



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

CAMPUS GUADALAJARA

“PROGRAMACIÓN DE OBRA (VIVIENDA EN SERIE)”

Miguel Ángel Sasso Pomar

Tesis presentada para optar por el grado de
Maestro en Administración de la Construcción con
Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,
según acuerdo número 994188 con fecha 09-VII-99.

Zapopan, Jal., 24 de Junio 2013

DEDICATORIA

A mis padres les dedico esta Tesis en agradecimiento por todo lo que me han enseñado, por darme las bases para convertirme en lo que soy y por guiarme en el camino del amor y la búsqueda de Dios...

...Los amo.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por amarme incondicionalmente, por haberme dado la vida que tengo y por guiarme y darme la fortaleza para ser un hombre de bien, gracias Señor porque eres fiel y todo lo puedo en tu nombre.

A mis padres: No encuentro las palabras para agradecerles todo el amor que me han dado siempre, por ser mi guía, mi ejemplo, por estar en cada momento, por apoyarme en todas mis decisiones y por ser mis amigos, en especial a ti papá por nunca darte por rendido y enseñarme con tu ejemplo que el que persevera alcanza, y a ti mamá por enseñarme una de las formas de amor más hermosas que existen, que Dios los bendiga.

A mi novia Sonia Euan: Gracias por compartir tantos momentos hermosos conmigo, por entenderme, por motivarme, por escucharme, por dejarme aprender a ver el mundo con tus ojos y por compartir la forma en que yo lo veo, le doy gracias a Dios por tu vida, que te bendiga siempre y a donde quiera que vayas. Y recuerda amor que el futuro está en nosotros. Te amo.

A mis maestros: Mi más profundo agradecimiento a ustedes, por compartir sus experiencias, por esforzarse para transmitir el mejor de los conocimientos: la calidad humana, por recordarnos los valores que son tan importantes de conservar y por no desistir en la difícil labor de enseñar. Un especial agradecimiento a mi director de Tesis el Mtro. Darío Acosta Acosta por apoyarme constantemente en la realización de este documento con sus sabios consejos y experiencias, a los Dres. Francisco Orozco y Sergio Velázquez por su ayuda tan amable y desinteresada por sus opiniones y consejos, y a muchos otros que no alcanzo a citar.

A mis hermanos: Que aunque la vida nos lleve por caminos distantes siempre estamos ahí, por platicarme sus experiencias y darme buenos consejos, un sincero agradecimiento y mi admiración.

A mis amigos: Por darle tan buen sabor a la vida, por estar ahí siempre que es necesario y por aceptarme en sus vidas a pesar de las grandes diferencias que podemos tener, en especial a Kiyoshi Hayashi, Miguel Viayra, Roberto Cerezo, Rubén Hernández, Marjolui De Freitas, Jorge Pineda, Cesar González, Hernán Gómez, entre muchos otros.

A la Universidad Panamericana: Por recibirme en su casa, por darme las herramientas para seguir aprendiendo y seguirme desarrollando como un profesionalista honesto y capaz y por exigirme a sacar lo mejor de mí.

Y un muy especial agradecimiento a la CANADEVI Jalisco: Por su tan amable atención y su apoyo, que sin él, este trabajo no sería el mismo. En especial a Joaquín García y a Begoña López, espero que este estudio les sea de mucha utilidad.

CONTENIDO

Índice de figuras	VI
Índice de tablas.....	VII
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 El porqué de la Tesis.....	2
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Hipótesis y Objetivos.....	8
1.3.1 Objetivos principales.....	9
1.4 Limitaciones y alcances	9
1.5 Metodología	10
1.6 Descripción y organización de la Tesis.....	10
Capítulo 2. MARCO TEÓRICO	11
2.1 Introducción	12
2.2 Fuentes de información	12
2.3 Programación de obra.....	13
2.4 Programa de Obra	13
2.5 Métodos para programación de vivienda en serie.....	14
2.5.1 Diagrama de Gantt.....	15
2.5.2 Diagramas de red.....	18
2.5.3 Método de la Ruta Crítica, MRC ó CPM.....	19
2.5.4 Técnica de Revisión y Evaluación de Proyectos PERT	22
2.5.5 Programación Rítmica	23
2.5.6 Línea de Balance	27
2.6 Seguimiento y control de obra	30
2.7 Observaciones y comentarios.....	31
Capítulo 3. MEDICIÓN	34
3.1 Introducción	35
3.2 Tamaño de la población y de la muestra	36

3.3 Sistema de medición	38
3.4 Diseño de la herramienta de medición	38
3.5 Concentración de resultados	43
3.6 Observaciones y comentarios.....	46
Capítulo 4. ANÁLISIS	47
4.1 Introducción	48
4.2 Método de análisis.....	48
4.3 Análisis de los resultados	50
4.3.1 Tamaño y experiencia de la empresa	50
4.3.2 Programación de obra en las empresas constructoras de vivienda en serie 54	
4.3.3 Métodos de programación utilizados por empresas del estudio.....	55
4.3.4 Software más utilizado para programación de obra	59
4.3.5 Software vs. Método de programación	59
4.3.6 Nivel de seguimiento que se les da a los programas de obra	64
4.3.7 Nivel de satisfacción que tienen las empresas con su método de programación	69
4.3.8 Análisis de preguntas abiertas	72
4.4 Observaciones y comentarios.....	77
Capítulo 5. CONCLUSIONES	78
5.1 Introducción	79
5.2 Conclusiones	79
5.2.1 Conclusión de la hipótesis planteada.....	81
5.3 Recomendaciones	81
5.4 Futuras líneas de investigación	83
REFERENCIAS	84
Anexo A	87
Anexo B	88

Índice de figuras

Figura 1-1. Representación de Diagrama de Gantt en MS Project.....	5
Figura 1-2. Ejemplo de programación rítmica (Harasic, 1971).	6
Figura 1-3. Ejemplo programa de viviendas con línea de balance (Loría, 2010).	8
Figura 1-4. CANADEVI Jalisco.	9
Figura 2-1. Ejemplo de Diagrama de Gantt.(Hinojosa, 2012).	17
Figura 2-2. Tipos de ligas entre actividades.	17
Figura 2-3. Comparación en las convenciones AEN y AEF (Heizer y Render, 2004).	19
Figura 2-4. Convención diagrama de red para AEN (Barrantes, 2012).	20
Figura 2-5. Gráfico de ejemplo de ajuste de duración mayor que el ritmo (Mellado, 2011).	24
Figura 2-6. Nomenclatura diagrama de mallas.	25
Figura 2-7. Ejemplo de diagrama de mallas (Hasaric, 1971; citado en Inzulza, 2007).	25
Figura 2-8. Gráfico dentado, duraciones diferentes al ritmo	25
Figura 2-9. Gráfico dentado con holgura (Hasaric, 1971; citado en Inzulza, 2007)..	26
Figura 2-10. Representación gráfica de la LOB (Loria, 2010).	27
Figura 2-11. Comparación LOB recursos balanceados. (Loria, 2010)	29
Figura 2-12. Gráfica de curva de producción acumulada.....	31
Figura 3-1. Encuesta de aplicación (Página 1).	40
Figura 3-2. Encuesta de aplicación (Página 2).	41
Figura 3-3. Encuesta de aplicación (Página 3).	42
Figura 3-4. Encuesta de aplicación (Página 4).	43
Figura 4-1. Tamaño de las empresas que participaron.	51
Figura 4-2. Viviendas anuales Vs. Número de empleados.	52
Figura 4-3. Viviendas anuales Vs. Años de experiencia.	52
Figura 4-4. Ventas anuales Vs. Tamaño de la empresa.	53
Figura 4-5. Utilización de los programas de obra.	55
Figura 4-6. Utilización de los métodos de programación por empresa.	56
Figura 4-7. Utilización de programas por método agrupado.....	57
Figura 4-8. Utilización de los métodos de programación.....	58
Figura 4-9. Utilización de Software para la programación de obra.	59
Figura 4-10. Métodos de programación de las empresas que utilizan MS Project. ..	60

Figura 4-11. Métodos de programación de las empresas que utilizan Excel.	62
Figura 4-12. Utilización de Programación Financiera y Programas de Materiales según software.	63
Figura 4-13. Frecuencia de revisión de los programas de obra.	64
Figura 4-14. Causas de falla de los programas de obra.	65
Figura 4-15. Motivación de las empresas para hacer programas de obra.	67
Figura 4-16. Importancia de los programas de obra: Al comienzo Vs. En la ejecución.	68
Figura 4-17. Utilización vs. Utilidad.	69
Figura 4-18. Conocimiento Vs. Satisfacción.	70
Figura 4-19. Utilidad vs. Satisfacción.	71

Índice de tablas

Tabla 3-1. Concentración de resultados (Sobre la empresa).	44
Tabla 4-1. Método de análisis y valorización Likert.	49
Tabla 4-2. Concentración de resultados preguntas 2-5.	50
Tabla 4-3. Tamaño de las empresas que participaron.	51
Tabla 4-4. Nivel de utilización de los programas de obra.	55
Tabla 4-5. Utilización de métodos de programación por empresa.	56
Tabla 4-6. Utilización de los métodos de programación para empresas que utilizan MS Project.	60
Tabla 4-7. Utilización de los métodos de programación para empresas que utilizan Excel.	62

Capítulo 1. **INTRODUCCIÓN**

1.1 El porqué de la Tesis

La planeación es fundamental para los proyectos, y una muy buena forma para construir viviendas es administrando su construcción como proyectos. Según mi experiencia, la planeación que se realiza en nuestro medio en este tipo de proyectos puede ser mejorada, y realizo esta Tesis con la finalidad de diagnosticar a las empresas que se dedican a construir viviendas, ya que para poder proponer alguna mejora, primero es necesario conocer el problema.

He tenido la fortuna de trabajar en una empresa constructora de vivienda la cual me permitió desarrollar un proyecto para incluir la programación de obra en la empresa partiendo prácticamente desde cero, hasta llegar al punto donde los programas de obra son realmente indispensables, donde cada residente encargado de alguna área de construcción tiene sus programas siempre a la mano y le da seguimiento constante a las actividades que se tienen que estar realizando, donde no son necesarias requisiciones de materiales para la ejecución de la obra, sino que se tienen elaborados programas de suministro desde el comienzo de la construcción con las fechas previstas para la entrega de todos ellos, donde semana a semana se puede analizar una comparativa de ¿cómo vamos? contra ¿cómo deberíamos de ir? que cabe mencionar es de gran utilidad para tener el volante del proyecto en las manos y saber qué acciones tomar.

Es de mi interés comprender la situación actual en mi entorno respecto a otras empresas para seguir buscando mejoras, expandir y compartir los conocimientos que he desarrollado en base a la programación de vivienda y las herramientas que en la actualidad pueden utilizarse para que de manera práctica se tenga una punta de lanza para los proyectos de construcción de viviendas que muchas veces no la tienen o no la utilizan.

Por otra parte, también tengo como objetivo (y no por eso menos importante) utilizar este trabajo para aplicar los conocimientos adquiridos en mi presente nivel de estudios y obtener el grado de Maestro en Administración de la Construcción.

1.2 Antecedentes

Los proyectos se definen como una serie de tareas relacionadas dirigidas hacia un resultado importante (Heizer y Render, 2004). Los proyectos que requieren meses o años para completarse como los proyectos de construcción, suelen desarrollarse fuera de los sistemas normales de producción. La administración de un proyecto de este tipo según Heizer y Render (2004) comprende 3 etapas:

1. *Planeación*: Esta etapa incluye establecer metas, definir el proyecto y organizar el equipo de trabajo.
2. *Programación*: En esta etapa se establece una conexión entre las personas, el dinero y los suministros con actividades específicas, y la relación entre las actividades.
3. *Control*: La empresa da seguimiento a recursos, costos, calidad y presupuestos. También revisa o cambia los planes y canaliza los recursos para satisfacer las demandas de costo y tiempo.

En la actualidad existe una gran cantidad de herramientas que son de suma utilidad, la evolución de la tecnología cada día genera más exigencias para la actualización de métodos en la elaboración de cualquier tarea. Para el caso de la construcción en general y más aún en la construcción de viviendas existe una gran competencia en el mercado que tiende a que los competidores tengan que ser más eficientes en sus ciclos productivos y una de las áreas en las que se puede mejorar notablemente es en el ciclo de construcción.

