)

2.7. Factores que afectan el financiamiento

Diversos estudios han identificado los factores que afectan a los pronósticos de flujo de efectivo. Chen *et al.* (2005) considera que existen tres factores que lo afectan: el tiempo para recibir el pago del cliente, la frecuencia de pago a subcontratistas y la componente del pago para materiales y mano de obra.

Park *et al.* (2005) consideran que los factores que afectan el flujo de efectivo son: la duración del proyecto, las condiciones de retención, el tiempo para recibir el pago del cliente, los créditos convenidos con vendedores y proveedores, rentas de equipos y el tiempo de pago a subcontratistas.

Kaka y Lewis (2003) estudiaron 20 variables que afectan el flujo de efectivo. Se dividieron en variables características y variables de clasificación. Se presentan en la Tabla 1.

Al-Issa y Zayed (2007) identificaron 43 factores que afectan el flujo de efectivo en proyectos de construcción de carreteras. Estos factores están divididos en siete grupos: Administración financiera, Subcontratistas, Proveedores, Pre-construcción,

Durante la construcción, Habilidades de comunicación y Otros factores, y están indicados en la Tabla 2.

Liu y Zayed (2009) cuantificaron el impacto de estos 43 factores en el pronóstico de flujo de efectivo y concluyeron que la “administración financiera” era el grupo más importante y se le debe prestar especial atención a los siguientes factores: medición en los avances reales, tiempo de pago, posición financiera, retraso del proyecto, planeación y gestión inadecuada, incapacidad de manejar órdenes de cambio, y número de reclamaciones. Estos factores contribuyen en alto porcentaje en el riesgo financiero comparado con los demás factores.

Tabla 1. Características y clasificación de variables para el análisis del flujo de efectivo (Kaka y Lewis, 2003)

Variables Características	Variables de Clasificación
1.- Utilidad	1.- Ubicación
2.- Retención	2.- Cliente
3.- Periodo de mantenimiento	3.- Sector de la construcción
4.- Fecha de terminación	4.- Método de procuración
5.- Retraso en el pago del cliente	5.- Método de licitación
6.- Retraso en el pago a subcontratos	6.- Tipo de contrato
7.- Riesgo	7.- Tamaño de la obra
8.- Porcentaje de subcontratos	8.- Tipo de obra
9.- Durante la medición	9.- Consultores involucrados
10.- Anticipo	
11.- Compra de materiales	

Tabla 2. Factores que afectan el flujo de efectivo en proyectos de carreteras (Al-Issa y Zayed , 2007)

Categoría	Factores	
Administración financiera	F1- Cambio en el tiempo de pagos (I) F2- Cambio en las condiciones de los pagos (I) F3- Anticipo (I) F4- Alto porcentaje de retención (I) F5- Retraso en la liberación de la retención (I) F6- Posición financiera (O)	F7- Pago de préstamos (O) F8- Pago de materiales (antes/después de entrega) (O) F9- Medición del trabajo adicional (I&O) F10- Medición del trabajo no realizado (I&O) F11- Cambios de empleados y obreros (O) F12- Intereses bancarios (O)
Subcontratista	Sub1- Decisiones para subcontratar (O) Sub2- Mediciones de trabajo de más y de menos (O)	Sub3- Errores del subcontratista (I&O) Sub4- Renta vs compra de equipo (O)
Proveedores	Sup1- Retraso en realizar los pagos (O) Sup2- Problemas de procuración (O)	Sup3- Retraso en la entrega (I&O) Sup4- Cambios de precio (O)
Pre-construcción	P1- Diseño incompleto (O) P2- Conceptos inexactos (I&O) P3- Estrategias de estimación (O)	P4- Pronóstico de flujo de efectivo (O) P5- Competidores (I)
Durante la construcción	D1- Errores al ejecutar el trabajo (I&O) D2- Falta de seguridad adecuada (O) D3- Sustitución de trabajo defectuoso (I&O) D4- Incremento/ decremento de la duración de proyectos grandes (I&O)	D5- Incremento/ decremento de la duración de proyectos pequeños (I&O) D6- Retraso del proyecto (I&O) D7- Falta de materiales y equipo (O) D8- Falta de mano de obra calificada (O) D9- Planeación y gestión inadecuada (I&O)
Habilidades de comunicación	C1- Disputas entre el contratista y el dueño (I&O) C2- Pobre comunicación en el equipo del contratista (I&O)	C3- Relaciones con el dueño (I&O) C4- Relaciones con el equipo de consultores (O)
Otros	O1- Condiciones climáticas (I&O) O2- Órdenes de cambio positivas (adición de trabajo) (I&O)	O3- Órdenes de cambio negativas (I&O) O4- Incapacidad de manejar órdenes de cambio (I&O) O5- Reclamos numerosos (I&O)

Nota: (I) Afecta los ingresos; (O) Afecta los egresos; (I&O) Afecta ingresos y egresos

2.8. Modelos de pronósticos de flujo de efectivo

Se han hecho diversos modelos a los pronósticos de flujo de efectivo, para dar respuesta a las interrogantes de ¿cuánto y cuándo se necesita financiamiento? y ¿cuál es el costo financiero? A continuación, se presentan algunos modelos.

Los modelos de pronósticos de flujo de efectivo más populares se pueden dividir en dos: modelos matemáticos y modelos de integración de costo y tiempo (Navon, 1996).

Los modelos matemáticos son usados cuando no existe información detallada del proyecto, se limita utilizar la duración total de proyecto, el costo total y datos generales, por lo que estos modelos son inexactos. Los modelos matemáticos más populares son los polinomios de tercer, cuarto y quinto grado (Navon, 1996).

Los modelos de integración de costo y tiempo utilizan información más detallada, que incluye costo y cantidad de los recursos, elementos constructivos, actividades, costo de subcontratistas, sobrecostos, un programa detallado y una lista de todos los recursos asociados con cada actividad. El mayor problema de este modelo es que la asociación de los recursos con las actividades consume mucho tiempo (Navon, 1996).

Kenley y Wilson (1989) proponen un modelo de flujo de efectivo neto basado en una transformación logarítmica, que es útil para análisis de proyectos después de haberlos ejecutado.

Boussabaine y Elhag (1999) aplican técnicas difusas para analizar el flujo de efectivo; este enfoque toma en consideración la vaguedad y ambigüedad inherente en la estimación del flujo de efectivo del proyecto. Incluye variables lingüísticas que proveen significado al modelar la tolerancia humana para la imprecisión.

La incertidumbre en algún periodo de pago es modelada en intervalos: bajo, medio y alto flujo de efectivo; estos intervalos deben basarse en el juicio y experiencia del gerente o en datos históricos de otros proyectos. Este modelo tiene la capacidad de evaluar diferentes escenarios optimistas y pesimistas (Boussabaine y Elhag, 1999).

Park *et al.* (2005) proponen un modelo que considera diferentes lapsos de tiempo acordadas en las condiciones contractuales de pago y los créditos de los proveedores de tiempo de pago de recursos y es aplicable en la etapa de ejecución.

Jiang *et al.* (2011) proveen un modelo para poder usarse en las etapas de licitación y construcción. Considera típicos instrumentos bancarios, restricciones del mercado financiero, restricciones del presupuesto y retenciones, pero no incluye factores como retrasos en los pagos del cliente y penalizaciones en pagos atrasados.

A pesar del relativo éxito de varios modelos y aplicaciones, las empresas constructoras continúan enfrentado dificultades implementado los procedimientos de administración del flujo de efectivo (Navon, 1996).

Los modelos anteriormente mencionados, que usan técnicas difusas y simulación, presentan la desventaja de que el usuario tendría que aprender a programar alguno estos sistemas, capturar los recursos, aplicar las condiciones para que puedan ser movidos en el tiempo, diseñar una rutina para el flujo de efectivo y realizar al análisis de financiamiento, lo que resulta muy complicado para un usuario común.

En el ámbito local este problema se acentúa, porque la mayoría de las empresas constructoras (PYMES) abordan a la planeación de proyectos de manera superficial. Se basan principalmente en experiencias pasadas, escasamente documentada y el análisis riguroso de información se hace de manera ocasional (González *et al.* 2008).

González *et al.* (2008) desarrollaron un modelo “sistema integral para la planeación y control de proyectos de construcción” que fue diseñado para responder a las necesidades del escenario común que enfrentan las empresas constructoras. También desarrollaron dos herramientas de cómputo, denominados Titan Wfi y Control Wfi, para facilitar las tareas del modelo. El primero se encarga de la fase de planeación detallada y el segundo de la administración de los recursos y el control de costos y tiempo.

García *et al.* (2004) desarrollaron una herramienta computacional que realiza el análisis de financiamiento en las obras de construcción, incluyendo las condiciones de pago a proveedores y obligaciones tributarias. El sistema automáticamente modifica el

programa original de insumos, pero sin afectar los tiempos de ejecución, es decir, se desfasan los egresos al considerar condiciones de pago, genera un nuevo programa de egresos con el que afecta el flujo de efectivo y lo refleja en el análisis financiero.

2.9 La tecnología BIM en los proyectos de edificación

BIM es el acrónimo de “Building Information Modeling”, que en español podría traducirse como “Modelado de Información para la edificación”. Kymmell (2008) lo define como una simulación de un proyecto integrado por los modelos 3D de los componentes del proyecto, con enlaces a toda la información necesaria relacionada con la planificación del proyecto, diseño, construcción, funcionamiento, y disposición final. Building Information Modeling (BIM) es una de las tecnologías de la información cuyo uso está en auge por la manera como ha facilitado los procesos de gestión de los proyectos de construcción. (Eastman et al. 2011).

BIM es una herramienta con un potencial enorme para todo el ciclo de vida de los proyectos de edificación, como reportan Isikdag et al. (2008). Dicha tecnología se ha desarrollado con el fin de abordar los problemas relacionados con la interoperabilidad y la integración de la información, proporcionando una gestión eficaz, el compartir e intercambiar información de la construcción a través de todo su ciclo de vida.

2.9.1 Beneficios de la tecnología BIM

La arquitectura, ingeniería y construcción (AEC por sus siglas en inglés) de la industria tiene muchas técnicas que han intentado disminuir el costo del proyecto, aumentar la productividad y la calidad, y reducir el tiempo de entrega del proyecto. BIM ofrece el potencial para lograr estos objetivos (Azhar et al. 2008). Reportó, después de reunir datos de 32 grandes proyectos, los siguientes beneficios de BIM:

- Hasta 40% de eliminación de cambios no presupuestados.
- Precisión de la estimación de costos menos de 3% en comparación con las estimaciones tradicionales.

- Hasta 80% de reducción en el tiempo necesario para generar una estimación de costos.
- Un ahorro de hasta el 10% del valor del contrato a través de detecciones de interferencias entre elementos del proyecto.
- Reducción de hasta el 7% en el tiempo del proyecto.
- Los procesos son más rápidos y más eficaces, ya que la información se comparte con más facilidad y puede dar valor agregado y ser reutilizada.
- Mejor diseño ya que las propuestas de construcción pueden ser rigurosamente analizadas, las simulaciones son realizadas rápidamente, y el rendimiento como punto de referencia, lo que permite mejores e innovadoras soluciones.
- Los costos del ciclo de vida del proyecto y datos ambientales: Desempeño ambiental más predecible, y los costos del ciclo de vida se entienden mejor.
- Mejor calidad de la producción: la producción de documentación es flexible y explota a la automatización.
- Montaje automatizado mediante el uso de datos digitales que pueden ser explotados en los procesos posteriores, como la fabricación y montaje de sistemas estructurales, por ejemplo.
- Mejor servicio al cliente: Las propuestas se comprenden mejor mediante la visualización precisa.
- Los datos del ciclo de vida: Requisitos, diseño, construcción, y la información operativa se pueden utilizar en la gestión de las instalaciones.

2.9.3 Usos de la tecnología BIM

La Guía para la Planeación de la Ejecución de Proyectos, elaborada por *The Computer Integrated Construction Research Program* de *Pennsylvania State University* (2011), sugiere veintiún potenciales usos que se le puede dar a esta tecnología, los cuales son:

1. Programación de mantenimiento preventivo
2. Sistemas de análisis del edificio
3. Gestión de activos

4. Gestión y seguimiento espacial
5. Planificación de desastres
6. El modelo de registro
7. Planificación de la utilización del sitio
8. Sistema de diseño y construcción
9. La fabricación digital
10. Planificación y control de 3D
11. Coordinación 3D
12. Diseño de autoría
13. Análisis de ingeniería
 - a. Análisis de energía
 - b. Análisis estructural
14. Evaluación de sostenibilidad
15. Código de validación
16. Programación
17. Análisis del sitio
18. Revisiones del diseño
19. Fase de planificación (modelo 4D)
20. Estimación de costos
21. Modelo de condiciones existentes

Los usos que reporta esta Guía que podrían ser los de mayor relevancia para esta investigación son:

1. Coordinación 3D: Un proceso en el que software de detección de interferencias se utiliza durante el proceso de coordinación para determinar los conflictos de campo mediante la comparación de los modelos 3D de los sistemas de construcción. El objetivo de la detección de conflictos es eliminar los principales conflictos en el sistema antes de la instalación.
2. Fase de planificación (modelo 4D): Un proceso en el que se utiliza un modelo 4D (modelos 3D con la dimensión añadida de tiempo) para planificar eficazmente la ocupación gradual en una renovación, modernización, o para mostrar los requisitos de la secuencia de construcción y de espacio en una obra de construcción. El

modelado 4D es una poderosa herramienta de visualización y comunicación que puede dar a un equipo de proyecto, incluyendo el propietario, una mejor comprensión de los hitos del proyecto y los planes de construcción.

3. Estimación de costos: Un proceso en el que BIM puede ser utilizado para ayudar en la generación de la cantidad exacta de despegues y estimaciones de costos a lo largo del ciclo de vida de un proyecto. Este proceso permite que el equipo del proyecto pueda ver los efectos de los cambios de costos, durante todas las fases del proyecto, que pueden ayudar a frenar los sobrecostos de un presupuesto excesivo debido a modificaciones del proyecto. En concreto, BIM puede proporcionar efectos de costos de las adiciones y modificaciones, con potencial para ahorrar tiempo y dinero y es más beneficioso en las primeras etapas del diseño de un proyecto.

Se decidió utilizar la tecnología BIM para que sirva de apoyo en generar, asignar y distribuir, con bastante precisión, los elementos constructivos a las actividades de construcción, que se volverán luego recursos de los elementos distribuidos en las actividades. Todo esto apoyará en el cálculo tanto de los ingresos como de los egresos, que es necesario para estimar el flujo de efectivo.

CAPITULO 3: METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos de esta investigación, la metodología se desarrolló con dos enfoques principales:

- Para la recolección de datos de campo tuvo un diseño de tipo no experimental, transeccional de tipo descriptivo. Es de tipo experimental porque en esa etapa no se manipulan variables, es transeccional porque se tomarán datos solo una vez y será de tipo descriptivo porque solo se quiere obtener el valor de algunos factores.
- Para la validación de la metodología será de tipo experimental, porque se van a manipular variables independientes (factores que impactan el financiamiento) y ver su efecto en la variable dependiente (costo financiero).

3.1 Etapas de la metodología

A su vez, la metodología se dividió en cuatro apartados:

- 1) Definición y obtención de los factores pactados y reales que impactan los costos financieros
- 2) Desarrollo de un modelo de análisis con base en el flujo de efectivo a partir de un presupuesto y un programa de obra
- 3) Evaluación del impacto de los grupos de factores más importantes
- 4) Análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones

3.2. Definición y obtención de los factores pactados y reales que impactan los costos financieros

Para la obtención de los factores pactados y reales se utilizó como instrumento una entrevista. La razón principal es que permite interactuar de manera directa con el entrevistado y facilita la aclaración de dudas que puedan surgir durante la entrevista; adicionalmente, se pueden observar las reacciones del entrevistado al responder a

las preguntas, lo que puede dar una idea de la veracidad de sus palabras. Asimismo, hay un mayor control sobre el entrevistado, lo que ayuda, en muchos casos, a obtener información detallada

3.2.1. Unidad de análisis

A continuación, se describe la condicionante que tiene que cumplir la población a la que se entrevistará, para obtener los factores pactados y reales.

Para los factores pactados: dependencias de gobierno que realicen obras de edificación en Mérida, Yucatán.

Para los factores reales: empresas constructoras que contraten con dependencias de gobierno que realicen obras de edificación en Mérida, Yucatán.

3.2.2. Población

Para los factores pactados se optó por invitar a las siguientes dependencias con sus abreviaciones utilizadas durante el desarrollo de este estudio:

- Secretaría de Obras Públicas del Gobierno del Estado de Yucatán (SOP)
- Instituto para el Desarrollo y Certificación de la Infraestructura Física Educativa de Yucatán (IDFEY)
- Coordinación de Proyectos y Construcciones de la Universidad Autónoma de Yucatán (CPCUADY)
- Dirección de Obras Públicas del Ayuntamiento de Mérida (DOPAM)

Las dependencias seleccionadas cumplen con la característica de haber realizado obra de edificación en el 2014, y se consideró que son un número apropiado para los recursos de tiempo y dinero para realizar la investigación.

Para los factores reales; la población a analizar fue determinada por el padrón de empresas constructoras que obtuvieron contratos en el año 2014 con las dependencias antes mencionadas, con montos mayores a un millón de pesos.

Se agregó que cumplieran con la característica de haber realizado obras de edificación en 2014 con montos mayores a un millón de pesos, porque la práctica común de los contratistas al realizar obras pequeñas es la de ejecutar toda la obra y posteriormente elaborar la documentación para cobro. Algunas de las razones detrás de esto, son que la obra se termina antes del primer periodo de estimación o que la empresa no cuenta con el suficiente personal para la supervisión y la elaboración de estimaciones. En una situación así, tiene poca pertinencia realizar el análisis financiero que describirá este estudio. Las empresas contratistas que cumplieron con las características antes mencionadas se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3. Población de empresas contratistas para cada dependencia

Dependencia	Empresas Contratistas
IDEFEY	22
DOPAM	24
CPCUADY	6
SOP	396*

Para el caso de la SOP solo fue proporcionado un padrón de contratistas general, donde no se especificaba si realizaron obra en el año 2014 y el monto de obra que les fue asignado. Para obtener la información de esta dependencia se les preguntará a los contratistas que se encuentren en la población de las otras dependencias, pero que también le hayan trabajado a la Secretaría de Obras Públicas del Gobierno del Estado de Yucatán.