La industria de la construcción usualmente presenta ciertas complicaciones especiales, ya que en la mayoría de sus proyectos se necesitan grandes cantidades de recursos y se tienen riesgos elevados, esto puede ocasionar que alguna variación produzca cambios muy importantes como: inmensos sobrecostos, pérdida de utilidades, conflictos legales e incluso hasta la bancarrota de la empresa. De ahí la importancia de tener un plan, que sirva como guion para la construcción de los proyectos y dar pasos con más seguros de hacia dónde se va.

Según mi experiencia son pocas las empresas constructoras de vivienda en serie de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) las que realizan y dan seguimiento a sus programas de obra, en pláticas con colegas en el ramo se pueden escuchar comentarios como: “Los programas de obra no sirven para nada” o “Los programas sólo son un requisito más para poder hacer el contrato”.

“En la práctica el error que se comete más a menudo es que la técnica se utiliza únicamente al principio del proyecto, es decir, al desarrollar un plan y su programación y después se cuelga en la pared el diagrama resultante, olvidándose durante el resto de la vida del proyecto.”

(ITESCAM, 2012)

Sin embargo en otros países en desarrollo o de primer mundo se han desarrollado estudios y trabajos de *Tesis* acerca de la programación de obra y algunos en específico sobre técnicas para programar construcción de vivienda, lo cual hace notar que en estas regiones se entiende la importancia de la correcta aplicación de estas herramientas y de los beneficios que se pueden obtener de ello.

Con el tiempo se han desarrollado varias herramientas para la programación de obra de las cuales se pueden destacar:

- **Diagrama de Gantt, de Barras o Carta de Gantt.** Creado y difundido por Henry Laurence Gantt entre 1910 y 1915, es una metodología gráfica la cual permite ver actividades representadas como barras en una hoja de escala de tiempo. A pesar de que en un principio no indicaba la relación existente entre las actividades, la posición de las tareas en la escala del tiempo hace que puedan identificarse esas relaciones. En la actualidad todos los programas computacionales que emplean este método dan la opción de marcar las relaciones entre las actividades con flechas o líneas, actualmente el diagrama de Gantt se utiliza en conjunto con otras herramientas dentro de los sistemas de programación y es una de las formas más populares para representar gráficamente las actividades de un programa ya que es muy útil para resaltar visualmente la ruta crítica.

pesimista, la duración optimista y la duración normal. De igual manera que CPM utiliza: comienzo temprano (ES), comienzo tardío (LS), terminación temprana (EF) y terminación tardía (LF) para sus cálculos de las duraciones. Una de las partes más famosas de esta técnica son las llamadas Redes PERT, que son la utilización de los diagramas de red para dar una representación gráfica de las actividades conectadas y facilitar su comprensión. Existen dos maneras de utilizar los diagramas de red: Actividades en los nodos (AEN) y Actividades en las flechas (AEF) y las diferencias entre ellas son que en AEN los nodos representan actividades y las flechas las relaciones entre ellas y en AEF, los nodos representan eventos de inicio y terminación de una actividad y las flechas representan a las actividades. Una consideración importante es que este método tiene dificultades para traslapar actividades.

- **Programación Rítmica.** Es un sistema de programación de elementos repetitivos, en el cual todas sus actividades se llevan a cabo en un cierto periodo de tiempo común denominado ritmo.

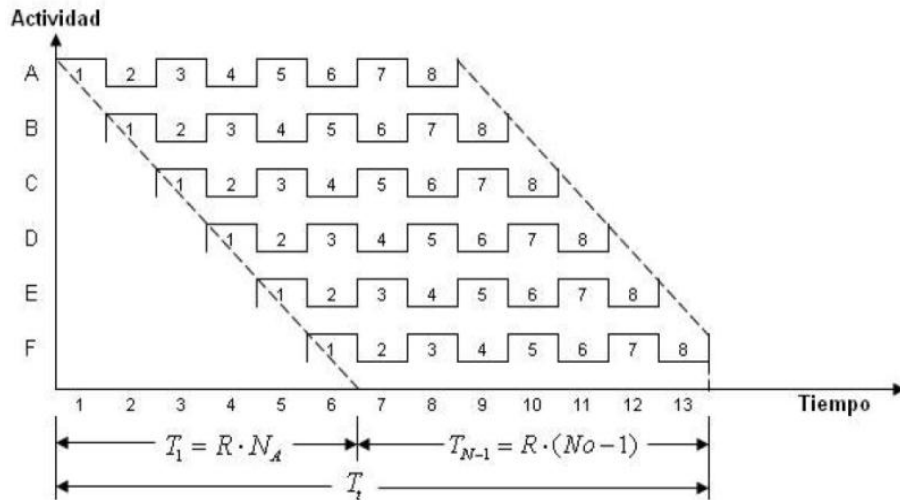


Figura 1-2. Ejemplo de programación rítmica (Harasic, 1971).

La finalidad de esta metodología es llevar a todas las operaciones a este tiempo común para eliminar los tiempos muertos (holguras) que se producen en las operaciones de menor duración, haciendo todas las actividades críticas, buscando así tener una menor duración. Esta técnica fue aplicada para la construcción por el ingeniero Israel Reuben Donath en los años 60s y

existe poca bibliografía de su origen. En este modelo de programación se delimitan actividades principales (o críticas) y las actividades secundarias o normales. En este método se parte del ritmo, éste debe ser igual a la moda de las duraciones de las actividades del programa, y en base a ese ritmo se determina la cantidad de cuadrillas necesarias para cada actividad.

- **Línea de Balance (LDB) o LOB (Line Of Balance).** Es un método desarrollado en los 40's por George E. Fouch para monitorear la producción de la empresa Goodyear Tire & Rubber Company. Esta herramienta es empleada para la programación de actividades repetitivas, y está compuesta por la lista de actividades que se van a programar, las relaciones e interdependencias entre estas actividades, y un tiempo de espera o Buffer que sirve para evitar que existan interferencias entre las actividades. En este método se representan las actividades gráficamente por líneas inclinadas, en las que el eje de las X representa el tiempo y el eje de las Y representa las actividades, en él se plasma el número de veces que se repite cada actividad, la pendiente de las líneas tiene una relación con el rendimiento de la actividad, que puede verse afectada por las cuadrillas o los recursos incluidos para cada una. Los adelantos propician que las pendientes aumenten, mientras que los retrasos que las líneas tiendan a la horizontal. Algo que sin duda es necesario destacar de este método es que sus gráficas no muestran las relaciones directas entre actividades individuales, sino que muestra los resultados entre las diferentes operaciones, y muestra como cada operación debe ser completada a un ritmo particular para que la subsecuente continúe. Una de las ventajas de esta representación gráfica es que en la LDB se puede consolidar un grupo de actividades similares en una sola línea y, por consecuencia, representar un gran número de actividades de un modo más sencillo y entendible a la vez.

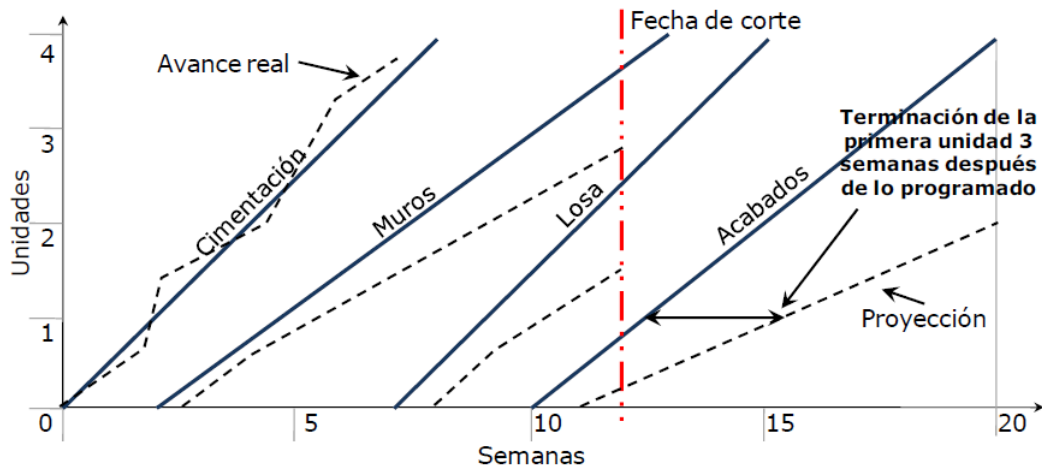


Figura 1-3. Ejemplo programa de viviendas con línea de balance (Loría, 2010).

Todos estos métodos pueden utilizarse a mano para proyectos pequeños que no requieran mucho detalle, sin embargo para la realización de programas de viviendas, donde se incluirán costos, materiales, y otros recursos resulta imprescindible el uso de algún software especializado de apoyo.

Según la cantidad de bibliografía, los métodos que se han sido más utilizados para programación de obra de vivienda en serie son CPM, PERT y los Diagramas de Gantt, aunque el crecimiento en la bibliografía de métodos de programación de actividades repetitivas, muestra una tendencia de incremento en su utilización, en el marco teórico se profundizará más en estos métodos. Es necesario tener claras las diferencias entre los métodos de programación de actividades repetitivas y los métodos de ruta crítica para diferenciarlas con claridad.

1.3 Hipótesis y Objetivos

Este estudio es originado principalmente por la inquietud de diagnosticar a las empresas para poder encaminarlas a mejorar en el seguimiento de sus programas de obra y por la experiencia positiva que he tenido de emplear la programación de obra como una herramienta efectiva de planeación y seguimiento por ello mi hipótesis es la siguiente:

“La falta de seguimiento en los programas de obra es la casusa de su ineficiencia.”

Como mencioné anteriormente un gran número de empresas constructoras de la ZMG no dan seguimiento a sus programas de obra, sin embargo esta hipótesis se deriva de suponer que esas empresas efectivamente realizan programas de obra, por consiguiente el primero de los objetivos es conocer si las empresas constructoras de la muestra realizan o no programas de obra, para de ahí poder identificar de las que los hacen, cuántas de ellas les dan seguimiento, también es interesante conocer qué tipo de metodología utilizan para hacer sus programaciones.

1.3.1 Objetivos principales

- Obtener el porcentaje de empresas que construyen vivienda en serie que utilizan programas de obra.
- Evaluar el nivel de seguimiento que le dan a sus programas.
- Identificar qué software utilizan para realizar sus programas de obra.
- Identificar qué método es más utilizado para hacerlos.
- Medir el nivel de satisfacción que se obtiene de sus programas de obra.

1.4 Limitaciones y alcances

El análisis de esta *Tesis* está enfocado para aplicarse a empresas constructoras de vivienda de la ZMG con rango de precios de venta de \$500,000 a \$1'200,000, y afiliadas a la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de la Vivienda Jalisco (CANADEVI Jalisco). Además de que cuenten por lo menos con 3 prototipos de vivienda en estos rangos para que sean representativas a este estudio, ya que es común que las empresas construyan diferentes tipos de viviendas y en ocasiones los precios pueden variar bastante de un prototipo a otro.



Figura 1-4. CANADEVI Jalisco.

1.5 Metodología

Esta investigación se realiza utilizando una metodología descriptiva y aplicada. Ya que la información que se plasma en esta *Tesis* proviene de la experiencia y de los conocimientos que se aplican actualmente y que pueden ser aplicados por más empresas constructoras.

Primero se desarrollará el marco teórico, en el cual se profundizará en los métodos existentes para programar vivienda, y se mencionarán a grandes rasgos sus ventajas y desventajas, aquí también se explicarán los antecedentes de la situación actual; para la investigación de campo se estructurará un cuestionario que se aplicará a las empresas delimitadas por el alcance de esta Tesis, después se analizarán los resultados obtenidos de esta encuesta para responder a los objetivos planteados anteriormente. Por último se harán las conclusiones correspondientes aprovechando el resultado final para proponer futuras líneas de investigación.

1.6 Descripción y organización de la Tesis

Este trabajo está compuesto por cinco capítulos, en el primero se da una introducción a la Tesis justificándola y explicando la situación en general respecto a la programación de viviendas en serie, en el segundo capítulo se profundiza sobre los métodos y herramientas existentes para la programación de obra, se explica la teoría necesaria para poder tener el panorama claro de lo que se está analizando en el presente estudio, en el tercer capítulo se hará un diagnóstico de las empresas de interés para este estudio, donde se define la población y el tamaño de la muestra, se diseña un cuestionario, se aplica y se concentra la información obtenida de él. En el cuarto capítulo se hace el análisis de la información obtenida a través de tablas y gráficas, se hacen comentarios y observaciones, posteriormente en el quinto capítulo se explican las conclusiones finales del presente trabajo que son necesarias para poder responder a la hipótesis, además de plasmar las futuras líneas de investigación. Por último se encuentran las referencias utilizadas para la elaboración de este trabajo.