3.2.3. Muestra

El tamaño de la muestra se calculará tomando en cuenta el tamaño de la población de las dependencias a estudiar. Se tomará como población la suma de las 3 dependencias de las cuales se cuenta con datos:

► N=47

Se considera un grado de certeza en los resultados de 90%.

Utilizando la ecuación 1 de tamaño de muestra para poblaciones finitas (Bandii et. al 2008), obtenemos el tamaño de la muestra que debemos analizar. Donde “n” representa el tamaño de la muestra (número de empresas a entrevistar).

Ecuación 1:

$$n = \frac{Nz^2 pq}{d^2 (N - 1) + z^2 pq}$$

n= 28

3.2.4. Procedimiento:

A continuación, se enlista las actividades a realizar para la elaboración del cuestionario para entrevistar a las dependencias y empresas contratistas.

- Definición de los factores que más impactan en los costos financieros en base en la revisión bibliográfica.
- Elaboración de cuestionario.
- Obtención de los factores pactados mediante una entrevista y un modelo de contrato de las dependencias de gobierno.
- Obtención los factores reales se mediante una entrevista a los constructores.

3.3. Desarrollo del modelo de análisis propuesto, a través de diagramas de flujo y de los apoyos necesarios.

Se tomó como base el método de flujo de efectivo y las ideas de González et al. (2008), García et al. (2004) y Alcudia (2002). Se desarrolló un método y luego una herramienta para facilitar el manejo de información.

La metodología propuesta debe tener como entrada un presupuesto, un programa de obra y los factores teóricos y reales.

Partiendo de un programa general de obra y un presupuesto se deben asignar los recursos a las actividades, dándole mayor atención a los que consumen las actividades que la propia empresa va a desarrollar; los recursos que manejarán los subcontratistas, primeramente, se retiran del presupuesto, y después se integran a la red de manera global (concepto completo subcontratado), pues el detalle de su administración corresponde a la empresa subcontratista. Se debe revisar que los montos asignados coincidan con los recursos del presupuesto.

No es posible realizar estas operaciones sin el apoyo de herramientas computacionales (software especializado), debido a la gran cantidad de información proveniente de los presupuestos. Estas herramientas deben facilitar la extracción de datos de los presupuestos, que generalmente son elaborados a través de otras herramientas especializadas; es importante asegurar una buena interacción y compatibilidad de información entre softwares diferentes.

Para facilitar la realización de los análisis que se propusieron, en este estudio se contó con un software desarrollado por profesores integrantes del Cuerpo Académico de ingeniería de la Construcción en la Facultad de Ingeniería de la UADY. Esta herramienta, denominada como "Profin", es capaz de: a) facilitar la elaboración de un programa de obra mediante una red de actividades (método CPM o PDM); b) extraer automáticamente la información de los recursos de los presupuestos de obra elaborados en softwares comerciales de diferentes desarrolladores; c) facilitar la asignación de los recursos de los presupuestos a las actividades del programa de obra.

A continuación, lo que procede es elaborar el cálculo del flujo de efectivo de la ejecución de la obra, que integre por un lado el programa de egresos, con programas de pagos (nómina, materiales, maquinaria y subcontratos), información de créditos otorgados por proveedores, y un programa de gastos de indirectos; y por el otro lado, un programa de ingresos, que tiene como base las condiciones contractuales como: anticipos, periodos de revisión y pago de estimaciones.

Para obtener el flujo de efectivo de una obra, es necesario contar con un presupuesto elaborado en algún programa de precios unitarios como se mencionó, un programa de obra, generadoras de volúmenes de obra y condiciones contractuales de la dependencia contratante. Estos elementos proveerán la información indispensable para realizar las tareas y análisis que plantea el procedimiento del modelo de análisis propuesto. Una vez hecho esto, el cálculo del financiamiento de la obra es sencillo; sólo se requiere contar con la tasa activa que cobran las instituciones financieras. Esta tasa se aplica en los meses (o periodos) en donde el flujo de efectivo resultó negativo, es decir, cuando el acumulado de egresos es mayor al acumulado de ingresos.

Para probar el modelo de análisis con una obra de edificación, se eligió un proyecto completo que proporcionó toda la información necesaria para llevar a cabo el ejercicio. Se obtuvo, gracias al Departamento de Construcción de la UADY, el proyecto ejecutivo (planos arquitectónicos y de ingenierías) y la base de datos del presupuesto a precios unitarios del edificio principal de la nueva Facultad de Contaduría y Administración de la UADY, que consta de 4 niveles y más de 2,500 m² de construcción. Se pudo contar, entre otros, con planos estructurales, de albañilería, de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, de cancelerías, por los que fue un edificio idóneo para realizar el ejercicio de prueba.

Se decidió utilizar en el análisis, volúmenes generados a partir de un modelo BIM, que le daría mayor exactitud a los volúmenes de obra, que se tienen que asignar a cada actividad del programa de obra. El procedimiento también permite utilizar métodos convencionales para generar volúmenes de obra, ya sea con una hoja de cálculo, o incluso a mano, y capturar el volumen obtenido.

Una de las razones principales para integrar el modelo BIM como elemento de información de entrada al análisis, es la facilidad del manejo de la información que se representa en un modelo virtual, y la posibilidad de partir en pequeños elementos un proyecto grande como el que se utilizó. De no contar con un modelo virtual BIM, se tendría que invertir mucho más tiempo para lograr el nivel detalle y precisión en la asignación de datos que se busca mediante este estudio.

Se consideró conveniente, de ser posible, complementar el desarrollo del software Profin mencionado para que facilitara: a) la integración de la información de los volúmenes de obra generados con apoyo de un modelo BIM; b) la asignación de estos volúmenes y sus correspondientes recursos a las actividades de construcción; c) la modelación de las condiciones contractuales de la dependencia contratante; d) la modelación de algunas condiciones de pago pactadas entre contratistas y proveedores; e) el cálculo del flujo de efectivo más cercano a la realidad; f) la consideración de la tasa activa para financiamiento bancario g) el cálculo del costo financiera para una obra en particular. Es de mencionarse, que todas estas operaciones pueden realizarse con el apoyo de una hoja de cálculo exclusivamente, pero se facilitaría su manejo con su software que las incluyera.

3.4. Evaluar el impacto de los grupos de factores más importantes

Con los resultados de las encuestas ya procesados, se obtuvo el valor de los factores pactados y reales. Esto permitió contar con la información necesaria para poder aplicar el modelo de análisis propuesto a una obra de edificación real en diferentes situaciones o casos, y de esta manera poder evaluar el impacto de los grupos de factores más importantes.

A continuación, se muestra las diferentes combinaciones de factores, agrupados en casos, que se proponen para efectos de comparación.

a) Caso 1

En este caso se analizó el mejor escenario favorable a bajos costos financieros que se puede tener, de acuerdo con las condiciones de las dependencias incluidas en el estudio. En cuestiones de ingreso para los contratistas, las dependencias IDEFEY y CPCUADY se comportan de manera similar, por lo que las condiciones de estas dos dependencias son representadas en este caso. Para el caso de los egresos se analizaron dos situaciones: a) con una distribución de pago de los recursos de manera uniforme a lo largo de la duración de las actividades, y b) una distribución

desfasada de pagos considerando las condiciones de crédito y pago de los proveedores. Ver Tabla 4.

b) Caso 2

Para este caso se analizó el escenario intermedio en cuestiones de ingreso para los contratistas, lo que sucede con la dependencia SOP. Para el caso de los egresos se analizaron dos situaciones: a) con una distribución de pago de los recursos de manera uniforme a lo largo de la duración de las actividades, y b) una distribución desfasada de pagos considerando las condiciones de crédito y pago de los proveedores. Ver Tabla 4.

c) Caso 3

En este caso se analizó el peor escenario que se puede tener en relación con los costos financieros, de acuerdo con las condiciones de ingreso establecidas en los contratos de la dependencia DOPAM. Para el caso de los egresos también se analizaron dos situaciones como se muestra en la Tabla 4: a) con una distribución de pago de los recursos de manera uniforme a lo largo de la duración de las actividades, y b) una distribución desfasada de pagos considerando las condiciones de crédito y pago de los proveedores.

d) Caso 4

En este caso se analizó un escenario hipotético, en el cual una dependencia tardara en pagar el anticipo 3 meses después haber iniciado la obra, y considerando la distribución de pago de recursos de manera uniforme, ya que se considera que es la más desfavorable para el flujo de efectivo, al no tomar en cuenta la ayuda que pueden proporcionar los créditos con proveedores. Ver Tabla 4.

e) Caso 5

En este caso se planteó el escenario hipotético en cual la dependencia no proporciona anticipo, y se paguen las estimaciones a los tres meses, como en el caso 3. Lo que se busca es evaluar el impacto económico que tendría un contratista al financiar

prácticamente toda la obra. Este escenario podría darse en la realidad, principalmente en obra privada. Ver Tabla 4.

Tabla 4. Resumen de los casos de análisis.

CASOS DE ANÁLISIS	DEPENDENCIA	ANTICIPO	DÍAS ENTRE ESTIMACIÓN	DÍAS DE REVISIÓN PARA PAGO DE ESTIMACIÓN	DISTRUBUCIÓN DE PAGO DE RECURSOS
CASO 1.A. DD	IDEFEY, CPCUADY	30%	30 días	35 días	Desfasada
CASO 1.B. DU	IDEFEY, CPCUADY	30%	30 días	35 días	Uniforme
CASO 2.A. DD	SOP	30%	30 días	60 días	Desfasada
CASO 2.B DU	SOP	30%	30 días	60 días	Uniforme
CASO 3.A. DD	DOPAM	30%	30 días	90 días	Desfasada
CASO 3.B. DU	DOPAM	30%	30 días	90 días	Uniforme
CASO 4 DU		30% 90 días después	30 días	90 días	Uniforme
CASO 5 DU		0%	30 días	90 días	Uniforme

Se observó cual sería el comportamiento del flujo de efectivo entre dependencias, comparando el impacto de las condiciones contractuales y las prácticas de los contratistas, mediante un modelo que permitiera integrar condiciones realistas.

Cuando se compara las formas que se utilizan para modelar el pago de los recursos de los contratistas a los proveedores, una más práctica pero poco realista y otra permitiendo el desfase de los pagos de una manera realista, se pretende determinar la magnitud de su impacto en el flujo de efectivo y saber si es significativo hacer este tipo de consideraciones.

3.5. Procedimiento general de la metodología

El procedimiento general para alcanzar los objetivos de la investigación puede concebirse en los siguientes pasos:

1. Revisión bibliográfica para identificar cuáles con los factores que generalmente afectan el financiamiento en las obras de construcción, para que se conviertan en elementos de entrada en el modelo.
2. Elaboración del cuestionario de la investigación, que se aplicará por medio de entrevistas a funcionarios de dependencias de gobierno que hagan obras de edificación, y a los constructores que contraten con dichas dependencias.
3. Obtención de los factores pactados mediante un cuestionario y un modelo de contrato de las dependencias de gobierno.
4. Obtención de los factores reales mediante un cuestionario a los constructores.
5. Desarrollo del modelo de análisis propuesto, a través de diagramas de flujo y de las herramientas necesarias que faciliten el manejo de información.
6. Elaboración del modelo BIM de una obra grande de edificación.
7. Elaboración del programa de obra del proyecto de edificación seleccionado.
8. Aplicación del modelo de análisis propuesto a la obra seleccionada, con diferentes combinaciones de factores pactados y reales.
9. Análisis de resultados.
10. Conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO 4: RESULTADOS

4.1. Resultados de los cuestionarios

4.1.1. Resultados del cuestionario a dependencias de gobierno

Los resultados que aquí se presentan fueron obtenidos de los cuestionarios aplicados durante una entrevista con los directores o representantes de las 4 dependencias analizadas en este estudio. El cuestionario utilizado, que se muestra en el Apéndice A que diseñado para obtener la información necesaria para analizar los ingresos para el cálculo del flujo de efectivo; es decir, los datos recabados servirán como datos de entrada del modelo analítico.

a) Anticipo

En general todas las dependencias entrevistadas proporcionan el 30% de anticipo. Solo en la CPCUADY otorga hasta un 50% de anticipo para compras especiales, en algunos casos.

b) Periodicidad de estimaciones para cobro

Todas las dependencias manejan un periodo de por lo menos un mes para cada estimación, excepto en el caso de la UADY, donde no se estipula un mínimo de tiempo de para ingresar estimaciones, por lo que queda a criterio del contratista.

c) Ingreso de estimaciones para cobro

Se les pidió un estimado a los dirigentes de las dependencias acerca del tiempo que los contratistas tardan en ingresar sus estimaciones para cobro. En la práctica, según se reporta en la mayoría de las respuestas, los contratistas ingresan las estimaciones en un rango que va de uno a dos meses; en el caso de obras públicas, hay empresas que tardan hasta 4 meses en ingresar estimaciones. Esto deja entrever la falta de esfuerzo que se le dedica al cobro por parte de los contratistas, lo que afectaría negativamente el flujo de efectivo.

d) Tiempo de revisión de estimaciones

Este apartado muestra el tiempo que tarda el área de la supervisión de las obras, de las dependencias, en revisar las estimaciones de los contratistas, dicho periodo es estipulado en los modelos de contratos suministrados por las mismas, el cual oscila entre los 7 y 10 días.

e) Tiempo de pago

Contempla el tiempo que pasa una vez que la estimación ya fue revisada y autorizada por la supervisión, hasta la fecha de pago. Siendo este el tiempo que le lleva al departamento de tesorería o de finanzas de cada dependencia en emitir el pago. El tiempo mostrado en la Tabla 5 son las duraciones promedio según los representantes de las dependencias, el cual oscila entre los 15 y 20 días.

f) Fianzas

En la Tabla 5 se muestra que las todas las dependencias exigen 3 tipos de fianzas: la fianza de anticipo, que asegura el 100% del monto de anticipo; la fianza de cumplimiento, que asegura que la obra se termine y es por un 10% del monto total de la obra, y por último, la fianza de garantía y vicios ocultos que asegura el 10% del monto total de obra.

g) Retenciones

Las retenciones son condiciones contractuales que castigan a los contratistas que se atrasan en su programa de obra y por consiguiente no terminan en el tiempo estipulado en el contrato. Para el propósito de este estudio, este factor no entrará en consideración porque al hacer la planeación se pretende acabar a tiempo los trabajos.

En la Tabla 5 se presenta, a manera de resumen, la información recabada durante las entrevistas mediante el cuestionario.

Tabla 5. Resumen de factores pactados

Concepto	SOP	IDEFEY	DOPAM	CPCUADY
a) Anticipo	30% y hasta 50%	30%	30%	30% y 50% en compras especiales
b) Periodicidad estipulada de estimaciones	30 días	30 días	30 días	15 días
c) Ingreso de estimaciones	1 a 4 meses	1 a 1 1/2 meses	1 vez al mes	1 vez al mes
d) Tiempo de revisión de estimaciones	10 días	7 días	10 días	7 días
e) Tiempo de pago	15 días	3 a 15 días	20 días	15 días
f) Fianzas	Anticipo 100%, cumplimiento 10%, garantía y vicios ocultos 10%	Anticipo 100%, cumplimiento 10%, garantía y vicios ocultos 10%	Anticipo 100%, cumplimiento 10%, garantía y vicios ocultos 10%	Anticipo 100%, garantía y vicios ocultos 10%
g) Retenciones	5% del monto de los trabajos no ejecutados a la fecha de corte.	3% del monto de los trabajos no ejecutados a la fecha de corte. 0.03% por día de atraso de la obra	5% del monto de los trabajos no ejecutados a la fecha de corte. 0.02% por día de atraso de la obra	0.01% del monto de la obra por día de atraso

4.1.2. Resultados del cuestionario a empresas constructoras

Se encuestó a un total de 21 empresas constructoras que residen en la ciudad de Mérida y que son contratistas de al menos una de las dependencias de gobierno que se analizaron. El cuestionario utilizado, mostrado en el Apéndice B, fue diseñado para

recabar la información necesaria para analizar los egresos que se considerarán en el análisis financiero, el cual depende de la administración interna de cada empresa.

Los entrevistados tuvieron la libertad de optar por más de una opción de respuesta, salvo en los casos que se indicó lo contrario; por esta razón algunos de los porcentajes presentados no suman el 100%.

1) Datos generales de las empresas

1.1) Edad de las empresas

Con referencia al año 2015, se entrevistaron empresas constructoras jóvenes con menos de 5 años de antigüedad, hasta empresas con más de 30 años, que se distribuyen como se muestra en la Figura 2.

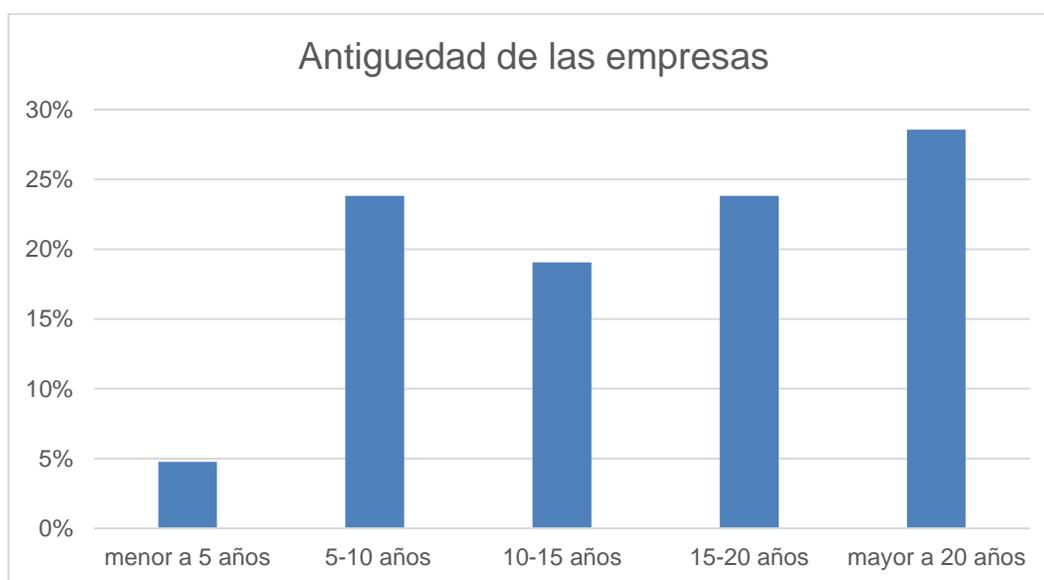


Figura 2. Antigüedad de las empresas (Fuente: Elaboración propia).