Capítulo 2. **MARCO TEÓRICO**

2.1 Introducción

En este capítulo se recopila la información referente a los diferentes métodos de programación de vivienda y a las herramientas para planeación y seguimiento que se utilizan en la actualidad, para mostrar el abanico de opciones que tienen las empresas constructoras de vivienda.

2.2 Fuentes de información

La información recopilada en este trabajo tiene múltiples fuentes de información ya que existe mucha bibliografía respecto a los temas de programación de obra, gran parte de esta información se puede extraer de libros en bibliotecas o librerías, sin embargo los puntos clave que enriquecen este trabajo son fuentes de información primaria, como otras tesis o los journals de universidades extranjeras como la Universidad Católica de Chile, la Universidad Oriente Núcleo de Anzoátegui en Barcelona, la Universidad EAFIT (Escuela de Administración, Finanzas e Instituto Tecnológico) en Medellín Colombia, los mismos trabajos de *Tesis* de la Universidad Panamericana, por citar algunas o de institutos de investigación o asociaciones de profesionales, añadiendo información recopilada en internet que tenga un sustento adecuado.

En este trabajo se aprovecharon otras investigaciones previas con temas próximos al de esta Tesis por consiguiente la Tesis “Programación y flujo de recursos” del maestro Francisco Moreno Abril de la misma Universidad Panamericana tiene una consideración especial, en esta se realizó un estudio

enfocado a constructoras de vivienda afiliadas a la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción (CMIC) de donde se obtuvo información importante sobre el conocimiento de los programas de obra en el medio, la cual fue utilizada como referencia para la presente investigación.

2.3 Programación de obra

La programación de obra es una herramienta que se desprende de la administración de la construcción, se utiliza para planear y dar seguimiento a los proyectos. En la programación de obra se desglosan las actividades que se realizan en el proyecto, en esta etapa se establece una conexión entre las personas, el dinero y los suministros; con actividades específicas y la relación entre las mismas actividades. La programación del proyecto implica determinar la secuencia de todas las actividades del proyecto y asignar tiempos. En esta etapa los administradores deciden cuánto tiempo llevará realizar esta actividad y calculan cuántas personas y materiales serán necesarios para cada etapa de la producción. (Heizer y Render, 2004). La programación de obras permite la aplicación de un modelo matemático-lógico, el cual determina el uso económico de los recursos disponibles (El Prisma, 2012).

“La programación es el método para establecer la duración, costos y plazos de las actividades de la planificación, adjudicando a cada uno de los pasos fechas de construcción y destacar las relaciones que existen entre ellas.”

(Cumsille, 2006: 4).

El concepto de programación de obra es uno de los más importantes de este trabajo. Es el punto de partida, ya que sin programación de obra no hay una referencia para dar seguimiento.

2.4 Programa de Obra

Para poder definir el término programa de obra, basta con entender que cualquier obra de construcción es un proyecto, entonces puede entenderse que un programa

de obra, es aquel programa aplicado a proyectos de construcción, incluyendo mano de obra, materiales, maquinarias, etc.

Programa: Es un cronograma para un plan, es la elaboración de una red o diagrama en el que se esquematizan todas las actividades en las que se divide un proyecto, definiendo específicamente el tipo de relación entre una y otra, así como su duración. Y con esta duración se puede tener un tiempo estimado de la terminación del proyecto. (Suniaga, 2010: 52).

“El primer paso para establecer un programa de proyectos es estimar cuánto durará cada actividad desde el momento en que se inicia hasta que termina. Esta duración estimada debe ser el tiempo total transcurrido, es decir, el tiempo necesario para realizar cualquier actividad más cualquier tiempo de espera asociado”.

(Suniaga, 2010: 53)

De acuerdo con Suniaga (2010) para la estimación de la duración de las actividades de un programa se recomienda solicitar ayuda de una persona con experiencia o de la persona que sea la responsable, que para el caso de los programas de obra puede tratarse de los residentes, gerentes o propios directores de obra, o incluso también pueden utilizarse datos históricos de proyectos similares. Posteriormente se establece la fecha de inicio y se busca cumplir con una fecha de terminación estimada para cada actividad, fase o para el proyecto total.

2.5 Métodos para programación de vivienda en serie

En base a su naturaleza y la bibliografía existente, existen diferentes métodos para programar vivienda en serie los cuales fueron mencionados en los antecedentes. En la actualidad la mayoría del software que se utiliza para hacer programas de obra, mezcla varias de estas herramientas y puede ser un poco confuso identificar los límites de hasta dónde se refiere a una herramienta y donde empieza otra.

Estos métodos pueden agruparse en dos grandes ramas de la programación, los que se derivan del cálculo de la ruta crítica y los de programación de actividades repetitivas. Sin embargo estas dos ramas de la programación especializada para viviendas comparten algunas herramientas como son, representaciones visuales, gráficos, diagramas entre otros. A continuación se describen más detalladamente.

2.5.1 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt o diagramas de barras, fue creado por Henry Laurence Gantt y Frederick W. Taylor en 1910, aunque inicialmente se dice que el primer diagrama de barras fue diseñado por Karol Adamiecki bajo el nombre de Harmonograma (Moreno, 2008: 10).

Un diagrama de Gantt es: “una herramienta cuyo objetivo es mostrar el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total” (Suniaga, 2010: 56). Es una representación gráfica donde los que se busca es visualizar el periodo de duración de cada actividad, sus fechas de comienzo y terminación y los tiempos requeridos para completar el trabajo, así como darle seguimiento a las actividades proporcionando un porcentaje de lo ejecutado y el grado de adelanto o retraso.

Siguiendo con la idea de Suniaga (2010) el diagrama de Gantt consiste en un sistema de coordenadas en el cual se indica en el eje horizontal un calendario que puede tener diferentes escalas de tiempo dependiendo de las necesidades del proyecto y de quien lo realice. Y en el eje vertical, se plasman las actividades que constituyen el trabajo a ejecutar, a cada actividad corresponde una línea o barra horizontal cuya longitud es proporcional a su duración. Este es el método más común para hacer una carta de Gantt y con ella se obtiene una representación gráfica donde se pueden apreciar todas las fechas de comienzo, terminación y los empalmes que hay entre las actividades. Cuando se elabora una carta de Gantt hay que tener en cuenta algunos aspectos importantes que la definen:

- El proceso de la actividad es constante a lo largo de la longitud de la barra
- Los recursos son constantes a lo largo de la longitud de la barra, aunque en la actualidad la mayoría de software que incluyen administración de recursos

a través de un diagrama de Gantt ofrecen la opción de utilizar una distribución diferente a una uniforme para el consumo de los materiales en el tiempo de cada actividad.

- Los tiempos que se muestran en el diagrama son los tiempos planeados, esto es, los tiempos en los cuales las actividades deben comenzar y no los tiempos en los cuales pueden.

Según Sánchez (1997) las desventajas más sobresalientes de la carta de Gantt tradicional son:

- La actualización que requiere el gráfico, hace que sea un instrumento más de control que de planeación.
- Es necesaria una subdivisión de actividades para una mejor representación del trabajo.
- Una de las limitantes más importantes de esta herramienta es que a mayor número de actividades aumenta la complejidad para evaluar el programa, incluso hasta para poderlo observar ya que se necesita un mayor espacio para su representación o reducir la escala general de la carta.
- En la carta de Gantt tradicional la relación entre las actividades se supone de observar las coincidencias entre terminaciones y comienzos de actividades, provocando que en ocasiones se supongan relaciones entre duraciones que no las tienen. Sin embargo esta limitante como lo menciona Suniaga (2010: 59) ha sido superada en la actualidad con la utilización de flechas de conexión para mostrar las interdependencias entre actividades.

En la actualidad los programas computacionales que incluyen la utilización del diagrama de Gantt, utilizan dos maneras para construirlos, la forma gráfica que consiste en arrastrar líneas con el ratón desde la barra de una actividad a otra o la forma tabular, que implica que cada actividad esté codificada por un número de identificación único y lo que se hace es llenar en una tabla la relación que existe entre una actividad y otra se puede describir esta relación por medio de su relación predecesora (que viene de) o por su relación sucesora (que de ella va). Cada software tiene características especiales, sin embargo en el fondo todos realizan las mismas funciones.

Tarea	Predec.	Duración
A	-	2
B	A	3
C	-	2
D	C	3
E	D _{II+1}	2
F	B _{FF-1}	3
G	D, E, F	3
H	G _{FF}	2

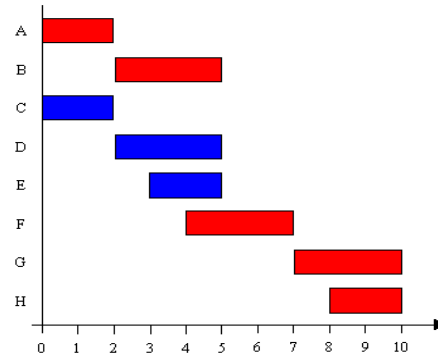


Figura 2-1. Ejemplo de Diagrama de Gantt.(Hinojosa, 2012).

Existen 4 tipos diferentes de identificar la interrelación existente entre dos actividades: Comienzo a Comienzo (CC), Comienzo a Fin (CF), Fin a Fin (FF) y Fin a Comienzo (FC) siendo esta última la más común ya que este método inicialmente fue diseñado para programación de trabajos lineales es decir actividades que comienzan al terminar otra. Además de estos tipos de liga que existe entre las actividades, se pueden añadir otras características de desfase, como días más o días menos o que esté modificado el vínculo entre las actividades por un porcentaje de la duración de alguna de las actividades, es decir que la actividad siguiente comience a un porcentaje determinado de la duración de la otra actividad. Estos tipos de ligas se aplican prácticamente para todos los métodos de programación de línea (CPM, PERT, Gantt).

LIGAS MAS COMUNES ENTRE ACTIVIDADES

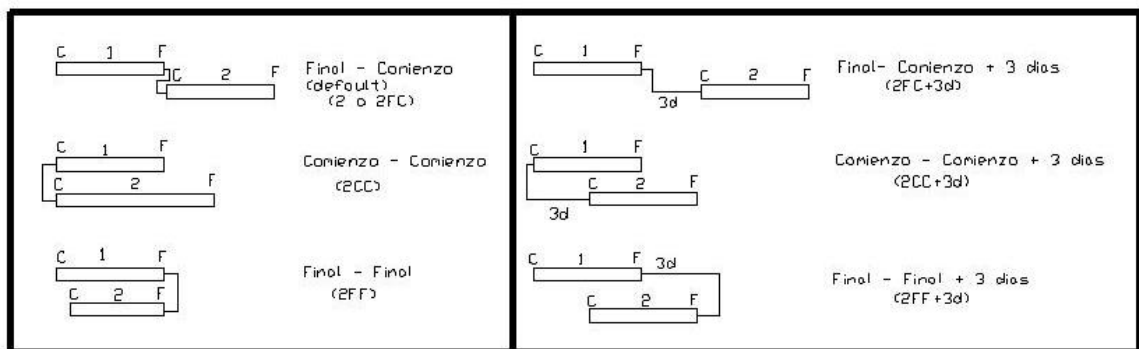


Figura 2-2. Tipos de ligas entre actividades.

El diagrama de Gantt entonces es una herramienta muy sencilla (que se puede incluso diseñar en programas comunes como hojas de cálculo), sin embargo tiene una capacidad de representación gráfica que la hacen muy poderosa y por consiguiente sigue siendo utilizado en la actualidad, como un método de programación y como una herramienta de reporte visual.

2.5.2 Diagramas de red

Los diagramas de red o también llamados diagramas de flechas o de mallas son una técnica útil en la planificación, programación y el control de proyectos que constan de muchas actividades interrelacionadas. Son una representación gráfica de las actividades de un programa, muestran la secuencia correcta y la relación entre actividades y eventos que requieren para lograr los objetivos finales. Usualmente se respeta una convención en la cual los diagramas se escriben de izquierda a derecha refiriéndose a la evolución global del proyecto. (Suniaga, 2010).

Como se mencionó en el primer capítulo, los métodos que utilizan los diagramas de red son CPM y PERT.