1.2) Giro de las empresas

El tipo de construcción en el que todas las empresas entrevistadas participan es la edificación, ya que era requisito para formar parte de la muestra de este estudio; pero también se dedican a otros tipos de construcción, como la vivienda y vías terrestres en la Figura 3 se muestra la distribución de los giros.

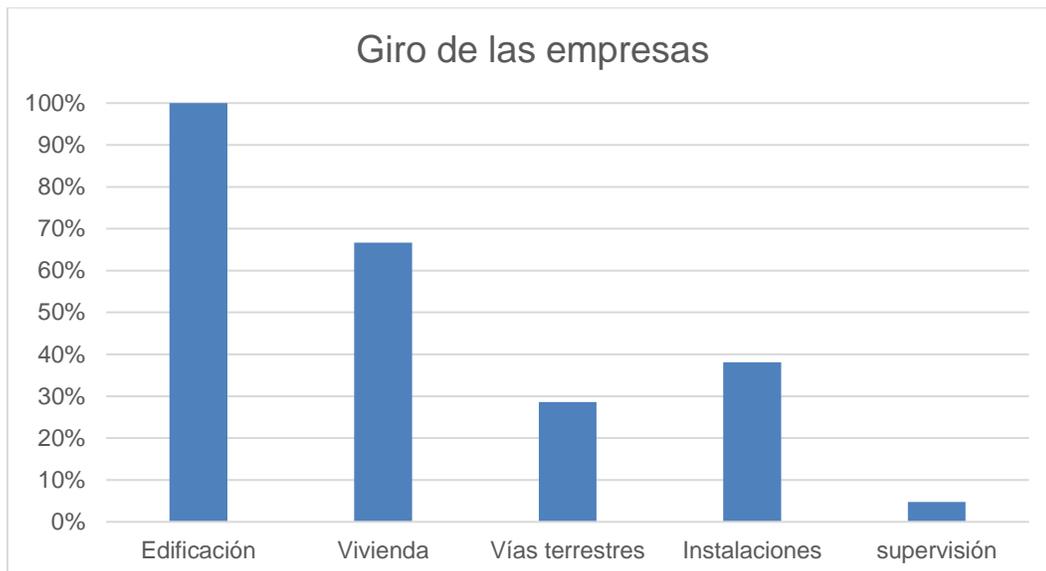


Figura 3. Giro de las empresas (Fuente: Elaboración propia).

1.3) Número aproximado de proyectos ejecutados

El 90% de las empresas entrevistadas mantuvieron un año ocupado durante el cual al menos ejecutaron de 5 a 20 proyectos se muestra en la Figura 4.

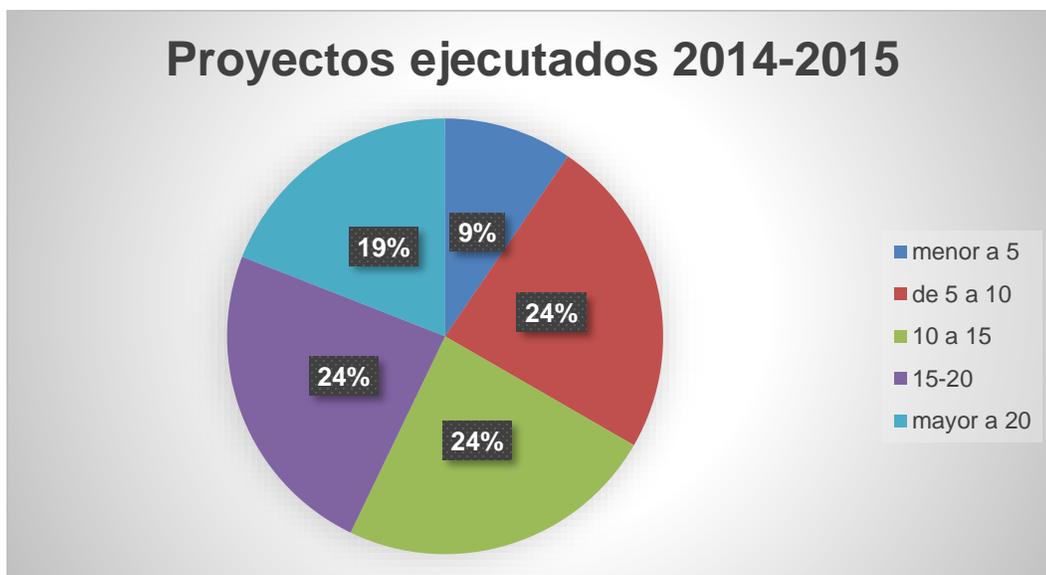


Figura 4. Proyectos ejecutados 2014-2015 (Fuente: Elaboración propia).

1.4) Dependencia con quien contratan

Las empresas contratistas contratan, en su mayoría, en más de una de las dependencias analizadas en este estudio. En la Figura 5 se puede observar que la mayoría de las empresas contratan con la Secretaría de Obras Públicas de estado, IDEFEY, Obras Publicas del Ayuntamiento de Mérida y en menor medida, con la UADY.

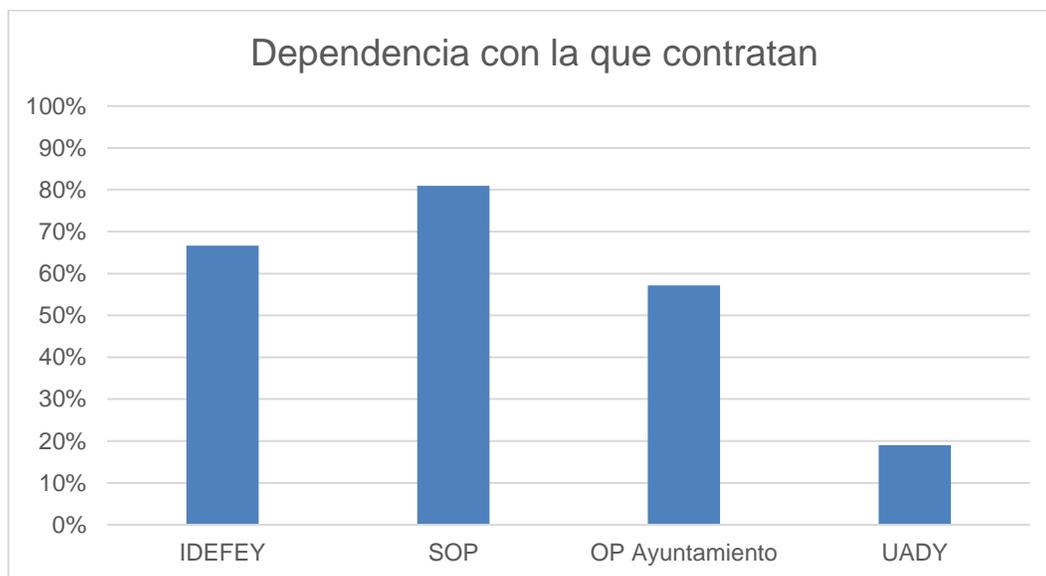


Figura 5. Dependencia con la que contratan (Fuente: Elaboración propia).

2) Anticipo

Todas las dependencias analizadas en este estudio proporcionan un anticipo del 30% del monto total de obra, que en teoría debe entregarse antes de comenzar la obra, para que el contratista pueda preparar todos los recursos necesarios para iniciar la obra. Como se muestra en la Figura 6, en la realidad no siempre se cumple, principalmente en las dependencias de la SOP y DOPAM en las que es común que no se entregue el anticipo desde un inicio. Esto conlleva a que el contratista desde un inicio tenga que financiar la obra. Aunque no se obliga a los contratistas a iniciar una obra sin haber recibido el anticipo, según los entrevistados lo hacen para mantener una buena relación con la dependencia y no atrasarse en la entrega de la obra.

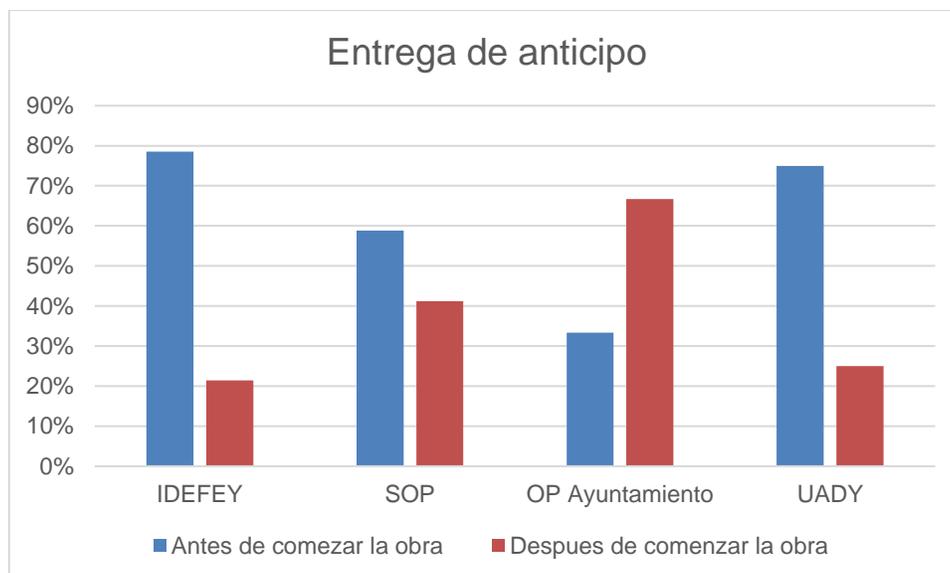


Figura 6. Entrega de anticipo por dependencia (Fuente: Elaboración propia).

3) Periodos de estimación para cobro

- 3.1) La periodicidad que permite la dependencia para ingresar una estimación, de acuerdo con la opinión de los contratistas, se puede observar en la Tabla 6. Corresponde al periodo mínimo que permite la dependencia.

Es el periodo mínimo que permite la dependencia ingresar una estimación por parte del contratista.

Tabla 6. Periodicidad de ingreso de estimaciones según contrato.

Periodicidad que permite la dependencia ingresar una estimación	Dependencia	Duración (días)
	IDEFEY	15
	SOP	15
	DOPAM	30
	CPCUADY	15

- 3.2) Periodicidad de ingreso de estimación, es el periodo que les toma a los contratistas elaborar y entregar sus estimaciones a los supervisores en la práctica. El resultado de la encuesta se puede observar en la Tabla 7.

Tabla 7. Periodicidad de ingreso de estimaciones

	Dependencia	Duración (días)
Periodicidad de ingreso de estimación	IDEFEY	15
	SOP	30
	DOPAM	30
	CPCUADY	15

- 3.3) Tiempo de revisión de generadoras por parte de la supervisión, lo cual puede ser observado en la Tabla 8, de acuerdo con los resultados de la encuesta.

Tabla 8. Tiempo de revisión de generadora

	Dependencia	Duración (días)
Tiempo de revisión de generadoras por parte de la supervisión	IDEFEY	7
	SOP	15
	DOPAM	15
	CPCUADY	7

- 3.4) Tiempo de revisión de estimación, firma y autorización. Este dato recabado durante las entrevistas, puede observarse en la Tabla 9.

Tabla 9. Tiempo de revisión de estimación

	Dependencia	Duración (días)
Tiempo de revisión de estimación, firma y autorización	IDEFEY	7
	SOP	15
	DOPAM	15
	CPCUADY	7

- 3.5) Tiempo de pago cuando la estimación ya fue autorizada para pago, lo cual puede observarse en la Tabla 10 como resultado de la información obtenida durante las entrevistas.

Tabla 10. Tiempo de pago de estimación

	Dependencia	Duración (días)
Tiempo de pago cuando la estimación ya fue autorizada para pago	IDEFEY	7
	SOP	30
	DOPAM	30
	CPCUADY	15

- 3.6) Principales razones por la que los contratistas se atrasan en ingresar sus estimaciones.

De acuerdo con la información obtenida por parte de las dependencias, una de las razones por las que los contratistas tardan en cobrar, es porque no ingresan en tiempo y en forma sus estimaciones. En este sentido, se les preguntó a los contratistas cuales son las principales razones por la cual se atrasan en ingresar sus estimaciones. En la Figura 7 se observa como principal razón la falta de organización dentro de la empresa con el 23%, donde no hay personal dedicado exclusivamente a realizar la documentación para cobro.

Otra de las principales razones son las correcciones de las generadoras con el 19%, debido a que se elaboran con errores, por ejemplo: los volúmenes no coinciden con lo ejecutado, los croquis no son claros, las fotos no se aprecian entre otros.

Algunas razones están relacionadas directamente con la supervisión por parte de la dependencia, como la falta de coordinación entre supervisión y contratistas con el 20% y retrasos en la revisión por parte de la supervisión 18% y la conciliación de volúmenes y conceptos extraordinarios con el 12%.

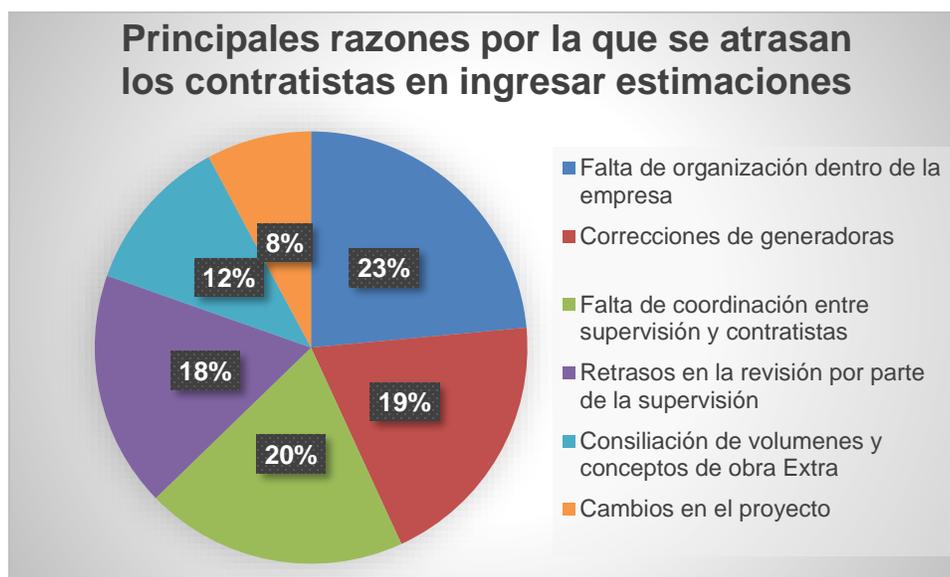


Figura 7. Principales razones de atraso en ingresar estimaciones (Fuente: Elaboración propia).

3.7) Pago de materiales

A continuación, se muestran en la Tabla 11 los materiales más importantes de la obra, que su costo impacta en el 80% del costo total de los materiales de la obra. Son 14 materiales donde el cable eléctrico, lámparas y muebles sanitarios corresponde al subcontrato eléctrico, hidráulico y sanitario respectivamente, por lo que su administración no entrará en este análisis.

Tabla 11. Relación de material de mayor impacto en el presupuesto.

	Material	Unidad de compra	Días de crédito
1	Acero	kg	30
2	Cemento	saco	30
3	Muebles sanitarios	pza	30
4	Concreto premezclado	M ³	30
5	Agregados pétreos	M ³	30
6	Block	pza	30
7	Viguetas	pza	30
8	Cal	saco	30
9	Pegazulejo	saco	30
10	Malla electrosoldada	M ²	30
11	Cable eléctrico	rollo	30
12	Lámparas	pza	30
13	Madera	M ²	Contado
14	Porcelanato	saco	Contado

El listado de materiales de la Tabla 11 fue considerado, para este estudio, como materiales prioritarios, o sea que son a los que más atención requieren para conseguir las mejores condiciones de crédito posibles, y de esta manera mejorar la liquidez de la empresa y disminuir el costo financiero en caso de ser necesario.

4. Financiamiento

4.1) Principales usos del programa financiero según los contratistas.

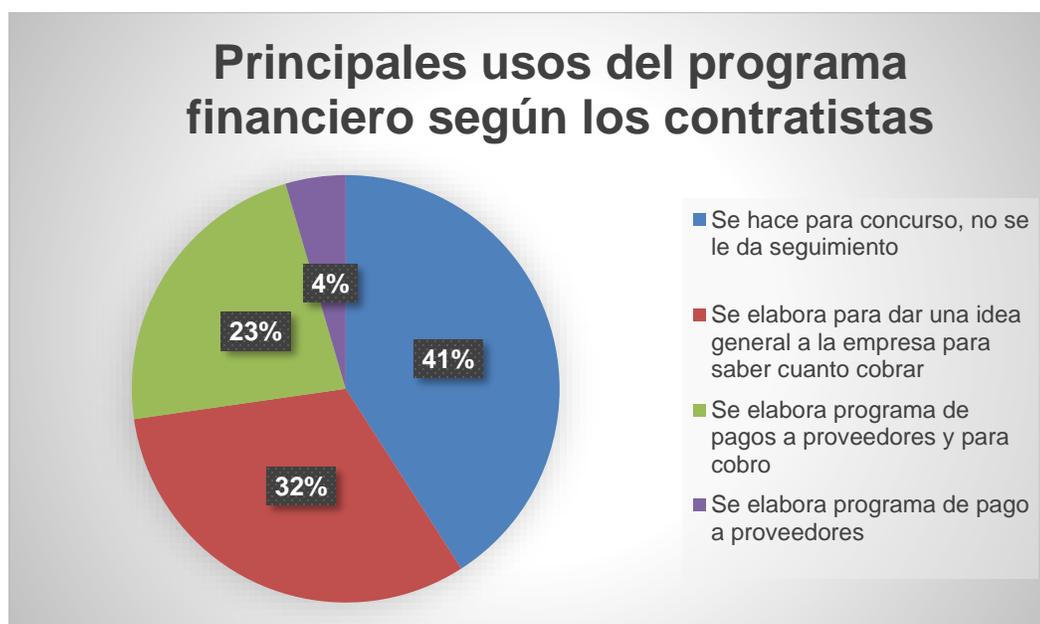


Figura 8. Principales usos del programa financiero según los contratistas (Fuente: Elaboración propia).

Se observa en la Figura 8 que el 41% de los contratistas solo realiza un programa financiero como requisito de concurso y no se le da seguimiento. El 32% solo lo hace para tener una idea de cuánto va a cobrar en las estimaciones, y solo el 27% considera el pago a proveedores en su programa financiero.

4.2. Desarrollo del modelo de análisis

4.2.1. Diseño del modelo de análisis.

El desarrollo del modelo de análisis se basó en investigaciones bibliográficas, de campo y consulta con expertos en el tema. Para la presentación del modelo se utilizó un diagrama de flujo representado en la Figura 10 y en la figura 11, con el fin de facilitar la comprensión del camino que sigue la información requerida para realizar adecuadamente los procesos descritos.

Los símbolos utilizados en el diagrama se detallan en la Figura 9:

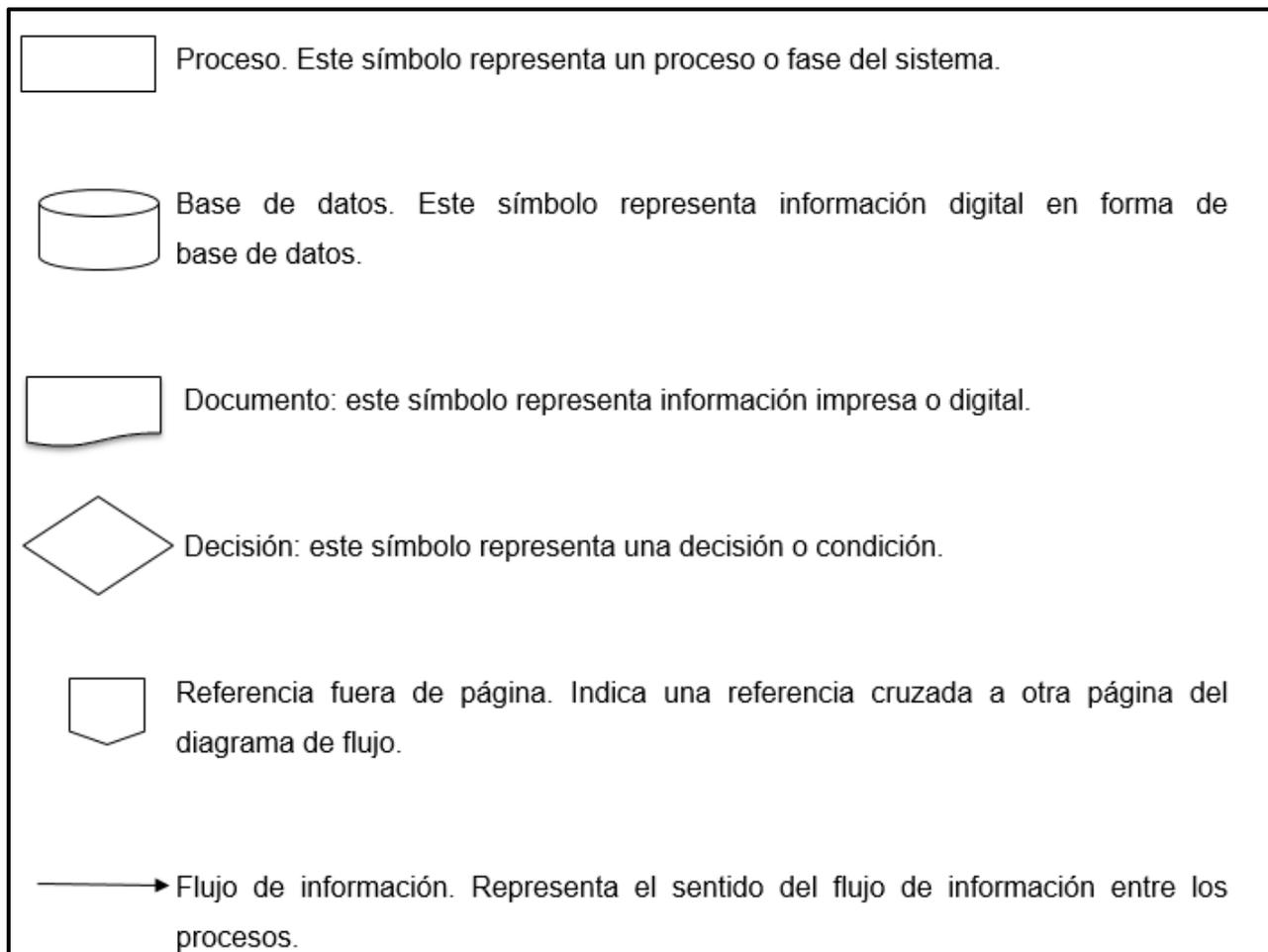


Figura 9. Simbología para el diagrama de flujo. (Fuente: Elaboración propia).

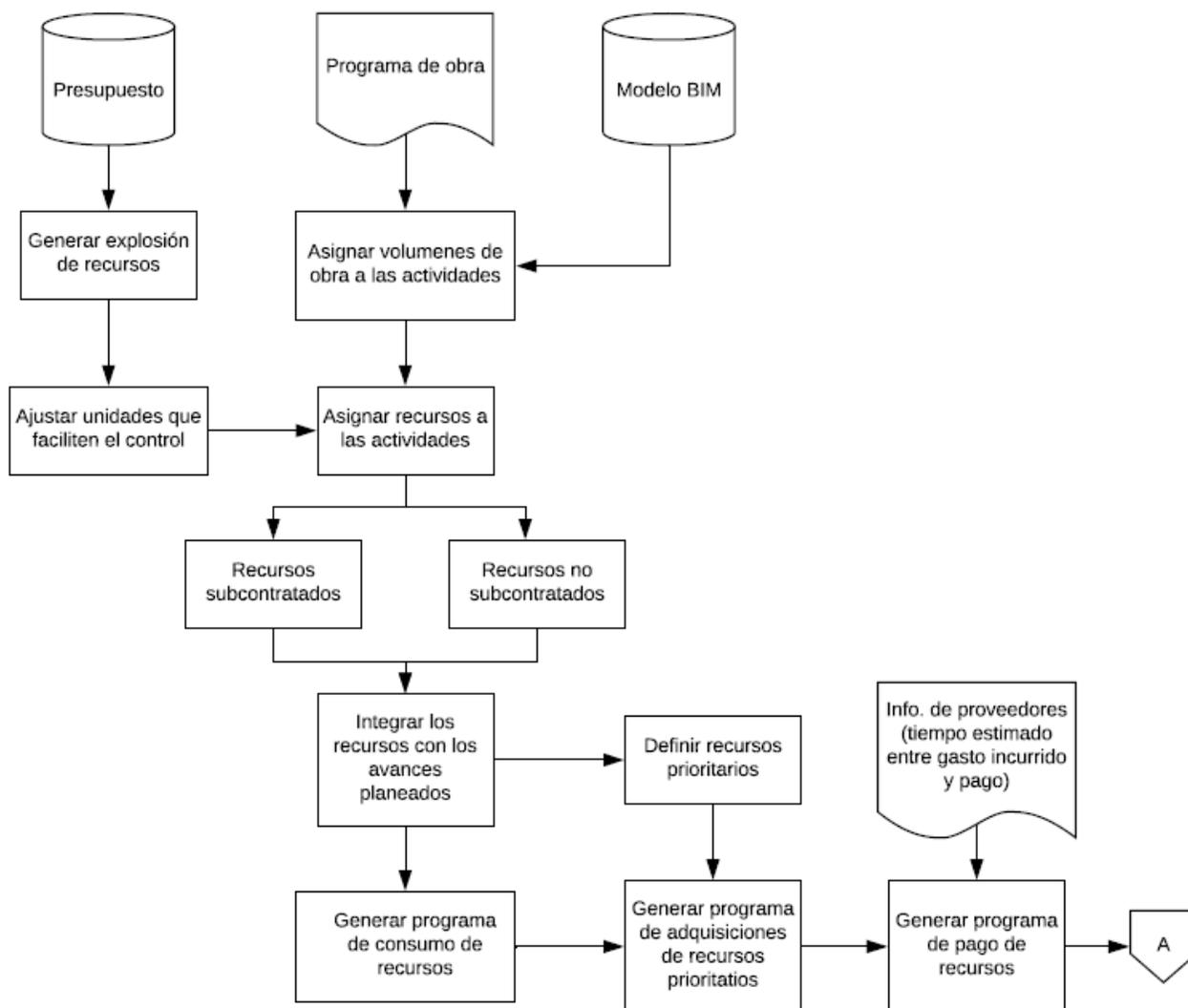


Figura 10. Modelo de análisis presupuesto parte A (Fuente: Elaboración propia).

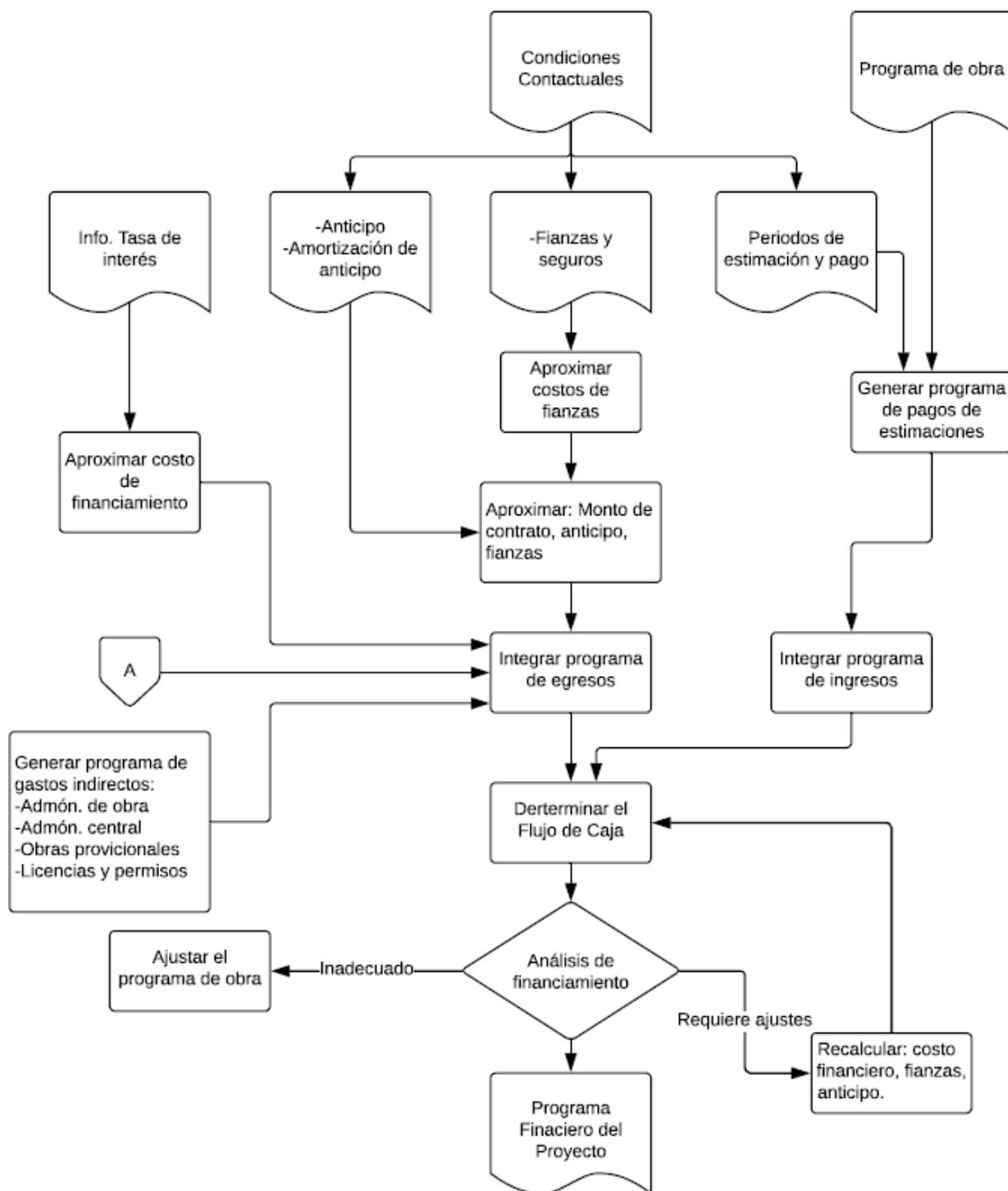


Figura 11. Modelo de análisis propuesto parte B (Fuente: Elaboración propia).

4.2.2. Descripción del modelo de análisis.

Para obtener los costos financieros de una obra, es necesario contar con un presupuesto, de preferencia elaborado en algún programa de precios unitarios, un programa de obra, generadoras de volúmenes de obra y condiciones contractuales de la dependencia contratante. Adicionalmente, si se prefiere ser más realista, los contratistas requieren ingresar en el análisis sus prácticas reales de cobro, los tiempos reales de pago de las dependencias y los tiempos de pago y condiciones contractuales de sus proveedores. Estos elementos proveerán la información para realizar las tareas y análisis que plantea el procedimiento del modelo de análisis propuesto.

Como se mencionó en la Metodología, se utilizó una herramienta desarrollada en la Facultad de Ingeniería UADY, denominada Profin, que facilitó el manejo de la información e hizo posible la integración del presupuesto, programa de obra y el modelo BIM. Dicha herramienta fue diseñada para facilitar la planeación detallada.

El software fue diseñado con los requerimientos del modelo de análisis financiero propuesto en este estudio. En un principio la herramienta se concibió para realizar programas de obra e integrar presupuestos, es decir, integrar costo y tiempo. Con los requerimientos de este estudio se aportaron funciones al desarrollo de la herramienta, como la compatibilidad y manipulación de modelos BIM, ingresar los factores que impactan en el financiamiento (anticipo, periodicidad de estimaciones, tasas de interés, créditos con proveedores entre otros), así como realizar corridas financieras y calcular el costo financiero.

A continuación, se describe el procedimiento que se realizó para obtener los resultados de este estudio, el cual se derivó del modelo de análisis mostrado en las Figuras 10 y 11.

- 1) Contar con un presupuesto con análisis de precios unitarios, de donde se obtendrán la cuantificación de los recursos.
- 2) Ajustar unidades de recursos que faciliten el control de obra, donde se requiera.
Ejemplo: Cemento en toneladas a cemento en sacos de 50kg.

- 3) Elaborar un programa de obra detallado, utilizando un método de programación por medio de redes (CPM, PDM). En este ejercicio se utilizó el PDM. Este programa fue realizado con la ayuda del software. A continuación, se ilustra en la Figura 12 el programa de obra y en la Figura 13 se observa las propiedades de las actividades.

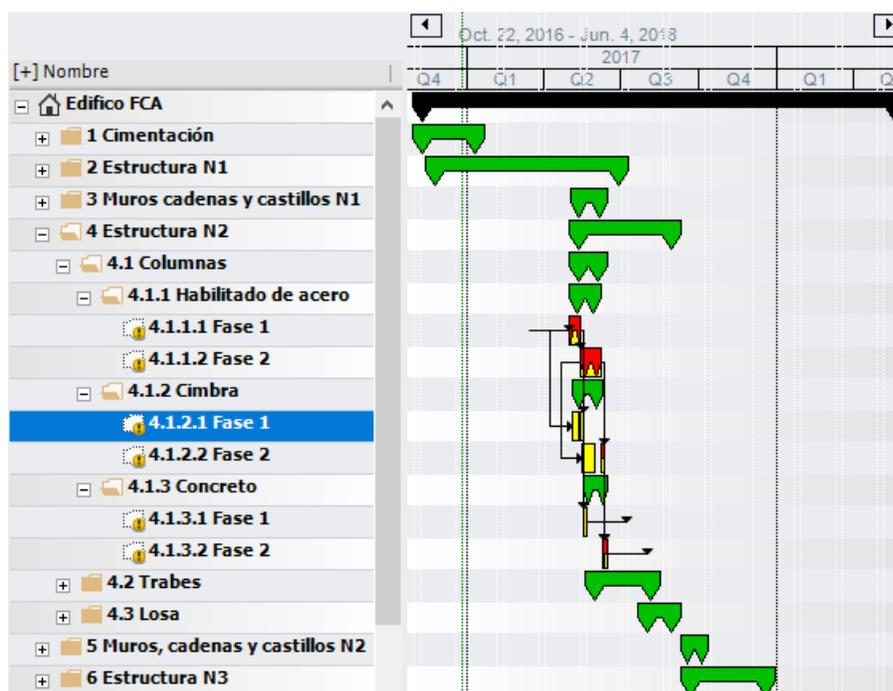


Figura 12. Visualización del programa de obra en el software Profin (Fuente: Elaboración propia).

Propiedades de la Actividad

^ Generales

Id : 259

Nombre : Fase 1

Cantidad de Trabajo : 0.000000 Usar Grupo Cuantificador

Duración (días) : 9

Productividad (unidades/día) : 0.000000

Precedencias Cor < >

Tipo : FP L1 : 0

Actividad Precedente :

Arrastre una columna aquí para agrupar por dicha columna

Precedencia	Tipo	L1	L2
▶ Edificio FCA\Estructura N2\Columnas\Habilitado de acero\Fase 1	PP	2	
Edificio FCA\Estructura N2\Columnas\Habilitado de acero\Fase 1	FF	2	

Figura 13. Visualización de las propiedades de las actividades (Fuente: Elaboración propia).

- 4) Asignar volúmenes de obra a las actividades. Los volúmenes de obra, provenientes de un modelo BIM o de una hoja de cálculo, se tienen que asignar a sus actividades correspondientes. Para esto se crea un cuantificador de obra en la actividad y se le asignan los elementos BIM, con esto el cuantificador puede extraer las propiedades que se requieran del modelo (longitud, área, volumen, peso etc.). En la Figura 14 se muestra la visualización de los elementos BIM que son asignados a las actividades con sus cuantificadores (volumen para concreto y peso para el acero).