Existen dos maneras de representar las actividades en una red, y funcionan tanto para CPM como para PERT: actividades en los nodos (AEN) y actividades en las flechas (AEF). Según la convención de AEN, los nodos representan las actividades y según la de AEF, las flechas representan las actividades y los nodos los eventos de inicio y terminación de una actividad y se denominan eventos. (Heizer y Render, 2004).

En la Figura 2-3 se muestran las representaciones de distintos casos que pueden ocurrir para los vínculos de las actividades de un programa, en la columna de la izquierda se muestra la representación para AEN, del lado derecho se muestra la representación para los mismos casos pero utilizando AEF, en medio se muestra una breve descripción del conjunto de actividades.

	Actividades en los nodos (AEN)	Significado de la actividad	Actividades en las flechas (AEF)
(a)		A ocurre antes que B, que ocurre antes que C.	
(b)		A y B deben terminar antes de iniciar C.	
(c)		B y C no pueden comenzar hasta que A esté terminada.	
(d)		C y D no pueden comenzar hasta que A y B terminen.	
(e)		C no puede iniciar si A y B no han terminado; D no puede comenzar hasta que concluya B. En AEF se introduce una actividad ficticia.	
(f)		B y C no pueden comenzar hasta terminar A. D no puede iniciar hasta que B y C terminen. De nuevo se introduce una actividad ficticia en AEF.	

Figura 2-3. Comparación en las convenciones AEN y AEF (Heizer y Render, 2004).

2.5.3 Método de la Ruta Crítica, MRC ó CPM

El método de la ruta crítica CPM (Critical Path Method), fue creado por Morgan Walker de Du Pont de Nemours y James E. Kelly Jr. De Remington Rand Univac en EE.UU. en el año de 1956 cuando presentaron su teoría de la técnica de redes, donde se establecen las bases matemáticas en las que se basa el CPM mientras buscaban programar la construcción y mantenimiento de alrededor de 300 plantas químicas de Du Pont, y se encontraron en la problemática del número de actividades para incluirlas en un diagrama de Gantt. (Medina, 2008: 12; Suniaga, 2010: 68; Sánchez, 1997: 15; Heizer y Render, 2008: 60)

Para la elaboración de un programa por el CPM se siguen seis pasos básicos:

1. Definir el proyecto y preparar la estructura desglosada de trabajo.
2. Desarrollar las relaciones entre las actividades. Decidir qué actividad debe preceder y cuál debe seguir a otras.
3. Dibujar la red que conecta las actividades.
4. Asignar estimaciones de costos y/o tiempos a cada actividad.
5. Calcular el tiempo de la ruta más larga a través de la red. Ésta se denomina ruta crítica.
6. Usar la red como ayuda para planear, programar, supervisar y controlar el proyecto.

(Heizer y Render, 2008)

Para encontrar la ruta crítica según Aguirre (2007: 16-19) se necesitan 3 pasos:

1. Cálculo de tiempos tempranos (comienzos y fines)
2. Cálculo de tiempos tardíos (comienzos y fines)
3. Cálculo de holguras

Se pueden crear diferentes convenciones para la representación gráfica de la información dependiendo de las necesidades particulares y del tipo de diagrama que se esté utilizando AEN o AEF, a continuación se muestra una convención para AEN como referencia. (Barrantes, 2012).



- Pi: Fecha temprana (próxima) de inicio.
- FPf: Fecha temprana de fin.
- FTi: Fecha tardía de inicio.
- FTf: Fecha tardía de fin.
- MT: Margen total (Holgura acumulada).
- ML: Margen libre (Holgura individual).

Figura 2-4. Convención diagrama de red para AEN (Barrantes, 2012).

Para calcular estas duraciones es necesario ir haciendo acumulados de tiempos, yendo desde la primera actividad (comienzo) con un tiempo inicial (usualmente cero), en este punto se denominará FP_i , fecha temprana de inicio de la actividad uno, se suma a la FP_i la duración de esa actividad y se obtiene la FP_f fecha temprana de fin, para las siguientes actividades la FP_i será igual al mayor valor obtenido de las FP_f de sus predecesoras considerando sus desfases, de este modo se pueden obtener todos los comienzos de las actividades del programa hasta llegar a la última actividad, esta siempre es parte de la ruta crítica, posee la característica de que su FP_f y su fecha de terminación tardía FT_f son iguales $FP_f = FT_f$. Partiendo de la última actividad específicamente desde su FT_f se procede a ir “de regreso” calculando las fechas tardías, en todas las actividades, para ello se resta la duración a la FT_f y se obtiene la FT_i fecha tardía de inicio, para las actividades predecesoras la FT_f será igual al valor menor de las FT_i de sus sucesoras, con estos conceptos se pueden calcular todas las fechas próximas y tardías de las actividades.

Posteriormente se procede a calcular las holguras o márgenes de cada una de las actividades, primero se calcula el margen total MT , siendo este la diferencia entre la fecha tardía de inicio y la fecha temprana de inicio, posteriormente se calcula el margen libre ML que es igual al menor FP_i de las tareas consecutivas menos el FP_i de la tarea considerada menos la duración de la tarea considerada.

De acuerdo a estos cálculos realizados en las actividades plasmadas en la red o en una tabla, las actividades que tengan una holgura de cero (MT y $ML = 0$), son parte de la ruta crítica y una característica importante que poseen es que pueden actuar como un cuello de botella del proyecto, porque cualquier retraso o adelanto repercute en la duración total del proyecto. Entonces, la ruta crítica es la secuencia de actividades que tienen holgura igual a cero o dicho en otras palabras la ruta más larga que va desde el comienzo hasta el final.

Este método es utilizado para el control de los proyectos, para dar seguimiento y actualizar el programa continuamente. Se hacen cortes de avances periódicos y se actualizan los porcentajes de avances de cada actividad y los tiempos restantes para completarse. Se identifica la ruta crítica y se procede a poner al día el diagrama del CPM, ya que es posible que nuevas trayectorias críticas pueda calcularse en la realidad al alimentar el programa. (Suniaga, 2010).

2.5.4 Técnica de Revisión y Evaluación de Proyectos PERT

La técnica de revisión y evaluación de proyectos PERT (Program Evaluation Review Technique) fue desarrollada por la marina de los EE. UU. En 1957 para agilizar la ejecución del proyecto Polaris (de misiles nucleares), inicialmente se utilizó en investigaciones militares pero en los años 60's se involucró la mano de obra, costos y otros recursos y empezó a funcionar para la programación de cualquier proyecto.

Este método es similar en forma al CPM, sin embargo la principal diferencia entre ambos métodos es que en PERT las duraciones de las actividades se calculan por distribuciones de probabilidad determinadas en un rango, la variable del tiempo es desconocida y sólo se tienen datos estimados; en CPM las duraciones son conocidas y se pueden cambiar variando la cantidad de recursos utilizados, las características principales de PERT es que las actividades son continuas e interdependientes, siguen un orden cronológico y dan una pauta de cuándo es el momento oportuno de cada actividad. PERT se basa en eventos que detonan sucesos y está orientado a quien controla mientras que CPM se basa en actividades y está orientado a quien ejecuta. (Suniaga, 2010).

El método PERT trabaja con estimativos de tiempos, de los cuales se obtienen 3 duraciones para cada suceso: Tiempo optimista (a), Tiempo pesimista (b) y Tiempo más probable (n). El tiempo pesimista (b) es el que presenta las peores condiciones, los rangos con duraciones más desfavorables para el proyecto (el más tardado), el tiempo optimista (a) está definido por el menor tiempo posible dentro de los rangos de duraciones probabilísticas en las actividades, la duración normal (n) es la duración media de las actividades. De éstas se puede calcular el tiempo más probable definido como:

$$T = (a + 4n + b) / 6. \text{ (Sánchez, 1997; Suniaga, 2010)}$$

La utilización del método PERT, está relacionada con simulación y por consiguiente a porcentajes de certidumbre, ya que como las duraciones son calculadas probabilísticamente, existe cierta posibilidad de error de los cálculos obtenidos.

2.5.5 Programación Rítmica

Los métodos de programación lineales como los diagramas de Gantt, el CPM o PERT fueron diseñados para planificar la ejecución de proyectos de carácter no repetitivos, sin embargo, en la construcción y en especial en el área de edificación, la unidad constructiva tipo de un conjunto habitacional se repite, haciendo que sea complejo analizar este tipo de programaciones por medio de métodos no repetitivos.

La programación rítmica es un sistema de programación de construcción de elementos repetitivos, en los cuales todas las actividades incluidas se llevan a un cierto periodo de tiempo común al que se le denomina ritmo, el cual se define arbitrariamente, en ocasiones por la duración que se repite más o en el mejor de los casos, puede definirse como el máximo común divisor de las duraciones de las actividades de un proyecto. (Inzulza, 2007: 5; Cumsille, 2006: 5; Mellado, 2011).

La razón por la cual se llevan todas las operaciones a ejecutarse a este tiempo común, es eliminar tiempos muertos (holguras) que se producen en las operaciones de menor duración, para hacer todas las operaciones críticas y lograr un proceso continuo de producción en serie. (Inzulza, 2007).

Para aplicar esta metodología con éxito a la construcción es necesario que las actividades repetitivas cumplan con las siguientes características: tener un diseño racional, no ambiguo ni complicado, que sean un número suficientemente grande. (Chirgwin, 1968; citado en Inzulza 2007). Un concepto importante sobre este método de programación es que las duraciones de las actividades son flexibles ya que se puede influir en ellas modificando los recursos que se aplican, todo esto para lograr que todas se lleven a cabo al mismo ritmo, sin embargo esa flexibilidad debe estar limitada por la misma naturaleza de la actividad, un concepto importante a tener en cuenta ya que los rendimientos de la mayoría de las actividades (por no decir todas) no conservan una proporcionalidad lineal a la cantidad de recursos que se les asigna. (Cumsille, 2006).

El ideal es que todas las actividades tengan una duración igual al ritmo, para actividades en las que su duración es inferior al ritmo, deben quitarse recursos para que aumente la duración hasta llegar a ser igual que el ritmo, sin embargo esto a veces es imposible debido a una restricción mínima en la mano de obra u otras circunstancias, una alternativa es combinar esas actividades con otras de la misma

naturaleza para acercarlas más al ritmo. Para duraciones mayores al ritmo deben de agregarse recursos para que la duración disminuya hasta ser igual al ritmo, sin embargo esto produce bajas en los rendimientos cuando se llega a cierto número de incremento de recursos en una actividad, lo cual produce sobrecostos innecesarios. (Cumsille, 2006)

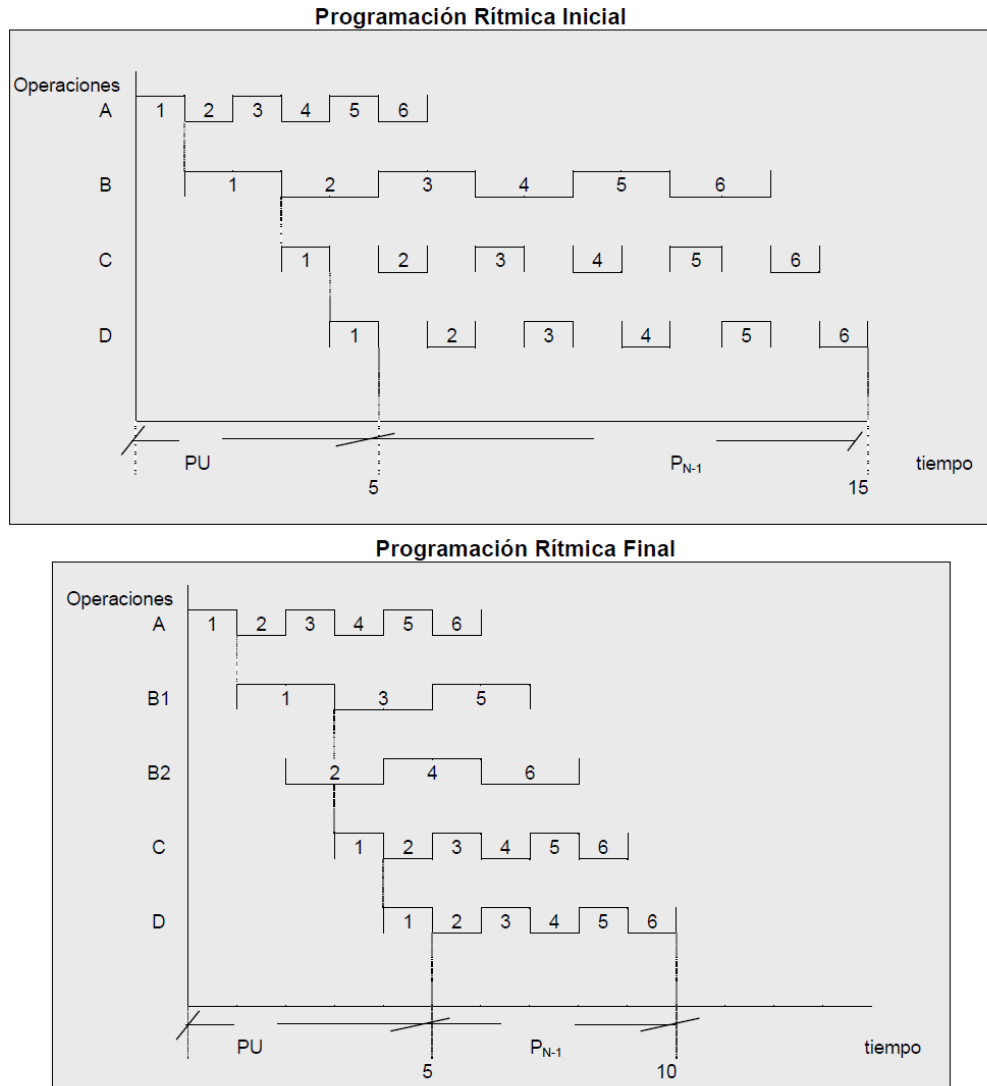


Figura 2-5. Gráfico de ejemplo de ajuste de duración mayor que el ritmo (Mellado, 2011).

En programación rítmica existen dos formas de representar visualmente las actividades, por medio de diagramas de mallas o por gráficos dentados.

En las Figuras 2-6 y 2-7 se puede observar la nomenclatura de una actividad representada en un diagrama de mallas, estas actividades son representadas por círculos que se relacionan entre sí a base de flechas. Similarmente a otros métodos la "ruta crítica" se representa con flechas de mayor grosor.



Figura 2-6. Nomenclatura diagrama de mallas.

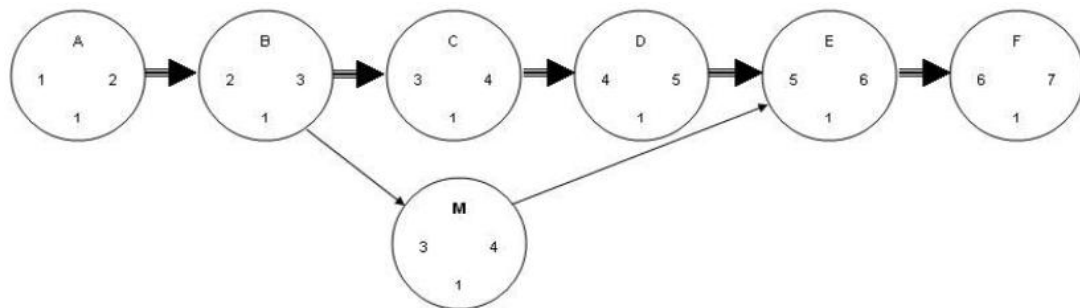


Figura 2-7. Ejemplo de diagrama de mallas (Hasaric, 1971; citado en Inzulza, 2007).

Existen actividades que son prácticamente imposibles de cuadrar con el ritmo, hay algunas que quedarían menores al ritmo y otras que quedarían mayores, por consiguiente se pueden obtener diagramas como el siguiente:

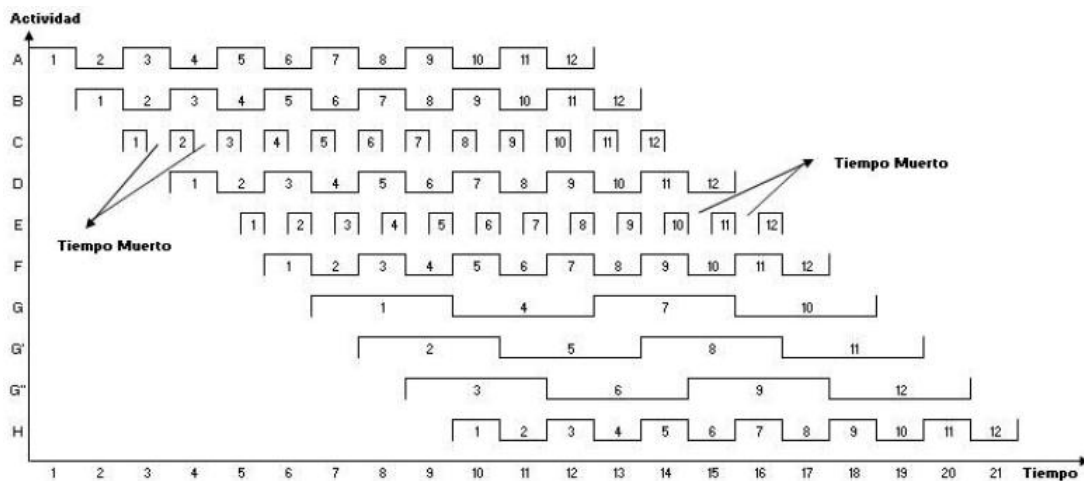


Figura 2-8. Gráfico dentado, duraciones diferentes al ritmo (Hasaric, 1971; citado en Inzulza, 2007).

En la Figura 2-8 se puede apreciar la existencia de tiempos muertos. Nótese que está ajustado el comienzo de la actividad E, para el caso en el que la misma cuadrilla que hace la actividad C, pudiera hacer la E.

De igual manera como se presentan actividades con duraciones diferentes al ritmo, existen actividades paralelas, que son las actividades que por su naturaleza tienen cierta holgura, por consiguiente en programación rítmica también se necesita el concepto de ruta crítica. Estas actividades también deben ser ejecutadas en ritmo, sin embargo como se mencionó estas actividades poseen ciertas holguras.

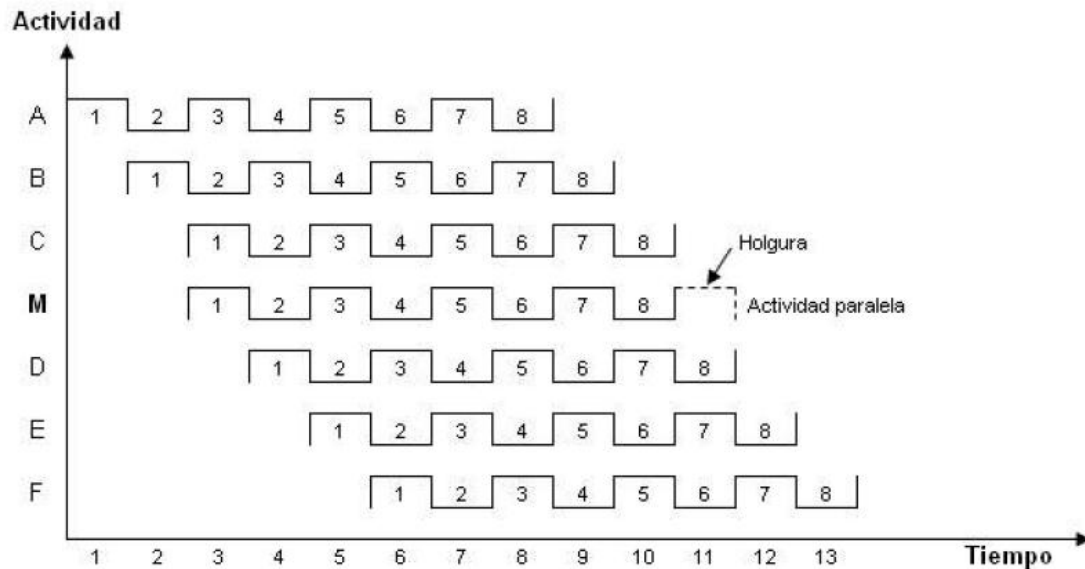


Figura 2-9. Gráfico dentado con holgura (Hasaric, 1971; citado en Inzulza, 2007).

La programación rítmica es una herramienta para la programación de actividades repetitivas, sin embargo en la construcción, existen una gran cantidad de procesos no repetitivos, que hacen que ciertas actividades no puedan ejecutarse al mismo ritmo.

Este método puede ser utilizado para realizar la programación financiera, de materiales y de mano de obra que de hecho esta última es imprescindible ya que va de la mano con el cálculo de cuadrillas para optimizar las duraciones, por consiguiente, este método puede llegar a ser muy vulnerable por la variabilidad de rendimientos que se presentan en la construcción.

2.5.6 Línea de Balance

El método de la Línea de Balance LOB (Line Of Balance) fue desarrollado por un grupo de trabajo encabezado por George E. Fouch durante la década de 1940, para monitorear la producción en la Goodyear Tire & Rubber Company, y es una técnica para la programación de actividades repetitivas la cual ha tenido mucho auge para muchos proyectos de construcción que tienen patrones repetitivos. (Loria, 2010).

Los beneficios de una programación con LOB según Marmolejo (2007) son:

1. Eliminar tiempos de holgura.
2. Eliminar cuellos de botella.
3. Alcanzar la producción esperada en el tiempo requerido.

El principio fundamental de un programa de línea de balance, es que sus actividades deben estar balanceadas a un mismo ritmo de trabajo R o capacidad de trabajo. La representación visual

de este método se basa en una gráfica en la que en el eje de las ordenadas se colocan el número de unidades producidas, y en el eje de las abscisas una escala de tiempo de acuerdo a las necesidades y las duraciones de cada proceso, con esto lo que se hace es representar el trabajo con líneas diagonales que reflejan el tiempo que tarda en ejecutarse

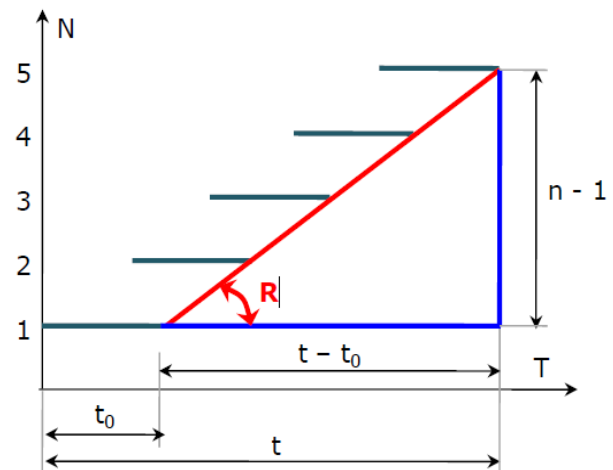


Figura 2-10. Representación gráfica de la LOB (Loria, 2010).

cada actividad, dicho en otras palabras las duraciones (en las abscisas) para cumplir las unidades (en las ordenadas). De este modo se distingue que el ritmo de trabajo de cada actividad está representado por su pendiente. (Loria, 2010; ITESCAM, 2012).

De la Figura 2-10 puede observarse el traslape entre las actividades, lo cual representa mejor la realidad ya que en la construcción y en específico en la construcción de viviendas, suelen ejecutarse varios frentes de trabajo simultáneamente.

Es importante reconocer que para que se cumpla con el ritmo de trabajo R, se deben tener los recursos necesarios. Usualmente en todos los métodos de programación se considera que se tienen recursos ilimitados y después se hace una redistribución o balanceo de recursos. (Loria, 2010).

Existen ciertos factores que es necesario cuidar para la programación con este método (Marmolejo, 2007):

1. *Cantidad: Suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea.*
2. *Equilibrio: Los tiempos necesarios para cada operación en línea deben ser aproximadamente iguales.*
3. *Continuidad: Aprovechamiento continuo del material, piezas, sub-ensambles, etc.*
4. *Tiempos de las operaciones: Determinar el número de operarios necesarios para cada operación.*
5. *Conocido el número de estaciones de trabajo: Asignar elementos de trabajo a la misma.*
6. *Conocido el tiempo de ciclo: Minimizar el número de estaciones de trabajo.*

Un punto que ha sido polémico de este método es: ¿cuándo comenzar la siguiente actividad?, esto se ve condicionado por las capacidades y recursos que son destinados para cada actividad, ya que debe de cuidarse que las actividades no choquen entre ellas, por lo cual se asignan “Buffers” o tiempos de espera entre las actividades para evitar precisamente estos choques y dar un colchón o periodo de suavización para evitar tener tiempos muertos por causa de que la actividad siguiente alcance a la que está en curso. (González y Alarcón, 2003).