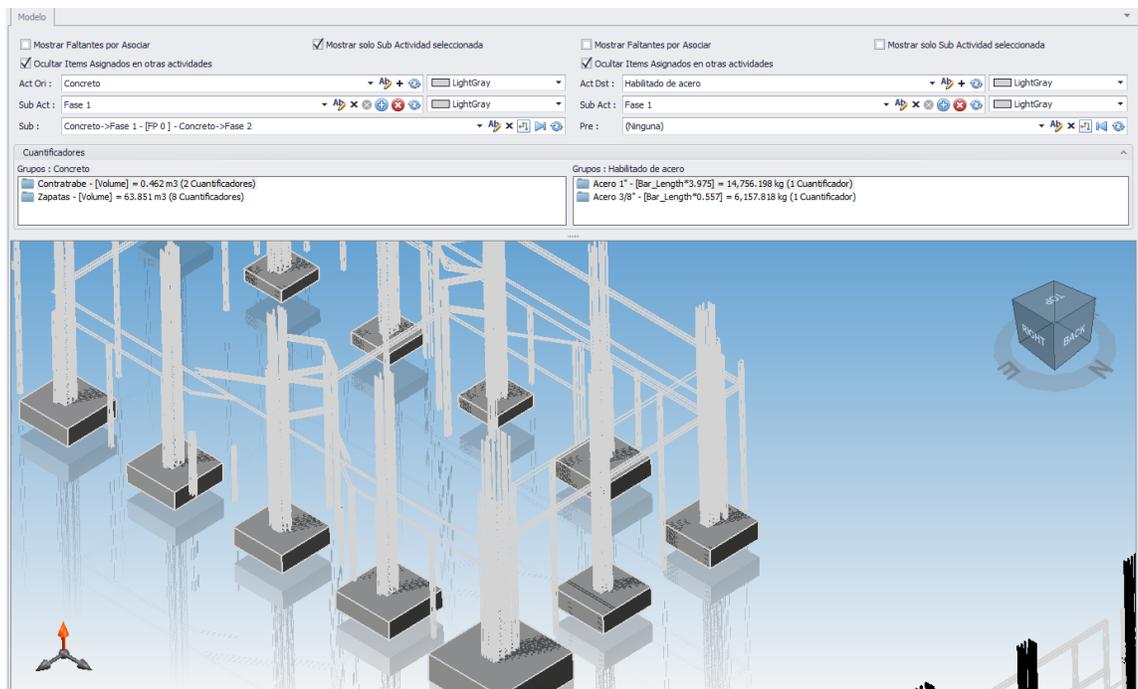


Figura 14. Asignación de elementos BIM a las actividades (Fuente: Elaboración propia).

- 5) Asignar recursos las actividades. La herramienta Profin apoya en la asignación de los conceptos de costo a las actividades, estos conceptos están compuestos por recursos (materiales, mano de obra, herramienta etc.). En el apartado de presupuesto se seleccionan los conceptos que se quieren asignar, seguido utilizar el comando de “asociar el concepto seleccionado a la actividad”, como se muestra en la Figura 15.

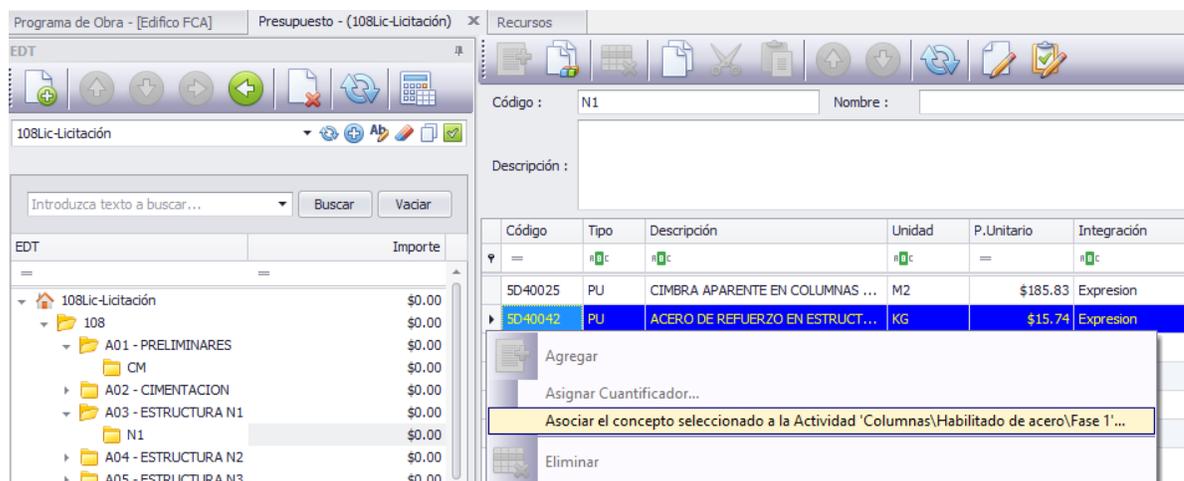


Figura 15. Asignación de conceptos a actividades (Fuente: Elaboración propia).

- 6) Integrar los volúmenes de obra con los conceptos de precios unitarios. Una vez que los conceptos ya estén asociados a las actividades, ver Figura 16, automáticamente sus recursos también lo están. Se integran los cuantificadores, que vienen ya sea del modelo BIM o de una hoja generadora, con los recursos como se muestra en la Figura 17, y de forma automática la herramienta nos arroja una cuantificación de recursos que se van a utilizar para cada actividad, véase Figura 18.

Edificio FCA ▶ Estructura N2 ▶ Columnas ▶ Habilitado de acero ▶

Propiedades del Agrupador

Generales

Id : 77

Nombre : Habilitado de acero

Usar Grupo Cuantificador

Duración (días) : 37

Conceptos: Integración | Explosión de Recursos

Agrupador ▶

Código	Tipo	Descripción	Unidad	P. Unitario	Cantidad	Importe
Agrupador: N2						
5D50042	PU	ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA ...	KG	\$16.05	923.673100	\$14,824.95
5D50046	PU	ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA ...	KG	\$16.05	6,641.81...	\$106,601.05
5F10050	PU	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLACA...	PZA	\$168.00	32.000000	\$5,376.00
5F10052	PU	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLACA...	KG	\$38.22	70.000000	\$2,675.40
5F10055	PU	SUMINISTRO E INSTALACION DE TAQU...	PZA	\$157.60	24.000000	\$3,782.40
5F40244	PU	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PTR N...	ML	\$299.60	6.400000	\$1,917.44

Figura 16. conceptos asociados a la actividad. (Fuente: Elaboración propia)

Edificio FCA ▶ Estructura N2 ▶ Columnas ▶ Habilitado de acero ▶

Propiedades del Agrupador

Generales

Id : 77

Nombre : Habilitado de acero

Usar Grupo Cuantificador

Duración (días) : 37

Conceptos: Integración | Explosión de Recursos

Error : (Ninguno)

Recursos de la Actividad : Grupos : Habilitado de acero

...	...	...	Descripción	P	Mo	Grupo	Total	Im
...	...	...	AYUDANT					
...	...	...	OFICIAL					
...	...	...	ALAMBRE					
...	...	...	ACERO N					
...	...	...	AYUDANT					
...	...	...	OFICIAL					
...	...	...	ALAMBRE RECOCI...	KG	\$...	Tot...	Acero 1"	71...

Contexto de menú:

- Agregar Grupo de Cuantificadores
- Asociar Grupo [Acero 1"] a los items seleccionados...
- Establecer el Grupo [(1 Cuantificador)] como Cuantificador de Trabajo de la Actividad
- Eliminar el Grupo [Acero 1"]...
- Actualizar
- Propiedades...

Figura 17. Integración de volúmenes de obra con los recursos (Fuente: Elaboración propia)

Edificio FCA > Estructura N2 > Columnas > Habilitado de acero

Propiedades del Agrupador

Generales

Id : 77

Nombre : Habilitado de acero

Usar Grupo Cuantificador

Duración (días) : 37

Conceptos Integración Explosión de Recursos

Código	Tipo	Descripción	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	% Tipo	% Total
1E395	MAT	TAQUETE KWIK BOLT 3/8"	PZA	\$15...	12.000000	\$1,800.00	0.6767 %	0.5100 %
7COLACER	SUB	SUMINISTRO Y MONTAJE D...	KG	\$28...	178.015000	\$4,984.42	100.00...	1.4123 %
1D057	MAT	ALAMBRE RECOCIDO # 16	KG	\$14...	971.068300	\$14,37...	5.4034 %	4.0721 %
2A013	MDO	AYUDANTE GENERAL	JOR	\$27...	135.949562	\$37,60...	45.880...	10.6561 %
2A004	MDO	OFICIAL FIERRERO/HERRERO	JOR	\$32...	136.429562	\$44,36...	54.119...	12.5697 %
1D039	MAT	ACERO NO 3 AR-42	KG	\$12...	5,302.01...	\$64,94...	24.419...	18.4027 %
1D043	MAT	ACERO NO 8 AR-42	KG	\$12...	15,090.4...	\$184,8...	69.500...	52.3772 %

Figura 18. Cuantificación de recursos de la actividad (Fuente: Elaboración propia)

- 7) Para el caso de las partidas que se decidió manejar como subcontratos, como es el caso de la estructura metálica, instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, que en la realidad su administración de recursos se maneja de manera independiente por otra empresa. Se procede a crear las actividades correspondientes a los subcontratos, y en lugar de asignarles recursos provenientes de un presupuesto a las actividades, se crea un recurso nuevo y se le captura el costo total de la partida subcontratada. Este nuevo recurso se asigna directamente a la actividad del subcontrato y de esta manera los subcontratos entran al análisis de forma global.
- 8) Definir materiales prioritarios. Son aquellos que representan el 80% del monto total de los materiales y se pueden ver en la Tabla 11. Una vez identificados estos materiales, se les asignan posibles proveedores. Estos proveedores se crean a discreción del programador y se captura la información de interés del proveedor como: a) el número de días de crédito, si es que lo ofrece b) número de días de entrega. Esto permite desfasar la distribución de recursos de una

manera más realista. En la Figura 19 se muestra visualización de las propiedades de los proveedores.

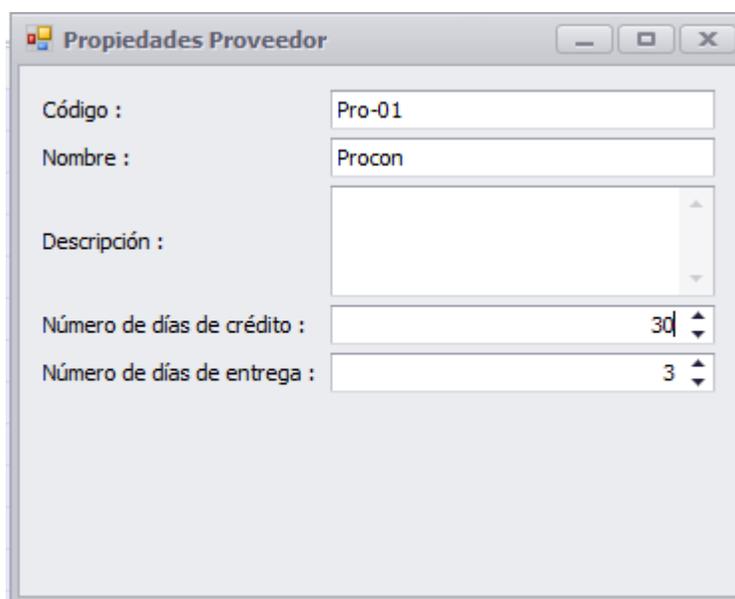


Figura 19. Propiedades del proveedor (Fuente: Elaboración propia).

- 9) Programar los gastos indirectos iniciales como las obras provisionales, licencias y permisos, asignando a una actividad su costo asociado.
- 10) Programar costos indirectos periódicos, como lo son la administración de oficina de obra y administración de oficina central, asignando a una actividad su costo asociado.
- 11) Capturar la información de las condiciones contractuales o factores pactados: porcentaje de anticipo, periodos de estimación y pagos en los campos que se muestran en la Figura 20.
- 12) Capturar el factor de sobre costo esperado en su campo designado como se muestra en la Figura 21. Para este caso solo se consideró la utilidad, ya que los costos indirectos se asignaron a actividades para su programación.
- 13) Capturar la información financiera, como la tasa de interés activa y la periodicidad del análisis financiero, para nuestro caso se utilizaron periodos quincenales, como se muestra en la Figura 20.
- 14) Determinar el flujo de efectivo y costo financiero. Esta acción se realiza de manera automática con la ayuda del software, debiendo contar con toda la

información descrita anteriormente capturada y cargada en el Profin. Se procede a ejecutar el comando “generar flujos” como se muestra en la figura 21, obteniendo como resultado una corrida financiera y su cálculo de costo financiero, que se puede enviar a una hoja de cálculo.

Properties	
Nombre :	Edificio FCA
Descripción :	
^ Programa de Obra	
Inicio :	27/10/2016
Días antes :	15
Días después :	15
Modo Fechas :	Primeras Fechas
^ Administración del Proyecto	
Tiempo de Procuración (t1) :	0
Días de Requisición :	Lunes, Martes, Miércoles
^ Financiamiento	
Factor de Sobre costo esperado FSCDE :	1.0500
% Anticipo :	30.0000
% Deducciones :	0.0000
% Tasa Activa :	16.0000
% Tasa Pasiva :	3.0000
Periodo de financiamiento :	Quincenal
Excluir financiamiento Negativo :	<input checked="" type="checkbox"/>
Días entre Estimaciones :	30
Días de Revisión para pago Estimaciones :	90

Figura 20. Factores pactados y reales (Fuente: Elaboración propia).

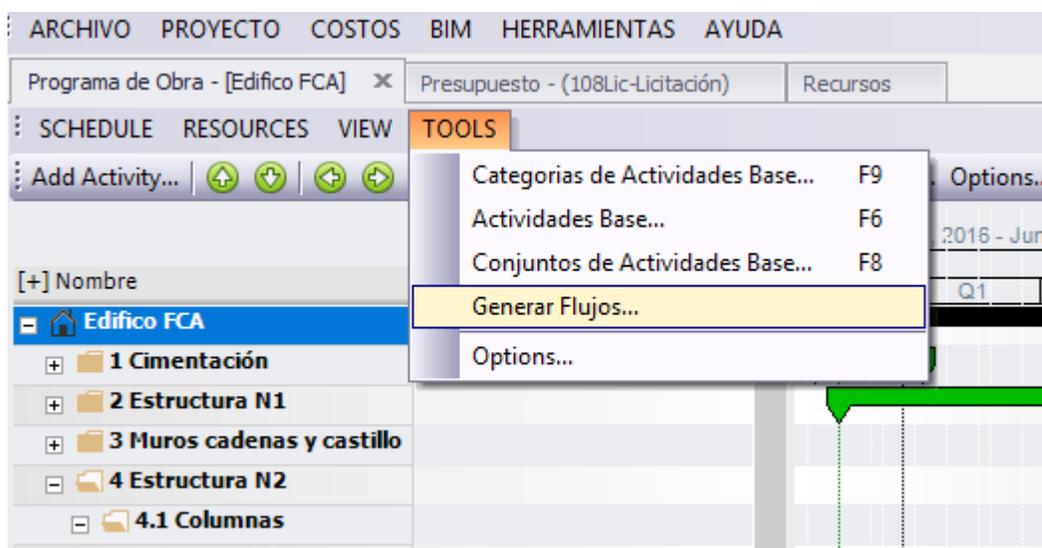


Figura 21. Generación del flujo de efectivo (Fuente: Elaboración propia).

4.3. Corridas financieras para evaluar el impacto de los factores.

Para evaluar el impacto de los factores que influyen en el financiamiento, se aplicó el procedimiento descrito en el modelo de análisis propuesto a una obra de edificación real en diferentes situaciones o casos, como se describió en la metodología.

También, como se mencionó, la obra seleccionada fue el edificio principal de la Facultad de Contaduría y Administración UADY, por tratarse de una obra grande y tener acceso a los planos, especificaciones y presupuesto de construcción. También, como ya se mencionó, se realizó el modelo BIM de este edificio en el programa Revit de Autodesk. Se modelaron todos los elementos estructurales como zapatas, dados, columnas, losas, muros, losas y estructura metálica como se ilustra en la Figura 22. También se modelaron elementos arquitectónicos como ventanas, puertas, plafones etc. De la misma manera se modelaron las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias y pluviales. Cabe mencionar que, durante la modelación de los elementos BIM, se identificó varios elementos que tenían interferencia entre sí, algo que con planos 2D es muy difícil de identificar. En la Figura 23 se muestra el modelo a grandes rasgos con todos sus elementos modelados.

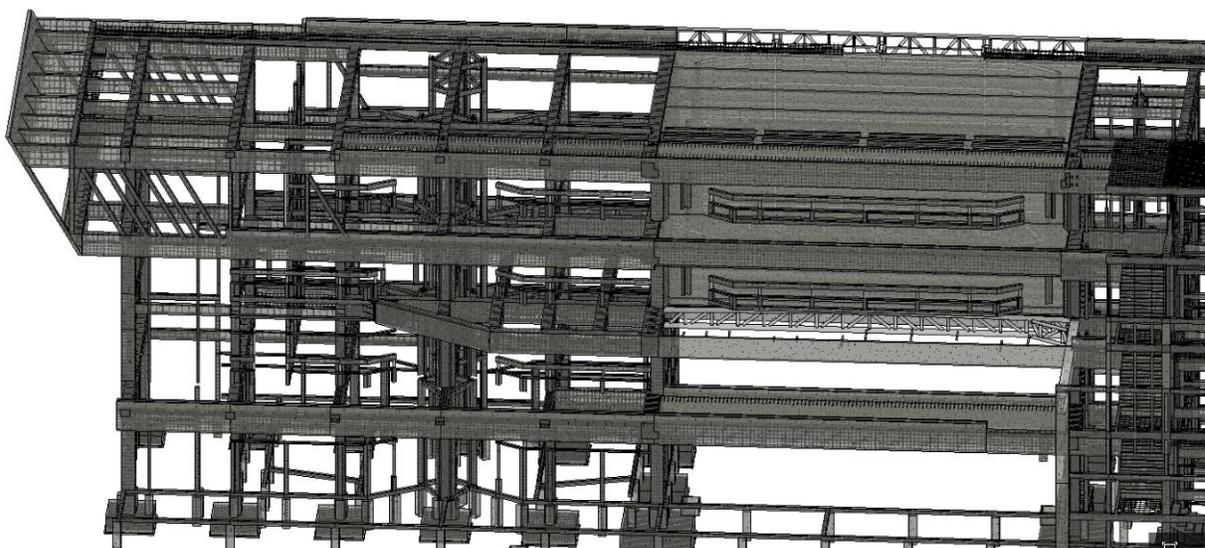


Figura 22. Modelo BIM de elementos estructurales (Fuente: Elaboración propia).



Figura 23. Modelo BIM completo del edificio de prueba (Fuente: Elaboración propia).

El modelo BIM del edificio de prueba tuvo un nivel de desarrollo alto, debido a que también sirvió como prueba piloto para la herramienta Profin. Teniendo como propósito probar que esta herramienta puede manipular cualquier tipo de elementos BIM y obtener sus propiedades geométricas.

Para que el modelo BIM del edificio fuera compatible con la herramienta Profin, fue necesario convertirlo en un formato IFC (siglas de Industry Foundation Classes), el cual es un formato estandarizado para los modelos BIM, que permite el intercambio de

información sin pérdida o distorsión de datos; es decir, que la herramienta Profin puede trabajar con cualquier modelo BIM guardado en este formato, sin importar en que software se modeló.

El Departamento de Construcción de la UADY proporcionó la base de datos del presupuesto a precios unitarios, con monto total de \$25, 069,717.53 de pesos del 2014. Esta la fue la base con que se contó para obtener los recursos para realizar los análisis financieros.

Para representar el comportamiento financiero para cada caso descrito para la obra en estudio, se optó representarla con curvas de avance financiero o curva “S”, como comúnmente se le conoce. La cuál es una herramienta gráfica que representa los ingresos y egresos acumulados a través del tiempo. En el Apéndice C se muestra a manera de ejemplo una de las corridas financieras arrojadas por el software profin que sirvieron para construir las curvas de avance financiero y obtener el costo financiero.

Los ingresos están compuestos por el anticipo, estimaciones de avance y finiquito. Los egresos están integrados en costos directos e indirectos: pago de materiales, mano de obra, herramienta, subcontratos, obras provisionales, seguridad, administración de obra y oficina central.

Para los diferentes casos representados a continuación, se manejó la misma tasa activa de interés de 16% anual.

A continuación, en la Tabla 12 se presenta el resumen de los resultados de cada combinación de factores planteados en la metodología. Los datos de entrada fueron tomados de los resultados de las entrevistas con los contratistas y con las dependencias.

Tabla 12. Resumen de resultados de las corridas financieras.

Datos de entrada	CASO 1.A. DD	CASO 1.B. DU	CASO 2.A. DD	CASO 2.B DU	CASO 3.A. DD	CASO 3.B. DU	CASO 4 DU	CASO 5 DU
Anticipo	30%						30% 90 días después	0%
Días entre estimación	30 días							
Días de revisión para pago de estimación	35 días		60 días		90 días			
Resultados								
Costo Financiero	\$13,870.74	\$18,720.38	\$2,047.32	\$21,480.85	\$34,635.71	\$72,134.07	\$308,082.10	\$561,341.97
% Financiamiento	0.06%	0.07%	0.01%	0.09%	0.14%	0.29%	1.17%	2.24%
% Utilidad	6.50%	6.50%	6.50%	6.50%	6.50%	6.50%	5.00%	5.00%

a) Caso 1

Los resultados obtenidos para el caso 1 corresponden a las dependencias que pagan relativamente más rápido que otras (cada 35 días). En este caso, el costo financiero representa el 0.06% y 0.07% para la distribución desfasada y uniforme de pago de recursos, respectivamente como se observa en la Tabla 12. Con estos resultados se puede considerar que no hay una diferencia significativa entre modelar el pago de recursos de manera desfasada o uniforme. Se puede observar en la Figura 24 que los egresos se atrasan en el tiempo debido a los créditos con proveedores, mientras que en la figura 25 se muestra que los egresos ocurren antes de que avance la obra.

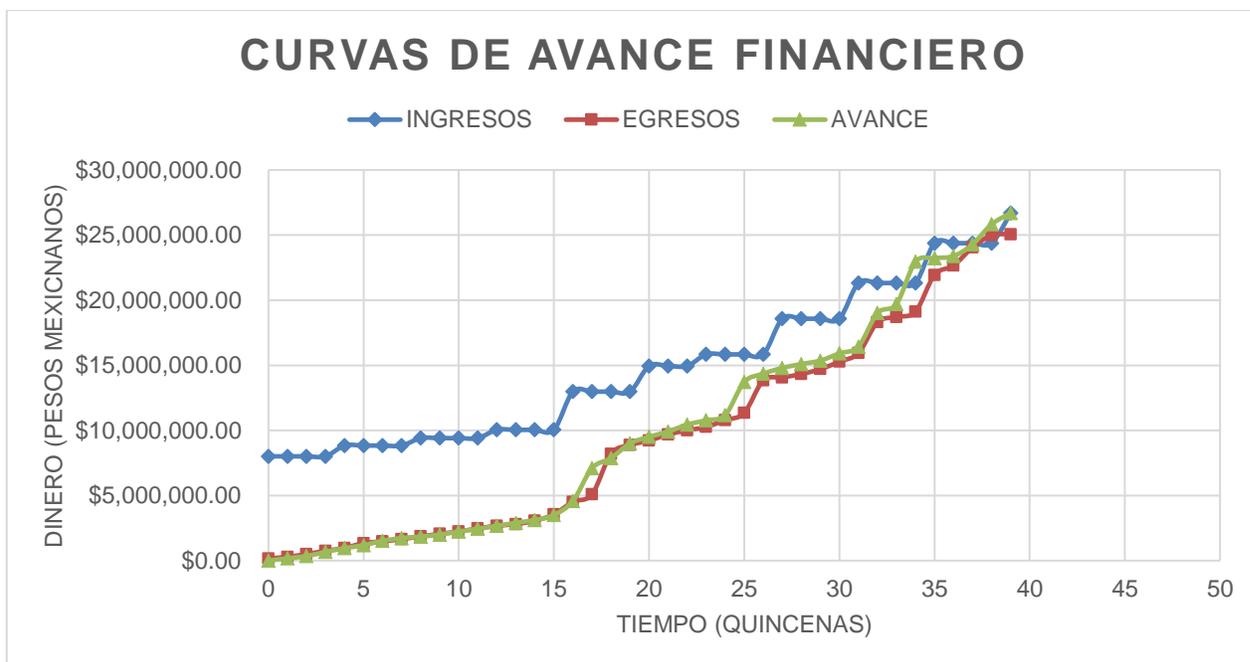


Figura 24. Caso 1.A. Distribución desfasada de pago de recursos (Fuente: Elaboración propia).

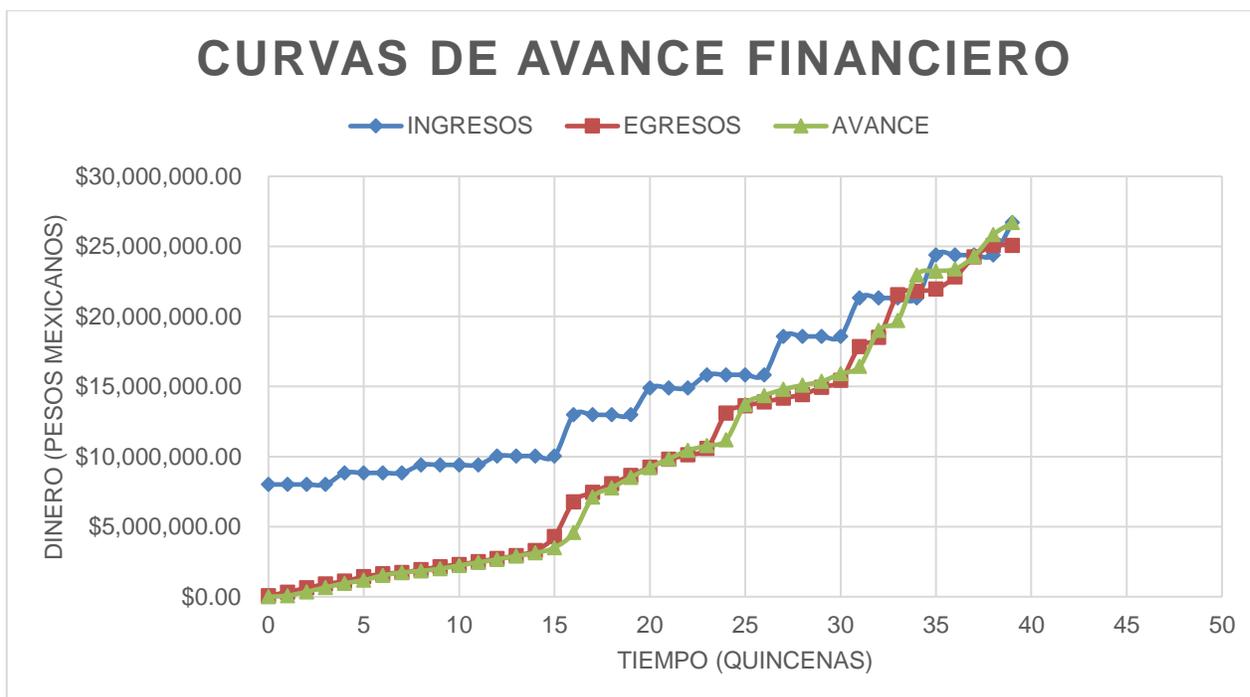


Figura 25. Caso 1.B. Distribución uniforme de pago de recursos (Fuente: Elaboración propia).

b) Caso 2

El caso 2 corresponde a una situación intermedia, donde la dependencia tarda en pagar las estimaciones (cada 60 días); el costo financiero representa el 0.01% y el 0.09% para las distribuciones desfasada y uniforme de pago de recursos respectivamente. Para este caso se sigue viendo que el costo financiero representa un porcentaje muy bajo del monto total de la obra. Aunque este costo sea bajo ya se puede ver una diferencia más marcada entre hacer el análisis financiero cambiando la distribución de los pagos de recursos.

En la Figura 26 se muestra que la curva de egresos está desfasada con respecto a la curva de avance, debido al efecto de los créditos con proveedores y ayuda a que la mayor parte del tiempo se tenga un flujo de efectivo positivo. Por otro lado, en la Figura 27 se muestra la curva de egresos con distribución uniforme, donde los egresos rebasan a los ingresos hacia el final de la obra.

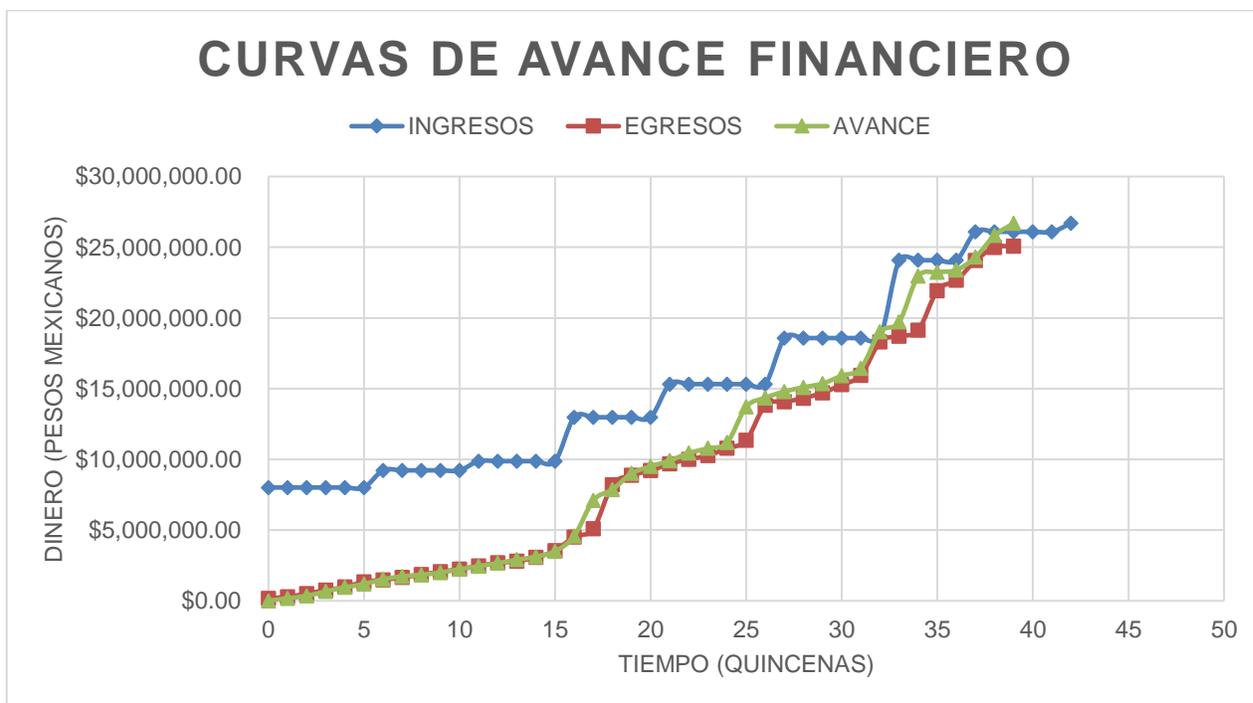


Figura 26. Caso 2.A. Distribución desfasada de pago de recursos (Fuente: Elaboración propia).

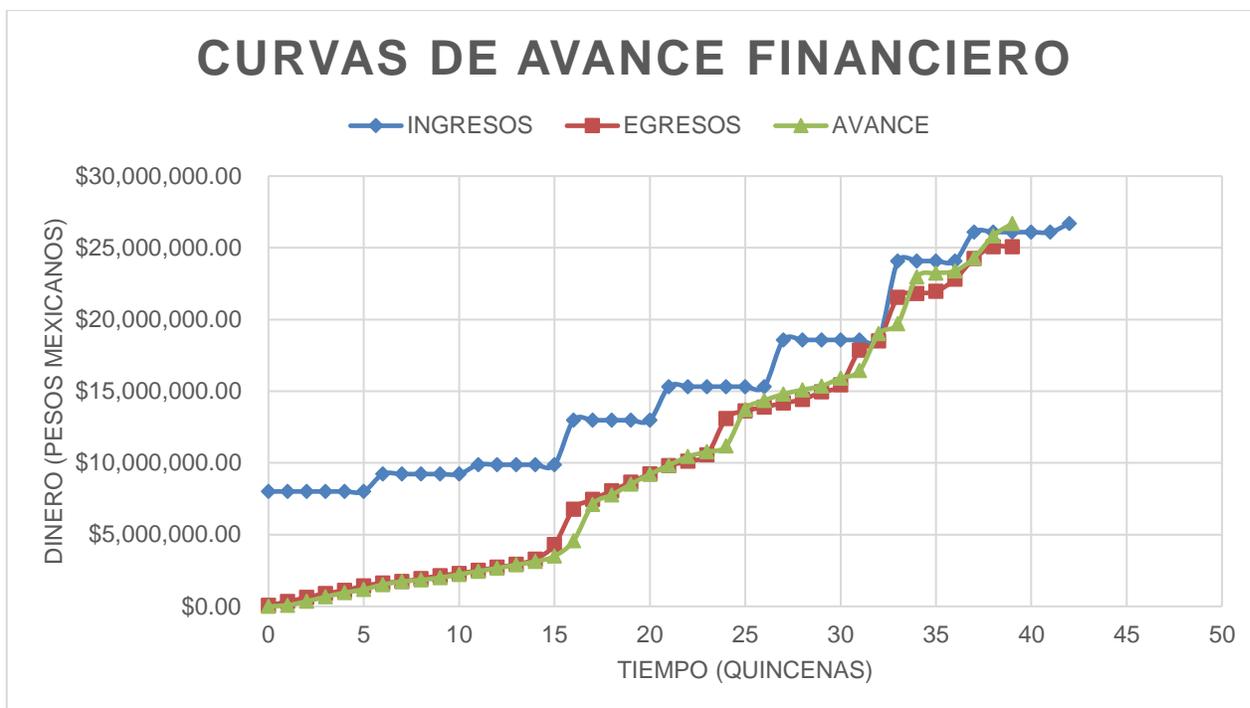


Figura 27. Caso 2.B. Distribución uniforme de pago de recursos (Fuente: Elaboración propia).

c) Caso 3

En el caso 3, representa la situación más desfavorable entre las dependencias que se estudiaron, donde se tardaban en pagar hasta 90 días una estimación. Se obtuvo que el costo financiero representa el 0.14% y 0.29% para la distribución de desfasada y uniforme de pago de recursos respectivamente. Tomando en cuenta que el costo financiero sigue representando poco con respecto al total de la obra, para la utilidad del 6.5% que se empieza a mermar con el pago de intereses, si empieza a ser un factor para considerar su importancia.

Se siguen cumpliendo las tendencias que se esperaban de las curvas de egresos se para las distribuciones desfasada y uniforme, mostradas en la Figura 28 y en la figura 29 respectivamente. Donde se observa como el pago desfasado de los recursos ayuda a tener un menor flujo de efectivo negativo y por ende un menor costo financiero.