Uno de los objetivos clave de esta metodología de programación es encontrar ese ritmo de trabajo R, representado por el ángulo que se forma entre el eje de las abscisas y la pendiente de la línea de la ejecución de las actividades y hacer que el ritmo de trabajo entre las actividades sea el más parecido o balanceado posible en todas sus actividades, por consiguiente para elaborar un programa de obra con el método LOB se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. *Preparar un diagrama lógico de actividades.*
2. *Estimar las horas-hombre para ejecutar cada actividad.*
3. *Seleccionar los tiempos de espera condicionados (buffers) que eviten el riesgo de interferencias entre actividades.*
4. *Calcular el rendimiento requerido en cada actividad para completar la obra en el tiempo establecido.*
5. *Elaborar una tabla con los cálculos necesarios.*

6. Dibujar el diagrama o programa de avance, con los resultados de la tabla.
 7. Examinar el diagrama y considerar la posibilidad de alternativas más "balanceadas", tales como:
 - Cambiar el rendimiento de alguna actividad (reduciendo o aumentando el número de cuadrillas a lo largo de la duración de la misma).
 - Despedir alguna(s) cuadrilla(s) y recontratarla(s) más adelante.
 - Ejecutar de manera simultánea algunas actividades.
- (Loria, 2010).

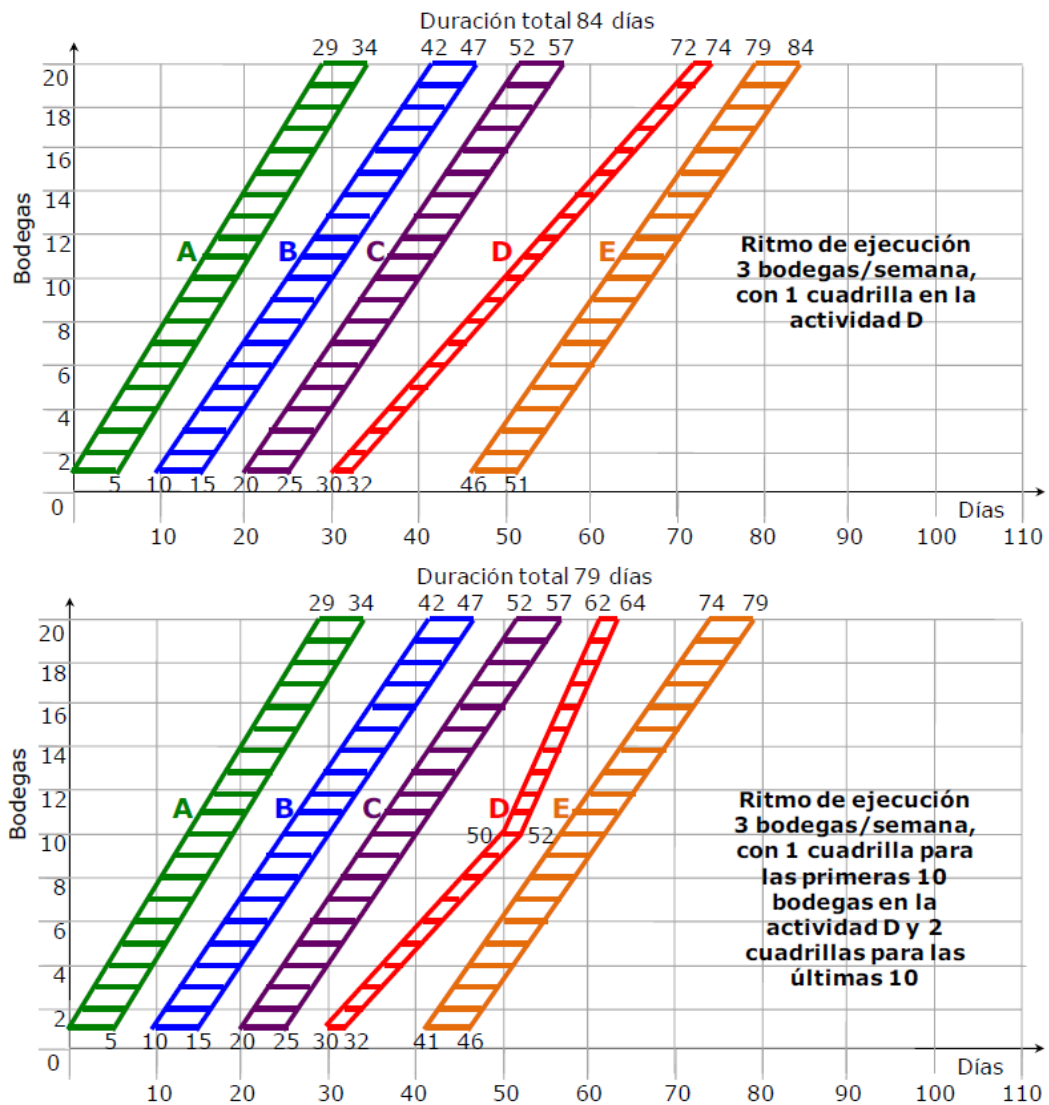


Figura 2-11. Comparación LOB recursos balanceados. (Loria, 2010)

Los balanceos de las actividades pueden darse básicamente de dos formas: Por punto limitante del proceso que se refiere a alguna actividad que es el cuello de botella (como la actividad D en la figura 15), o hacer el balance según la demanda

del cliente o los recursos disponibles, ya que la mayoría de las veces hacemos la programación suponiendo que se tienen recursos ilimitados, sin embargo en este método es crucial revisar los recursos con los que se contarán en la realidad. (ITESCAM, 2012).

2.6 Seguimiento y control de obra

El factor más importante para el logro de los objetivos de un proyecto es la buena dirección, y uno de los aspectos de mayor impacto en la dirección de proyectos es la planificación y seguimiento del proyecto. Se tiene que participar tanto en la programación y planificación, como en analizar la información de control y establecer medidas para el cumplimiento de la calidad, plazos, y costos especificados para el proyecto. Además de la preparación de esquemas de trabajo de corto plazo, esquemas y diagramas de aprovechamiento de materiales, prever potenciales áreas de conflicto técnico y anticipar soluciones. (Mellado, 2011: 16).

El control de una obra consiste en medir avances, registrar y comparar lo ejecutado contra lo estimado en la programación del proyecto. Este es un proceso continuo y le permite al gerente de proyectos prever los posibles cambios en cuanto a la magnitud de la obra, posibles problemas y por tanto cambios en su costo y tiempo de terminación. Además puede requerirse de forma extraordinaria hacer procesos constructivos que no se tenían planeados, y gracias a tener un programa de obra pueden hacerse las modificaciones pertinentes o reprogramaciones para tener una nueva programación minimizando el retraso de la obra, así como los costos extras y con esto también generar un nuevo flujo de efectivo. (Domínguez, 2004).

Dos variables muy importantes en el control de un proyecto es administrar el tiempo y el costo del mismo. La mayoría de las herramientas que se utilizan para programar una obra, pueden ser utilizadas para dar seguimiento al programa. Existen algunas herramientas para el seguimiento que por su practicidad es importante mencionar como las curvas de producción acumulada las cuales son gráficas que representan el avance porcentual acumulado del proyecto y son

utilizadas frecuentemente para representar el avance programado vs el avance real. (Domínguez, 2004).

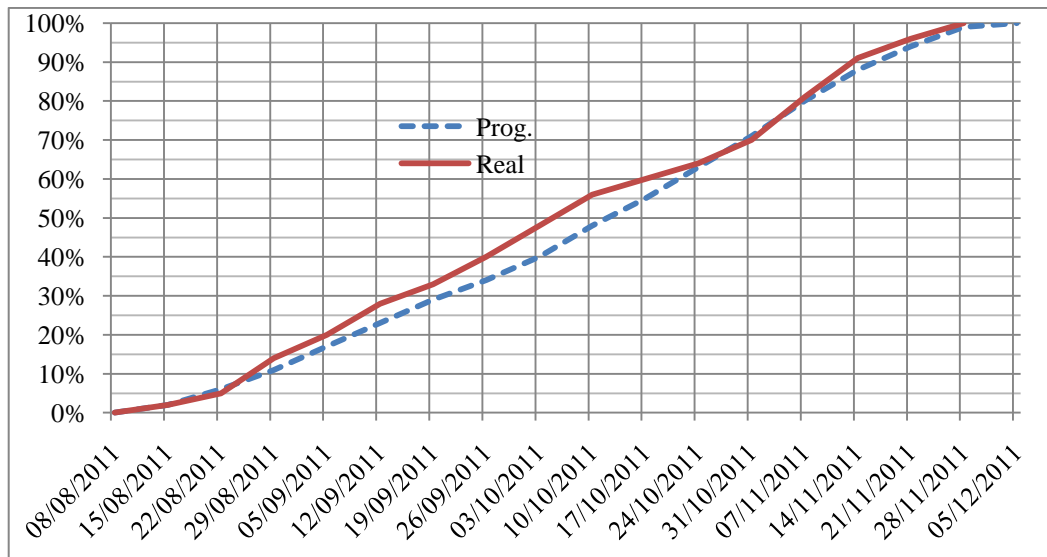


Figura 2-12. Gráfica de curva de producción acumulada

Otro concepto importante a mencionar son las llamadas fechas de estado, de corte o línea de progreso. Que se refieren a la fecha en la cual se realizan los cálculos de los avances del proyecto. De aquí la importancia de utilizar software especializado para la elaboración y seguimiento de programas, ya que al utilizar métodos más rudimentarios estas líneas o fechas deberán ser calculadas manualmente. Sin embargo es notorio que dependiendo de las herramientas que se utilicen como lo son los programas de cómputo especializados será la potencia y la versatilidad de la información que se pueda obtener de la información que los alimente.

2.7 Observaciones y comentarios

Existen varios métodos que aportan diferentes ventajas en la programación de vivienda en serie, de los cuales se puede extraer las características que brindan mayores beneficios al utilizar esas herramientas, en la actualidad los sistemas computacionales, y el software especializado para la administración de proyectos ha

evolucionado drásticamente brindando la posibilidad de tener mejores planeaciones y un control más eficiente de la ejecución de los procesos.

La información más sencilla de entender es la que es presentada de forma simple y clara, por lo que utilizar herramientas gráficas es imprescindible para el entendimiento de los programas de obra, el diagrama de Gantt es uno de los métodos más prácticos para la presentación de la información, y aunque los autores comentan que para programaciones con un número considerable de actividades se vuelven imprácticos, la realidad es que con las herramientas computacionales que se manejan, pueden crearse reportes o resúmenes de programas prácticamente con un clic, facilitando enormemente el entendimiento de la información y dándole más poder a esta herramienta.

La construcción de viviendas puede ser vista con un enfoque global como un proyecto de actividades repetitivas, sin embargo, los métodos de programación repetitivos como la programación rítmica tienen una naturaleza muy rígida, donde cualquier variación que se salga de los conceptos repetitivos, produce que tenga que darse un cuidado especial y único, lo que implica invertir más tiempo en estar revisando detalles.

Tanto la programación rítmica como la LOB, exige tener perfectamente asegurados los recursos disponibles para la ejecución de cada actividad de acuerdo al plan o programa de trabajo, en la realidad, en nuestro entorno, desgraciadamente suele ser común que exista una gran variabilidad en los recursos disponibles, ya sea por ausencia del personal de trabajo como el típico “san lunes”, o el incumplimiento de los subcontratistas debido a la incapacidad para exigir, producido en parte al complejo e ineficiente sistema legal que sólo funciona para conflictos bastante importantes que hacen que “valga la pena” aventurarse en el proceso legal, por lo que para problemas no tan importantes, como retrasos de un par de días por ejemplo, hace que las empresas constructoras acaben tolerando esas irregularidades. Entonces un sistema de programación y seguimiento, debe ser capaz de ser flexible, para exigir y ajustarse de acuerdo a las decisiones tomadas por la dirección y los cambios y retrasos que aunque puedan ser menores por desgracia tienen que ser absorbidos por los constructores.

Un punto clave del éxito de la utilización de los programas es el seguimiento que se le da a los mismos para tener un mejor control, por lo que para el ámbito de la construcción, revisar qué se está haciendo respecto a esto es claramente un área de oportunidad.