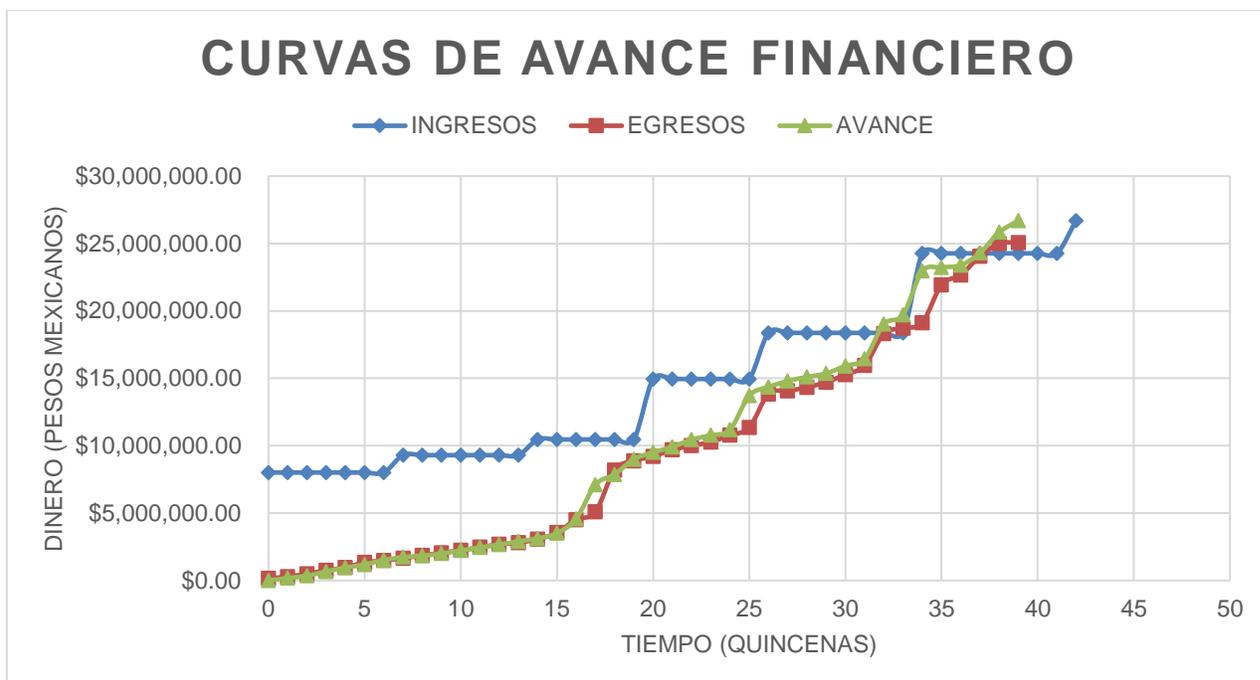


Figura 28. Caso 3.A. Distribución desfasada de pago de recursos (Fuente: Elaboración propia).

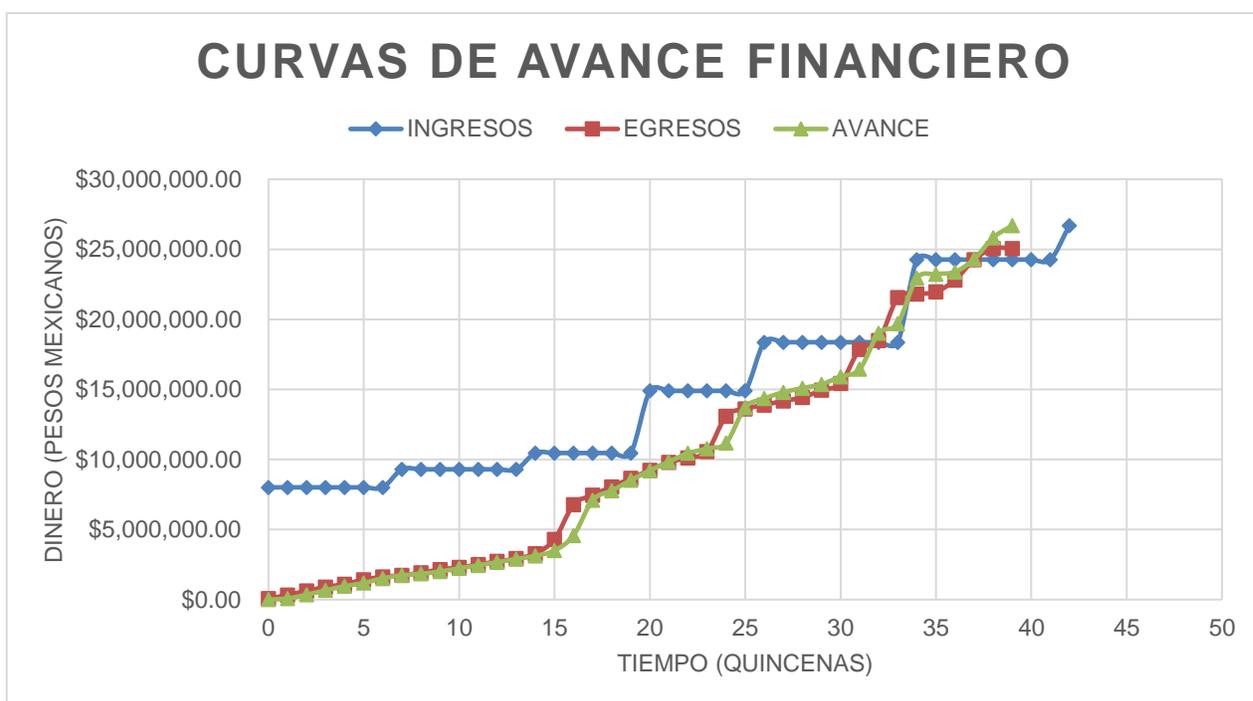


Figura 29. Caso 3.B. Distribución uniforme de pago de recursos (Fuente: Elaboración propia).

d) Caso 4

Para el caso 4, el cual corresponde a un caso hipotético y que se puede presentar en la realidad. Se modeló el caso en que la dependencia tarde en dar el anticipo 3 meses, se paga cada 90 días y donde el margen de utilidad es del 5%, donde prácticamente el inicio de la obra es financiado en su totalidad por el contratista. Se obtuvo que el costo financiero representa un 1.17% del costo total de la obra, o también se puede representar como el 22% de la utilidad. En la figura 30 se muestra que durante más de la mitad del tiempo de duración la obra, se presenta un flujo de efectivo negativo.

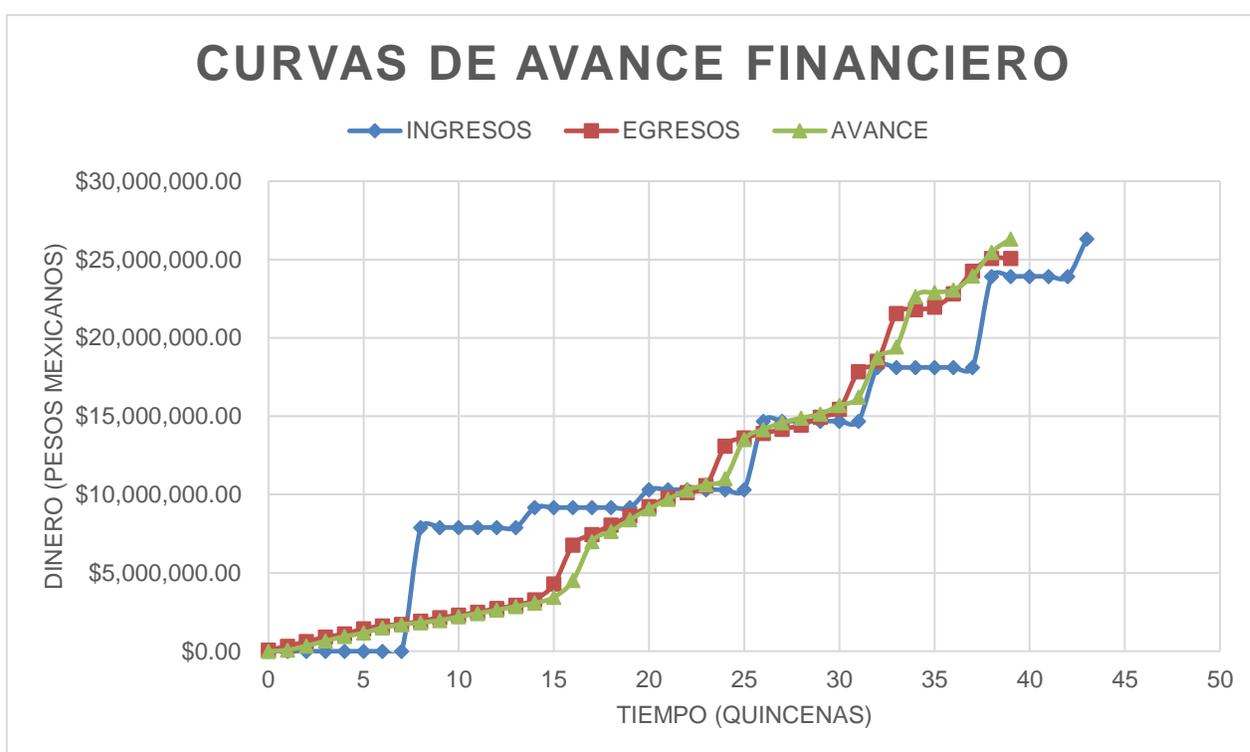


Figura 30. Caso 4. Distribución uniforme de pago de recursos, con el pago del anticipo 3 meses después de haber iniciado la obra. (Fuente: Elaboración propia).

e) Caso 5

En el caso 5 se quiso representar un caso hipotético donde no hubiera anticipo, y solo se paguen estimaciones de avance, al igual que el caso 4 los pagos salen cada 90 días y el margen de utilidad es del 5%. Este caso siendo el más desfavorable, también puede ocurrir en la realidad, más la obra privada que en la obra pública. Cómo se puede ver en la Figura 31, el financiamiento de toda la obra es cubierto por la empresa constructora y se obtuvo un costo financiero del 2.24% de total la obra, que de no tomarse en cuenta correspondería a la mitad de la utilidad, que se iría en pagos de intereses.

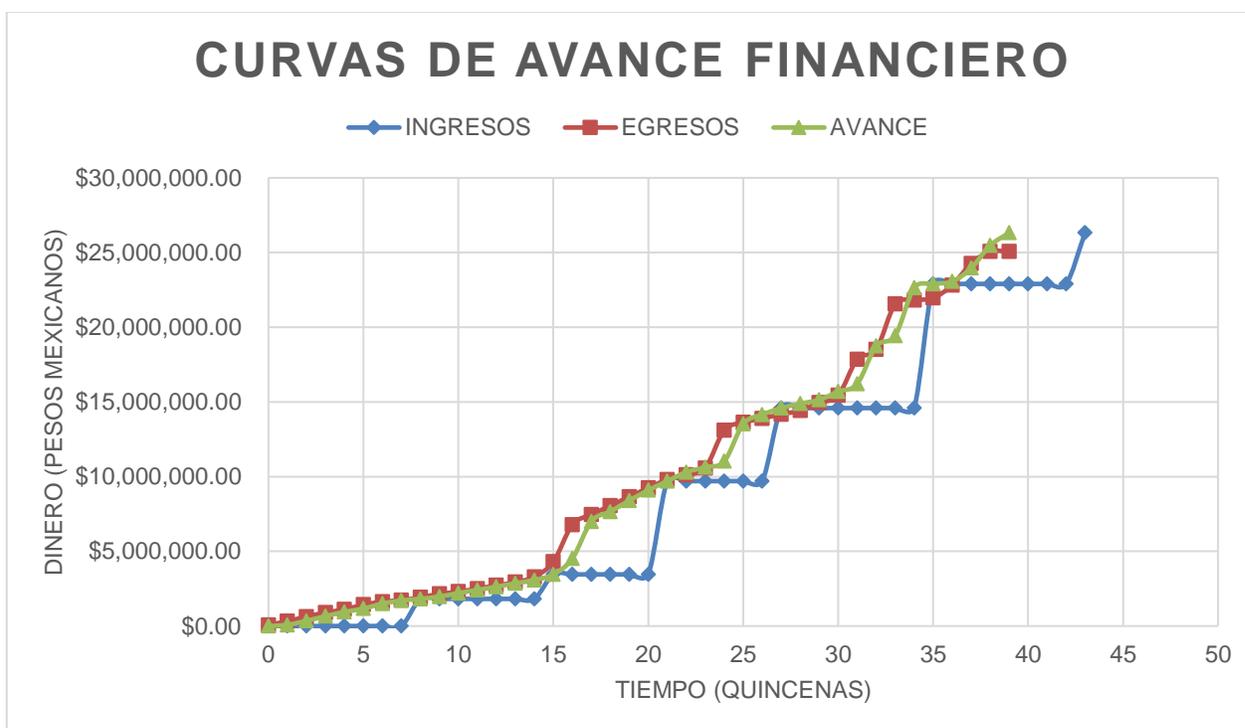


Figura 31. Caso 5. Distribución uniforme de pago de recursos sin anticipo. (Fuente: Elaboración propia).

CAPITULO 5: DISCUSIÓN.

En este capítulo se discuten los resultados que se obtuvieron en esta investigación.

En los casos 1, 2 y 3 no se tiene problema de liquidez, hasta cerca del final de la obra, aunque no es significativo el impacto del costo financiero. Es de gran importancia saber cuándo es necesario contar con el financiamiento, para procurar la adquisición de un crédito en alguna institución financiera, y con la ayuda de este análisis se puede contar con esa información.

Para los casos extremos 4 y 5, el costo financiero es un factor crítico que se debe analizar a detalle, porque tiene un impacto significativo en los costos indirectos. Tanto así que, si no se toma en cuenta para elaborar un presupuesto de obra, puede disminuir considerablemente la utilidad de esta, incluso hasta llegar a la pérdida financiera.

En general, en los casos 1, 2 y 3 no se presentaron problemas de liquidez porque el anticipo ayudó en gran medida a evitarlo; se consideró que el anticipo se iba erogando a medida que se iban consumiendo los recursos. Esto en la realidad no siempre sucede así; es común que los contratistas otorguen anticipos a sus subcontratistas y a sus principales proveedores de materiales para pactar precios, por posibles alzas en el mercado o para conseguir mejores condiciones por compras en volumen. Este tipo de prácticas es recomendable en obras grandes y de larga duración, como es el caso de la obra que se usó de prueba en esta investigación.

El modelo de análisis propuesto y la herramienta Profin permiten realizar las consideraciones de pagar anticipos de materiales y a subcontratos desde el inicio de la obra, de esta manera los análisis financieros serán más precisos y se acercarán más a la realidad.

Con los casos 4 y 5 se demostró que el anticipo es un factor sensible y de gran importancia que impacta en el costo financiero. En este estudio no se modeló los escenarios donde el anticipo se erogue con mayor velocidad, para otorgar a su vez

anticipos a subcontratistas y proveedores de materiales. Estos escenarios podrían dar como resultado pronósticos de flujo de efectivo más críticos y costos financieros más elevados; el efecto del uso del anticipo en el análisis financiero de una obra puede ser motivo especial de estudio, en el que el procedimiento y la herramienta desarrollada en este trabajo pueden ser de gran utilidad.

Un factor que demostró tener un impacto considerable, es la periodicidad del pago de estimaciones por el avance de los trabajos por parte del cliente. En este estudio se encontró que es muy común que las empresas de la región se demoren en cobrar sus estimaciones; se observa que el 62% de las causas por las que los contratistas tardan en ingresar estimaciones para cobro son imputables a la falta de organización de sus empresas. Esto denota la falta de esfuerzo que se le dedica a la tarea de cobrar, cuando es importante para mejorar el flujo de efectivo. Sumado a esto, algunas dependencias de gobierno se demoran más de lo convenido en hacer efectivo el pago, una vez que la estimación ya fue revisada y aprobada. El efecto del pago periódico de las estimaciones por avance de los trabajos se puede representar con facilidad en el modelo de análisis propuesto.

Otro de los factores que se vio que tiene un impacto importante a considerar, es el desfase del pago de recursos a proveedores. En todos los casos modelados, las curvas de avance financiero mostraron como se desfasa el pago a proveedores, lo que ayuda al flujo de efectivo de la obra. Los proveedores se han convertido en una de las principales fuentes de financiamiento para los contratistas como lo menciona Castillo (2000), al pactar tiempos más largos de crédito.

En todos los casos que se probó el modelo de análisis, se utilizó el mismo programa de obra con primeras fechas. Sería de interés evaluar en otro estudio el impacto financiero que se tendría al programar las actividades con últimas fechas, cambiar duraciones o mover en el tiempo ciertas actividades. Alavipour y Arditti (2018) plantearon un modelo que optimiza el programa financiero de la obra generado a partir de un programa CPM. Dichos casos serían muy sencillos de modelar teniendo la herramienta y la metodología que se plantea en este estudio.

Navon (1996) planteó que el mayor problema de los modelos de integración costo-tiempo para los análisis financieros es que la asociación de recursos consume mucho tiempo y que los intentos de computarizar estos modelos usualmente fracasan por problemas de compatibilidad entre conceptos de costo y actividades. Esto pasa cuando la relación entre concepto de costo y actividad no es uno a uno, es decir, que un concepto puede tener varias actividades del programa de obra o una actividad puede contener varios conceptos de costo.

El problema de compatibilidad fue resuelto con la metodología propuesta, integrando recursos y no conceptos a las actividades, y el tiempo se reduce considerablemente implementado el uso de modelos BIM y la herramienta Profin, que se adecuó para facilitar esta actividad. Cabe mencionar que aun con estos apoyos computacionales, realizar las capturas y la asociación de recursos a actividades requiere todavía de esfuerzos significativos, pero sin duda alguna, este tipo de herramientas facilita el análisis financiero a detalle, sobre todo en obras de tamaño grande.

En el caso de este estudio, la asociación costo-tiempo, es decir, la asociación de los elementos del presupuesto a las actividades del programa utilizando el modelo BIM, para el caso de estudio, tomó aproximadamente 40 horas hombre en el que no se considera ninguna curva de aprendizaje. Es importante considerar que el proyecto analizado tuvo un grado alto de complejidad.

El nivel de detalle al que se quiera alcanzar con el análisis financiero, queda a consideración del programador de obra, dependiendo de la información con que se cuente, el uso que se le dará y la etapa en que se encuentre el proyecto. Como se demostró en este estudio, mientras más factores que afectan el financiamiento se modelen de manera realista, los análisis serán más precisos, pero necesitará un mayor número de horas invertidas.

La tecnología BIM ha venido a facilitar la forma de administrar proyectos de construcción, por esto su uso está en auge alrededor del mundo (Eastman et al. 2011). Es una realidad que la tendencia en la industria de la construcción se inclina al uso de estas tecnologías y mientras más se propague su uso, más probabilidades tendrán de

convertirse en la norma para los proyectos de obra pública. Con esto, los proyectos que tengan un modelo BIM facilitarán la aplicación del modelo analítico propuesto y su herramienta.

El modelo BIM se integra al análisis financiero propuesto como fuente de información para la cuantificación de elementos de costo y permite que la asignación de elementos del modelo a las actividades se haga de manera sencilla e intuitiva, lo que ayuda a planear virtualmente la ejecución del proyecto.

La metodología y la herramienta propuestas pueden coadyuvar con la planeación detallada de proyectos; la facilidad para integrar los recursos a las actividades permite realizar programas de suministros y programas de pagos en un entorno dinámico y flexible, que puede irse actualizando a lo largo de la ejecución de la obra. La automatización de las tareas de cuantificación de los recursos, para cada periodo de ejecución, facilita el trabajo de procuración para los proyectos de construcción.

Este estudio se centró en analizar casos de obras de edificación, debido a que representa el mayor tipo de construcción en el estado y por tener un grado alto de complejidad al tener muchos elementos diferentes. Sin embargo, el procedimiento y la herramienta propuestos se pueden aplicar a cualquier tipo de obra, ya que los factores que intervienen en el análisis son aplicación general en los proyectos de construcción y son fácilmente manipulables. Se puede modelar una gran cantidad de escenarios; siendo las obras de tamaño grande las que mayor beneficio tendrían al aplicar la metodología y su herramienta debido a la facilidad de manipular gran cantidad de información inherente a su tipo.

Finalmente, el modelo de análisis propuesto y su herramienta pueden facilitar el análisis de riesgos al permitir variar con facilidad los factores, tanto internos como externos, que afectan el financiamiento de proyectos que pueden depender mucho de su flujo de efectivo, tal como comenta Martínez et al. (2000).

CAPITULO 6: CONCLUSIONES

Lo expuesto a continuación está fundamentado en la el trabajo de campo, revisión de la literatura nacional e internacional y en los resultados obtenidos en este estudio.

1. La planeación financiera en las empresas locales se efectúa de manera superficial. Esto confirma lo encontrado en estudios anteriores, en el sentido de que la gran mayoría de las empresas locales no realizan una planeación detallada.
2. Las empresas locales le dedican poco esfuerzo a la tarea de elaborar las estimaciones de avance para cobro al cliente, con la periodicidad adecuada.
3. En las dependencias de gobierno estudiadas existe una diferencia significativa entre la periodicidad de pago de estimaciones de avance para cobro pactada en el contrato y la real, la cual afecta negativamente al flujo de efectivo.
4. El anticipo es el factor que más impacta en el flujo de efectivo y en el costo financiero.
5. La distribución desfasada del pago de recursos es un factor importante a considerar para realizar los análisis financieros y la herramienta facilita su integración.
6. Considerar las condiciones de pago y convenios de crédito con proveedores de materiales en el análisis financiero favorece considerablemente al flujo de efectivo positivo y disminuye el costo financiero.
7. El procedimiento del modelo de análisis planteado es una guía para realizar la planeación detallada. Facilita la integración del tiempo (programa de obra), costo (base de datos de PU) y el modelo BIM (para automatizar la generación de volúmenes de obra).
8. El modelo de análisis junto con su herramienta tienen la capacidad de manipular toda la información necesaria y poder hacer pronósticos de flujo de efectivo que se acercan más a la realidad.
9. El procedimiento planteado en este estudio para el análisis financiero es aplicable a cualquier tipo de obra.

10. La integración de la tecnología BIM al análisis financiero aporta precisión a los volúmenes de obra y facilita el manejo de grandes cantidades de información.
11. Los requerimientos para el diseño de la herramienta computacional Profin, fueron proporcionados por el modelo de análisis propuesto en esta investigación.
12. Es recomendable seguir estudiando el efecto del uso del anticipo en el análisis financiero en los proyectos de construcción, lo que puede ser motivo especial de estudio.
13. Es motivo de otro estudio evaluar el impacto financiero que se tendría al programar las actividades con últimas fechas, cambiar duraciones o mover en el tiempo ciertas actividades.

REFERENCIAS.

- Abdul-Rahman H., Kho M., Wang C.(2014). Late Payment and Nonpayment Encountered by Contracting Firms in a Fast-Developing Economy. “Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice” ASCE 140(5) pp.131-139.
- Alavipour, R., and Arditi, D. (2018). Optimizing Financing Cost in Construction Projects with Fixed Project Duration. “*Journal Construction Engineering and Management*” .ASCE, 144(4), pp. 04018012-1–04018012-13.
- Ahuja, Hira N. (1994).Project Management: Techniques in Planning and Controlling Construction Projects 2ª edición, John Wiley & Sons, Inc. Canada, Alberta.
- Al-Issa, A. and Zayed, T. (2007). Factors Affect Project Cash Flow. “Construction Research Congress” (CRC), ASCE, Grand Bahamas Island, Mayo 6-8.
- Al-Joburi K., Al-Aomar R., Bahri M.(2012) Analyzing the Impact of Negative Cash Flow on Construction Performance in the Dubai Area “Journal of Management in Engineering” ASCE 28 (4), pp. 382-390.
- Alcudia V. C. (2002). Propuesta de un sistema integral de planeación y control de proyectos de construcción en Yucatán. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Boussabaine A., Elhag T. (1999). Applying fuzzy techniques to cash flow analysis. “Construction Management and Economics” (17) pp. 745-755.
- Castillo Alejandro, (2000) Pilas a la Nueva Banca, “Expansión” (México), Abril 2000, núm. 788, pp. 46-54
- Chen, H., OBrien, W. J., and Herbsman, Z. J. (2005). Assessing the Accuracy of Cash Flow Models: The Significance of Payment Conditions. “Journal: Construction Engineering and Management”. ASCE-, Vol. 131(6), PP. 669-676.

- Chung, K. (2013). The EOQ model with defective items and partially permissible delay in payments linked to order quantity derived analytically in the supply chain management. "Appl. Math. Modell"., 37(4), pp. 2317–2326.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2011) BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. John Wiley & Sons.
- García Carlos, Zaragoza Nicolás, Pech Josué, Desarrollo de una herramienta computacional para el análisis de financiamiento de las obras que incluyan las obligaciones tributarias y las condiciones de pago a proveedores, Revista Académica de la Facultad de Ingeniería UADY (México), 8-2, 2004, pp. 81-90.
- Gonzalez F. José; Zaragoza G., Nicolas; Alcudia V., Carlos; Díaz R. José. (2008) Sistema Integral para la Planeación y Control de Proyectos para las PYMES de construcción. Memorias del 1er. Congreso Administración y Tecnología para la Arquitectura, Diseño e Ingeniería. División de Ciencias y Artes para el Diseño. Universidad Autónoma Metropolitana. Plantel Azcapotzalco. México D.F., Octubre 9-11 2007, publicado Junio 2008, pp. 81-108.
- Halpin D., Woodhead R. (1994). Construction Management 2ª edición, John Wiley & Sons, Inc. USA.
- Hegazy, T., and Kassab, M. (2003). Resource optimization using combined simulation and genetic algorithms. "Journal Construction Engineering and Management" .ASCE, 129(6), pp. 698–705.
- Isikdag, U., Underwood, J., Aouad, G. (2008) An investigation into the applicability of building information models in geospatial environment in support of site selection and fire response management processes. Advanced Engineering Informatics 22:504–519.
- Jiang A., Issa R., Malek M. (2011). Construction Project Cash Flow Planning Using the Pareto Optimally Efficiency Network Model. "Journal of Civil Engineering and Management", ASCE 17 (4), pp 510-519.
- Kaka, A., Lewis, J. (2003). Development of a company-level dynamic cash flow forecasting model (DYCAFF). "Journal: Construction Management and Economics" ASCE, Vol. 21(7), PP. 693-705.

- Kaka, A. P. Price, A. D. F. (1993). Modelling standard cost commitment curves for contractors cash flow forecasting, "Construction Management and Economics" 11(4): 271–283.
- Kenley R., Wilson O. (1989). A construction project net cash flow model. "Construction Management and Economics" (7), pp 3-18.
- Kymmel (2008). Building Information Modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations, New York, Mc Graw Hill
- Liu, Y., Zayed, T., and Li, S. (2009). Cash Flow Analysis of Construction Projects. "Canadian Society of Civil Engineering (CSCE) Conference", St. John's, Newfoundland, Canada, Mayo 27-30, ICS-201.
- Martinez, L. Halpin, D. Rodriguez, I. (2000) Combining Qualitative and Quantitative factors in Risk Analysis of Cash flow Dependent Infrastructure Projects. "Construction Congress VI", Orlando, Florida, USA. Febrero 20-22 (ASCE)
- Navon, R. (1996) Company-level cash-flow management. "Journal Construction Engineering and Management", ASCE 122(1),pp. 22–29.
- Park H., Han S., Russell J. (2005). Cash Flow Forecasting Model for General Contractors Using Moving Weights of Cost Categories. "Journal of Management in Engineering", ASCE 21(4) pp 164-172.
- Pennsylvania State University (2011). Building Information Modeling Execution Planing Guide. The Computer Integrated Construction Research Program.
- Pettigrew, R. (2003). The need for payment controls in the construction industry - An overview, "Thomas Telford", London.
- Singh, S., Lakanathan, G. (1992). Computer based cash flow model, "Proc. of The 36th Annual Trans., American Association of Cost Engineers, Morgantown, VA, R5.1–R5.14.
- Touran, A., Atgun, M., and Bhurisith, I. (2004). Analysis of the United States Department of Transportation prompts pay provisions. *Journal Construction Engineering and Management*, 130(5), pp. 719–725.

- Yang, H., and Chang, C. (2013). A two-warehouse partial backlogging inventory model for deteriorating items with permissible delay in payment under inflation. “Appl. Math. Modell”., 37(5), 2717–2726.
- Zhou, Y., Zhong, Y., and Wahab, M. I. M. (2013). How to make the replenishment and payment strategy under flexible two-part trade credit. “Comput. Oper. Res”., 40(5), 1328–1338.

APENDICE A

Cuestionario para dependencias

Nombre de la dependencia:

Nombre:

Puesto:

Fecha:

Generalidades de la dependencia

1. A qué nivel de gobierno pertenece
 - Municipal ()
 - Estatal ()
 - Federal ()
2. Tipo de obra que realiza
 - Edificación ()
 - Vivienda ()
 - Vías terrestres ()
 - Instalaciones ()
 - Otro:
3. Número aproximado de proyectos de construcción ejecutados en el año 2014: _____

Anticipo

4. ¿Proporciona anticipo la dependencia para la ejecución de las obras?
5. ¿Cuál es el porcentaje de anticipo que maneja la dependencia? ¿Está estipulado en el contrato?
6. ¿En todas las obras se otorga el mismo porcentaje de anticipo? (Proporcionar rango en caso de no ser el mismo)

Periodos de estimación

7. ¿Con qué periodicidad permite la dependencia a los contratistas ingresar sus estimaciones para cobro?

8. ¿Los contratistas cumplen con la periodicidad antes dicha? Especifique un rango de tiempo para el contratista más cumplido y el más atrasado.

9. En promedio. ¿Cuánto tiempo tarda la supervisión en revisar y aprobar una estimación? (incluyendo correcciones)

10. ¿Cuánto tiempo tarda en pagar la dependencia una vez que la estimación ya fue revisada y aprobada por la supervisión? (En caso de variar especifique un rango de tiempo).

11. ¿Es posible para los contratistas ingresar una estimación para cobro si existe una estimación anterior que no ha sido aprobada por la supervisión?

Fianzas y seguros

12. ¿Qué tipo de fianza se le solicita a los contratistas?
 - Fianza de anticipo ()
 - Fianza de garantía y vicios ocultos ()
 - Otro:

13. ¿Qué porcentaje del monto de la obra asegura la fianza de garantía y vicios ocultos?

14. ¿Maneja algún tipo de retención del monto de la obra? ¿Cuál es el porcentaje del monto de la obra que es retenido? ¿Cuándo es liberado el monto retenido?

APENDICE B

Cuestionario Contratistas

Empresa: _____ Nombre: _____ Puesto: _____ Fecha:

Generalidades de la empresa

1. Año de constitución: _____
2. Giro:
 - Edificación ()
 - Vivienda ()
 - Vías terrestres ()
 - Instalaciones ()
 - Otro:
3. Número aproximado de proyectos ejecutados en el 2014-2015: _____
4. Nombre de la dependencia con la que contrata.
 - IDEFEY ()
 - Secretaría de Obras Públicas ()
 - Obras Públicas del Ayuntamiento de Mérida ()
 - UADY ()

Anticipo

5. ¿Proporciona anticipo la dependencia con la que contrata?

Dependencia	Sí	No
IDEFEY		
SOP		
OP Ayuntamiento		
UADY		

6. En promedio, ¿cuál es el porcentaje de anticipo que maneja la dependencia?

Dependencia	%
IDEFEY	
SOP	
OP Ayuntamiento	
UADY	

7. ¿La dependencia entrega el anticipo antes o después de comenzar la obra? (En caso de ser después indicar cuantos días)

Dependencia	Antes	Después
IDEFEY		
SOP		
OP Ayuntamiento		
UADY		

Periodos de estimación

8. ¿Con qué periodicidad le permite la dependencia ingresar una estimación? ¿Es la misma especificada en el contrato?

Dependencia	Periodicidad según contrato	Días
IDEFEY	30 días	
SOP	30 días	
OP Ayuntamiento	30 días	
UADY	15 días	

9. ¿Con qué periodicidad ingresa sus estimaciones? (En caso de variar especifique un rango de tiempo)

Dependencia	Periodicidad real (días)
IDEFEY	
SOP	
OP Ayuntamiento	
UADY	

10. En caso de atrasarse en ingresar sus estimaciones ¿cuáles serían las principales razones?

11. En promedio. ¿Cuánto tiempo tarda en revisar una estimación la supervisión?
(Incluyendo correcciones)

Dependencia	Tiempo de revisión según contrato	Tiempo de revisión de generadora (Días)	Tiempo de revisión de estimación, firma y autorización (Días)
IDEFEY	7 días		
SOP	10 días		
OP Ayuntamiento	10 días		
UADY	7 días		

12. ¿Cuánto tiempo tarda en pagar la dependencia una vez que la estimación ya fue revisada y aprobada por la supervisión? (En caso de variar especifique un rango de tiempo)

Dependencia	Tiempo de pago según contrato	Tiempo de pago real (Días)
IDEFEY	15 días	
SOP	15 días	
OP Ayuntamiento	20 días	
UADY	15 días	

Pago de materiales

13. ¿Maneja crédito con sus proveedores?

14. De los siguientes materiales. ¿Cuáles son las condiciones de pago con sus proveedores?

Materiales	Contado	Anticipo (%)	Crédito (días)
Acero			
Cemento			
Madera			
Concreto premezclado			
Agregados pétreos			
Block			
Viguetas			
Cal			

Pegazulejo			
Porcelanato			
Malla electro soldada			
Cable eléctrico			
Vestidura eléctrica			
Muebles sanitarios			

Subcontratos

15. En la siguiente tabla marque con una X la opción que corresponde a la práctica que maneja su organización con sus empresas subcontratistas. En caso de no encontrar la opción que se ajuste a práctica, especifique en el renglón de "otro".

Especialidad	Componentes subcontratados	Pago por porcentaje de avance	Pago por conceptos	Otro (especifique)
Electricidad	Materiales ()			
	Mano de obra ()			
	Otro:			
Hidrosanitario	Materiales ()			
	Mano de obra ()			
	Otro:			
Aire acondicionado	Materiales ()			
	Mano de obra ()			
	Otro:			
Cancelería	Materiales ()			
	Mano de obra ()			
	Otro:			
Tablaroca	Materiales ()			
	Mano de obra ()			
	Otro:			
Herrería	Materiales ()			
	Mano de obra ()			
	Otro:			
Estructura de acero	Materiales ()			
	Mano de obra ()			
	Otro:			

16. De las siguientes especialidades. ¿Cuáles son las condiciones de pago con sus subcontratos?

Especialidad	% de anticipo	Periodicidad de pago	Observaciones
Electricidad			
Hidrosanitario			
Aire acondicionado			
Cancelería			
Tablaroca			
Herrería			
Estructura de acero			

Financiamiento

17. Cuando la obra enfrenta problemas de liquidez lo resuelve con:

- Capital de la empresa
- Banca comercial
- Crédito con proveedores
- Otro:

18. En caso de tramitar un crédito con la banca comercial ¿qué porcentaje del valor de la obra es financiado?

19. En caso de manejar créditos con la banca comercial, en promedio ¿con qué tasa de interés anual ha contratado?

Fianzas y seguros

20. En la siguiente tabla marque con una "X" si corresponde a lo que especifica la dependencia, en caso contrario especifique lo que se cumple en la práctica.

Dependencia	Tipo de fianza	Porcentaje asegurado	Cumple
IDEFEY	Anticipo	100%	
	Cumplimiento	10%	
	Garantía y vicios ocultos	10%	
SOP	Anticipo	100%	
	Cumplimiento	10%	
	Garantía y vicios ocultos	10%	
OP Ayuntamiento	Anticipo	100%	
	Cumplimiento	10%	
	Garantía y vicios ocultos	10%	
UADY	Anticipo	100%	
	Garantía y vicios ocultos	10%	

21. En promedio, ¿qué porcentaje del monto de la obra es usado en gastos de expedición de fianzas?

Indirectos

22. En promedio, ¿qué porcentaje del monto de la obra es usado para la administración de la oficina central?

23. En promedio, ¿qué porcentaje del monto de la obra es usado para la administración de la obra?

24. En promedio, ¿qué porcentaje del monto de la obra es usado para la seguridad de la obra?

25. En promedio, ¿qué porcentaje del monto de la obra es usado para obras provisionales? (bodega, tapiales etc.)
26. ¿Cuál es la periodicidad para el pago del seguro social de la mano de obra?
27. ¿Con qué periodicidad paga el seguro social de la mano de obra? (En caso de variar especifique un rango de tiempo)