Existen una gran cantidad de herramientas como: MS Project, Primavera, Atask, Concept Draw, InterplanSystems, AdeptTracker, VIP Task Manager, entre muchos otros, incluso existen versiones en línea de software para la administración de proyectos, sin embargo el punto clave de estas herramientas es su potencia, y las versiones en línea están dirigidos más a la administración de oficina o proyectos que no requieren muchas actividades o recursos.

MS Project es una herramienta potente y sencilla de utilizar, aunque existen programas como Primavera que según varios autores es más potente, Project es más intuitivo, fácil de usar, además de ser compatible con las paqueterías de Office que son indispensables en cualquier computadora y lo más importante es más económico, y es por eso que presenta una mayor ventaja ante otros programas.

Capítulo 3. **MEDICIÓN**

3.1 Introducción

La finalidad de este capítulo como lo dice su nombre es medir. Debido a que esta Tesis es una investigación de tipo aplicada y descriptiva, es necesario diseñar una herramienta personalizada para medir a las constructoras que cumplen con los requisitos mencionados anteriormente, para poder recolectar de la mejor manera posible la información que refleje la realidad.

Usando como referencia las mediciones hechas por Moreno (2008), las empresas de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción conocen acerca de programación de obra. Sin embargo la finalidad de este estudio es medir su utilización y no sólo el conocimiento del tema.

La CANADEVI Jalisco tiene un registro de alrededor de 70 empresas en su padrón, de las cuales sólo 27 de ellas cumplen con las características de los alcances de este estudio, se solicitó apoyo de esta institución para el filtrado de las empresas que aplican para este estudio y para la aplicación de la encuesta de manera masiva en la población, así que inicialmente el método que se había seleccionado para recabar la información era por medio de un censo, sin embargo era de esperarse que una cantidad de empresas se rehúsen a participar, por consiguiente se midió la muestra de las empresas que participaron y de ahí se calculó el nivel de certeza que refleja la información.

El listado de empresas es confidencial debido a la Ley Federal de Confidencialidad y Proyección de Datos, sin embargo se solicitó que escribieran su nombre en la primera pregunta del cuestionario sólo con la finalidad de poder llevar

el control de quiénes habían contestado, por lo que los resultados de esta primera pregunta no serán mostrados en la concentración de resultados.

3.2 Tamaño de la población y de la muestra

El estudio de campo inicialmente fue diseñado para ser aplicado en forma de censo, sin embargo debido a que no todas las empresas participaron, fue necesario calcular de la información obtenida, que nivel de certeza se podía obtener de la muestra representando a toda la población.

La población en general que cumplen con los requisitos para este estudio fueron 27 empresas, de las cuales contestaron 20 empresas, así que en este caso se hizo el cálculo del nivel de confianza que refleja el “muestreo” en base a las empresas que contestaron la encuesta. Para esto es necesario definir:

- ✓ N= Tamaño de la población
- ✓ n= Tamaño de la muestra
- ✓ n'= Tamaño provisional de la muestra
- ✓ Sem= Desviación estándar de la muestra
- ✓ Sem^2 =Varianza de la muestra determinada en términos probabilísticos = $p(1-p)$
- ✓ p= La probabilidad de ocurrencia o éxito de la variable, en este caso de que la información que se quiere obtener sea la deseada.
- ✓ V^2 = Varianza de la población = $\bar{Y}-y$
- ✓ V= Error en la población (incógnita).

En este caso lo que se busca calcular es el nivel de confianza de la información obtenida, o más bien el error representado en porcentaje para saber la inferencia que puede tener la muestra en la población. Para ello definiremos primero el tamaño de la muestra provisional, dado que es una muestra finita, esta se define como:

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}}$$

De la cual como tenemos el tamaño de la muestra n y de la población N, entonces despejamos para n':

$$n \left(1 + \frac{n'}{N}\right) = n' ; n + \frac{nm'}{N} = n' ; n = n' - \frac{n'n}{N} ; n = n' \left(1 - \frac{n}{N}\right) ; \boxed{n' = \frac{n}{\left(1 - \frac{n}{N}\right)}}$$

Sustituyendo los valores de N y n:

$$n' = \frac{20}{\left(1 - \frac{20}{27}\right)} = 77.14$$

Ahora bien, debido a que no se conoce la desviación estándar de la información obtenida, suponemos el caso más desfavorable, en el cual la probabilidad de éxito p es igual a la probabilidad de fracaso q; esto sucede cuando:

$$p = q = 0.5 = \text{Sem.}$$

Sabemos que:

$$n' = \frac{\text{Sem}^2}{V^2}$$

Despejamos el error en la población:

$$V^2 = \frac{\text{Sem}^2}{n'} ; V = \sqrt{\frac{\text{Sem}^2}{n'}}$$

Sustituyendo:

$$V = \sqrt{\frac{0.5^2}{77.14}} = 0.057 = 5.7\% \approx 6\%$$

Esto quiere decir que existe un error aproximado del 6% es decir se tiene un 94% de certeza.

Cabe mencionar que la muestra no fue seleccionada de una manera aleatoria y por consiguiente puede existir cierto sesgo en la información, sin embargo por el porcentaje de participación obtenido de casi el 75% se pueden inferir los resultados proponiendo mantener cierto nivel de validez.

3.3 Sistema de medición

Los datos requeridos para el análisis han sido obtenidos a través de encuestas aplicadas por medio de censo a los encargados de programación, gerentes administrativos o directores de las empresas, con la finalidad de que los encuestados tengan buenos conocimientos acerca de la programación de obra y su uso en la empresa.

La encuesta se diseñó en su mayoría con preguntas cerradas, teniendo al menos 4 opciones de respuesta en todas ellas para buscar evitar tendencias y dar al encuestado la posibilidad de tener un número considerable de opciones para representar su respuesta.

De acuerdo a los objetivos de este estudio y a otros puntos que pudieran agregar valor al estudio, se definieron los puntos a medir con la encuesta, estos son:

- Tamaño de la empresa.
- Si las empresas utilizan programas de obra para sus proyectos.
- ¿Qué método es más utilizado para hacerlos?
- ¿Qué software utilizan para hacer sus cronogramas de obra?
- ¿Qué nivel de seguimiento le dan a los mismos?
- ¿Qué nivel de satisfacción se obtiene de los programas de obra?

3.4 Diseño de la herramienta de medición

Para la aplicación de la encuesta como ya se mencionó se solicitó el apoyo de la CANADEVI, y debido a la complejidad de extraer la información de las 27 empresas se optó por diseñar la encuesta para ser contestada en línea. Se utilizó una página de servicio gratuito llamada e-encuesta utilizando 24 preguntas distribuidas en 4 hojas, de las cuales en su mayoría son preguntas cerradas para facilitar su respuesta y dejando como preguntas abiertas sólo las necesarias para no limitar las respuestas del encuestado y dejar que haga otros aportes.

Enseguida se muestra la introducción que fue enviada por correo a las empresas evaluadas:

“Estimados Afiliados:

Este correo es para solicitar su apoyo contestando una breve encuesta confidencial para un trabajo de investigación de la Universidad Panamericana, la encuesta está diseñada para contestarla en **menos de 3 minutos**. A continuación una pequeña introducción, para su conocimiento:

Esta encuesta es realizada con el fin de conocer la situación actual en las empresas constructoras afiliadas a la CANADEVI Jalisco. Esta necesidad surge del trabajo de Tesis de maestría: Programación y seguimiento de obra (vivienda en serie) por el ingeniero Miguel Ángel Sasso Pomar de la Universidad Panamericana con la finalidad de mejorar el conocimiento general de programación de obra y de la cual se extenderá una copia a la CANADEVI para consulta pública. Agradecemos su valiosa participación y le recordamos que la información que proporcione es totalmente confidencial.

El siguiente cuestionario está diseñado para ser contestado por la persona que realiza los programas de obra en la empresa, coordinadores, gerentes de planeación o por dirección general. Por favor seleccione la opción que mejor refleje la situación de la empresa y al finalizar la encuesta de clic en FIN.

Para iniciar la encuesta de [clic aquí](#).

Gracias.

¡Saludos Cordiales!”

Las Figuras 3-1, 3-2, 3-3 y 3-4 muestran figuras con las páginas de la encuesta:

Programación y seguimiento de obra en CANADEVI Jalisco

1. Datos generales sobre la empresa

Por favor conteste con números en las preguntas abiertas 2, 3 y 4.

1. Por favor escriba el nombre de su empresa (*)

Abierta

2. ¿Cuál es el volumen aproximado de viviendas que se construyeron en el último año en su empresa? (*)

Abierta

3. ¿Cuántos empleados que no son obreros (albañiles) aproximadamente laboran en su empresa? (*)

Abierta

4. ¿Cuántos años aproximadamente tiene su empresa construyendo viviendas de interés medio? (*)

Abierta

5. ¿Qué tan grande considera su empresa con respecto a otras constructoras? (*)

- Muy grande Grande
 Mediana Pequeña

25%

[Siguiente >>](#)

Figura 3-1. Encuesta de aplicación (Página 1).

6. ¿Cómo considera el conocimiento sobre programación de obra para vivienda en serie que tiene su empresa? (*)

- Excelente Bueno
 Regular Malo

7. ¿Qué tanto se utilizan los programas de obra en su empresa? (*)

- Mucho Algo
 Poco Nada

8. ¿Qué software utiliza para hacer la programación de obra en su empresa? (*)

- Project
 Primavera
 Excel
 Ninguno
 Otro (por favor, especifique)

9. ¿Qué tan útiles son los programas de obra en su empresa? (*)

- Mucho Algo
 Poco Nada

10. Comentarios sobre ¿qué tan útiles son los programas de obra? (Opcional)

Abierta

50%

[<< Anterior](#) [Siguiente >>](#)

Figura 3-2. Encuesta de aplicación (Página 2).

3. Diferentes técnicas de programación

11. ¿Que tanto se utiliza el Método de la Ruta Crítica (CPM o PERT) para la programación de obra en su empresa? (*)

- Mucho
- Poco
- Algo
- Nada

12. ¿Qué tanto se utilizan los Diagramas de Gantt para la programación de obra en su empresa? (*)

- Mucho
- Poco
- Algo
- Nada

13. ¿Qué tanto se utiliza el método de Línea de Balance para la programación de obra en su empresa? (*)

- Mucho
- Poco
- Algo
- Nada

14. ¿Que tanto se utiliza el método de Programación Rítmica para la programación de obra en su empresa? (*)

- Mucho
- Poco
- Algo
- Nada

15. ¿Qué tanto se utilizan los programas de obra para hacer programación financiera en su empresa? (*)

- Mucho
- Algo

- Poco Nada

16. ¿Qué tanto se utilizan los programas de obra para hacer programas de materiales en su empresa? (*)

- Mucho Algo
 Poco Nada

75%

[<< Anterior](#) [Siguiente >>](#)

Figura 3-3. Encuesta de aplicación (Página 3).

4. Seguimiento de los programas de obra

17. ¿Qué tan importante es la utilización de programas de obra al comienzo de un proyecto en su empresa? (*)

- Mucho Algo
 Poco Nada

18. ¿Qué tan importante es la utilización de programas de obra durante la ejecución de un proyecto en su empresa? (*)

- Mucho Algo
 Poco Nada

19. ¿Con que frecuencia se revisan los programas de obra de un proyecto en su empresa? (*)

- Semanalmente (o más) Mensualmente
 Sólo cuando se crean Nunca

20. ¿Qué tan satisfechos están con el método de programación de obra en su empresa? (*)

- Mucho Algo
 Poco Nada

21. ¿Qué tanto se utilizan los programas de para el control de obra en su empresa? (*)

- Mucho
- Algo
- Poco
- Nada

22. ¿Cuál cree que sea la principal causa por la que los programas de obra llegan a fallar? (*)

- Están mal hechos
- No se les da un seguimiento adecuado
- Falta de experiencia
- Otro (por favor explique)

23. ¿Cuál es la principal motivación por la cual se hacen programas de obra en su empresa? (*)

- Mejor planeación
- Mejor control
- Respaldo legal
- Porque todos lo hacen
- Otro (por favor explique)

24. Comentarios respecto a la motivación de su empresa para hacer programas de obra (Opcional)

100%

[<< Anterior](#) [Fin](#)

Figura 3-4. Encuesta de aplicación (Página 4).

3.5 Concentración de resultados

La encuesta fue aplicada en una página en internet dedicada a hacer encuestas por lo que la concentración de los resultados fue de cierto modo sencilla ya que se pueden extraer los datos de las respuestas y manipularlas en hojas de cálculo para proceder el análisis.

En la Tabla 3-1, se muestran los datos concentrados sobre el Apartado 1 “Datos generales de la empresa”, incluye las primeras 4 preguntas. Como se mencionó anteriormente la primera pregunta utilizada como control no será mostrada en los resultados por cuestiones de confidencialidad:

Tabla 3-1. Concentración de resultados (Sobre la empresa).

Empresa	2. Volumen de viviendas en el último año.	3. Empleados que no son obreros.	4. Experiencia (años) viviendas interés medio.	5. Tamaño de la empresa.
E01	150	15	5	Pequeña
E02	550	65	9	Mediana
E03	120	30	20	Pequeña
E04	800	100	8	Pequeña
E05	60	13	4	Pequeña
E06	1500	250	10	Mediana
E07	4200	350	30	Grande
E08	308	71	4	Mediana
E09	120	8	4	Pequeña
E10	150	25	9	Pequeña
E11	85	7	15	Mediana
E12	4500	800	12	Muy grande
E13	4000	200	25	Muy grande
E14	816	180	6	Mediana
E15	112	40	10	Grande
E16	2500	230	20	Mediana
E17	300	15	7	Pequeña
E18	1600	220	12	Grande
E19	3000	500	30	Mediana
E20	250	40	30	Mediana

Los resultados de los apartados 2, 3 y 4 excepto las preguntas abiertas 10 y 24 se muestran concentrados en los Anexos A y B al final de este documento, las respuestas de las preguntas 10 y 24 se enlistan a continuación:

10. Comentarios sobre ¿qué tan útiles son los programas de obra? (Opcional)

- **E01:** Son la base del seguimiento para el cumplimiento y la planeación, sin embargo me los entrega el constructor, yo no los genero al 100% de la obra la subcontrato por lo que me enfoco mucho más al negocio de la promoción que al de la construcción.
- **E05:** En obras relativamente pequeñas, se confunde el beneficio con el tiempo que se invierte en una buena programación de obra, es decir que es tanto el tiempo invertido y poco el impacto económico que no se incentiva tanto su uso. Ya que el control se puede llevar en documentos de trabajo tipo Excel.
- **E13:** Son muy eficaces como herramienta de trabajo, sobre todo para la programación de suministro de materiales y procesos constructivos, desafortunadamente cuando el negocio de la venta de casas supera el programa de obra, la verdad este pasa a segundo plano y se debe de

construir al ritmo que marca la venta del producto y no de lo que esta programado para construcción.

- **E16:** Se vincula ventas y su administración y gestoría, construcción, presupuestos, etc.
- **E18:** Se diseñaron con en base a los presupuestos y se acomodan de acuerdo a " procesos " constructivos, después de ello se realiza una Ruta Crítica tipo por Obra (presupuesto) estos se juntan con un programa de inicios y genera por completo todo el Programa de Obra para ese frente.
- **E19:** Seguimiento semanal seguimiento a quince días antes se hacen en las mesas de control con cada contratista.

24. Comentarios respecto a la motivación de su empresa para hacer programas de obra (Opcional)

- **E05:** Lo solicitan las financieras para prestar recursos.
- **E06:** Con los programas de obra se pueden hacer programas de materiales para que no haya requisiciones de materiales y también se puede revisar el avance real contra el programado semana a semana.
- **E16:** Se da una información mas certera a los directivos de la empresa, aunque para seguimiento es más difícil adoptar por las fallas que representa la aplicación que se maneja de Enkontrol (SPM).
- **E17:** Los utilizamos para poder estar coordinados el área de ventas con el área de construcción así poder comprometernos y cumplir con los tiempos que se ofrece al cliente.
- **E18:** Nos permitió dar orden en nuestra planeación y control así como acelerar los ritmos de producción, planeaciones de materiales, mano de obra y planeaciones de Puentes, realmente ha sido muy útil.
- **E19:** Es parte del protocolo de la operación.

22. ¿Cuál cree que sea la principal causa por la que los programas de obra llegan a fallar?

- **E05:** Como lo comente anteriormente, es mucho el tiempo que se invierte y tantas variables que le hacen cambiar que las decisiones se toman sobre la marcha y básicamente se termina reprogramando en múltiples ocasiones.

- **E08:** El desapego al sistema del trabajo y el error en la secuencia del programa de obra.
- **E13:** La programación se hace a conveniencia de la venta de casas, nunca de acuerdo a un proceso constructivo, calidad, tiempo y costo.
- **E17:** Falta de puntos de control en el proceso de obra, que provocan que no se den cuenta del problema en tiempos hasta muy tarde.
- **E18:** Todos los anteriores, mas falta de comunicación entre los equipos involucrados y no tener claro lo que se quiere vs como realmente se puede operar y dar seguimiento.

23. *¿Cuál es la principal motivación por la cual se hacen programas de obra en su empresa?*

- **E05:** Procuración de materiales y comportamiento de flujo de efectivo.
- **E18:** Planeación y control además de alinear a toda la estructura para un fin común.

3.6 Observaciones y comentarios

Al comenzar el análisis de los datos se observó que había un valor con una variación muy grande (e ilógica) respecto a los demás en el número de empleados de la empresa 16, ya que en la encuesta habían contestado que contaba con 1,300 empleados no obreros, por lo que tomé la decisión de llamar por teléfono personalmente a esa empresa para corroborar el valor, después de localizar a la persona que había contestado la encuesta, se resolvió el problema ya que efectivamente había tenido un error de dedo y el valor que había querido introducir eran 230 empleados, ese valor aparece en las tablas de concentración de resultados como el valor correcto de la encuesta.

El análisis de los datos concentrados se muestra en el siguiente capítulo.

Capítulo 4. **ANÁLISIS**

4.1 Introducción

El presente capítulo tiene la finalidad de servir de plataforma para analizar toda la información recopilada de la investigación de campo, en él se plasmarán todos los gráficos y explicaciones necesarias para responder a los objetivos específicos de la encuesta: 1) Tamaño y antigüedad de la empresa, 2) Utilización de los programas de obra, 3) El método que se utiliza para programar, 4) El software más utilizado para programar, 5) El nivel de seguimiento que se le da a los programas, 6) El nivel de satisfacción que tienen las empresas con su método de programación, 7) Nivel de satisfacción con los programas de obra y por último 8) Se hará un análisis de las preguntas con opción abierta para extraer los aportes que hicieron algunas empresas respecto a su experiencia con los programas de obra. Cabe mencionar que la finalidad de este apartado no es más que la de analizar los datos y encaminar su interpretación a las conclusiones que se presentarán en el último capítulo del presente estudio.

4.2 Método de análisis

Para el análisis de los datos se utilizaron diferentes herramientas, principalmente gráficos y análisis de correlación. Para poder comparar las respuestas se utilizó una escala de Likert para tener la misma valoración en las respuestas y facilitar la medición de los resultados, la escala contempla valores numéricos que van desde cero (el valor más desfavorable) hasta tres (el más favorable). Esta escala es utilizada para poder hacer comparaciones numéricas entre las respuestas.

El análisis se divide en secciones, buscando en cada una de ellas responder a los objetivos que fueron planteados. Para las preguntas con opciones abiertas se

hizo un análisis más detallado de cada una de las respuestas para poder extraer la experiencia de los encuestados.

A continuación se muestra la Tabla 4-1 con la valorización (escala de Likert) de las respuestas utilizadas.

Tabla 4-1. Método de análisis y valorización Likert.

Preg.	Escala Likert			
	3	2	1	0
1	Confidencial			
2	Análisis numérico			
3	Análisis numérico			
4	Análisis numérico			
5	Muy Grande	Grande	Mediana	Pequeña
6	Excelente	Bueno	Regular	Malo
7	Mucho	Algo	Poco	Nada
8	Análisis por conteo			
9	Mucho	Algo	Poco	Nada
10	Análisis especial			
11	Mucho	Algo	Poco	Nada
12	Mucho	Algo	Poco	Nada
13	Mucho	Algo	Poco	Nada
14	Mucho	Algo	Poco	Nada
15	Mucho	Algo	Poco	Nada
16	Mucho	Algo	Poco	Nada
17	Mucho	Algo	Poco	Nada
18	Mucho	Algo	Poco	Nada
19	Semanalmente (o más)	Mensualmente	Sólo cuando se crean	Nunca
20	Mucho	Algo	Poco	Nada
21	Mucho	Algo	Poco	Nada
22	Análisis por conteo y especial			
23	Análisis por conteo			
24	Análisis especial			

4.3 Análisis de los resultados

Enseguida se presenta la información que fue extraída de la encuesta, será mostrada en las secciones que se describieron al comienzo de este capítulo.

4.3.1 Tamaño y experiencia de la empresa

Para el análisis del tamaño y la experiencia de la empresa utilicé las respuestas de la pregunta 2 a la pregunta 5. A continuación se muestra una tabla que concentra los resultados.

Tabla 4-2. Concentración de resultados preguntas 2-5.

Empresa	2. Volumen de vivs. Anuales	3. Empleados no obreros	4. Años de exp.	5. Percepción de tamaño	Valor
E01	150	15	5	Pequeña	0
E02	550	65	9	Mediana	1
E03	120	30	20	Pequeña	0
E04	800	100	8	Pequeña	0
E05	60	13	4	Pequeña	0
E06	1500	250	10	Mediana	1
E07	4200	350	30	Grande	2
E08	308	71	4	Mediana	1
E09	120	8	4	Pequeña	0
E10	150	25	9	Pequeña	0
E11	85	7	15	Mediana	1
E12	4500	800	12	Muy grande	3
E13	4000	200	25	Muy grande	3
E14	816	180	6	Mediana	1
E15	112	40	10	Grande	2
E16	2500	230	20	Mediana	1
E17	300	15	7	Pequeña	0
E18	1600	220	12	Grande	2
E19	3000	500	30	Mediana	1
E20	250	40	30	Mediana	1

De estas respuestas, hago un resumen para saber según la consideración del encuestado, qué tamaño de empresas tuvieron mayor participación en el estudio,

realizando un conteo de cada tamaño en la pregunta 5. Esto se observa en la Tabla 4-3 y a Figura 4-1.

Tabla 4-3. Tamaño de las empresas que participaron.

Tamaño	V.	Cant.	%	% Acum.
Pequeña	0	7	35%	35%
Mediana	1	8	40%	75%
Grande	2	3	15%	90%
Muy grande	3	2	10%	100%

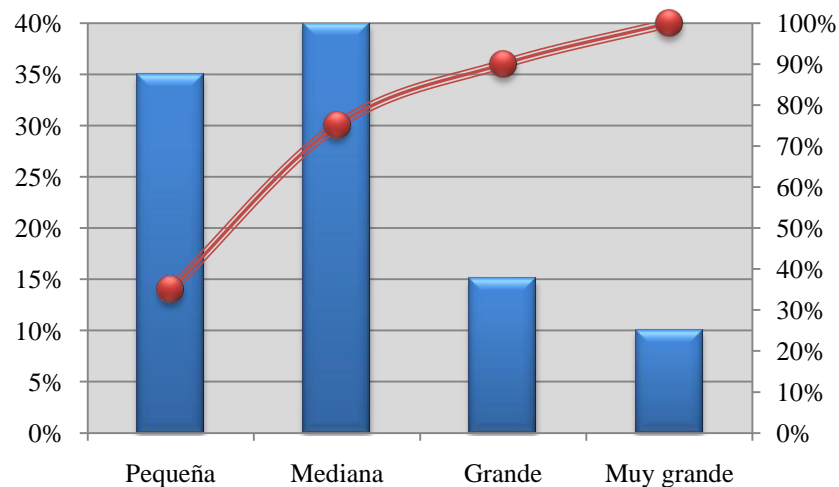


Figura 4-1. Tamaño de las empresas que participaron.

Esta información refleja la percepción de los encuestados respecto al tamaño de la empresa. De esta gráfica se puede deducir que el mayor porcentaje de participación fue de empresas medianas, seguido de las empresas pequeñas, también se puede observar que entre estos dos tamaños se acumula un 75% del total.

Adicionalmente se muestran las siguientes gráficas para identificar si existe alguna relación en los datos de la información obtenida que nos ayude a determinar mejor el tamaño de la empresa.

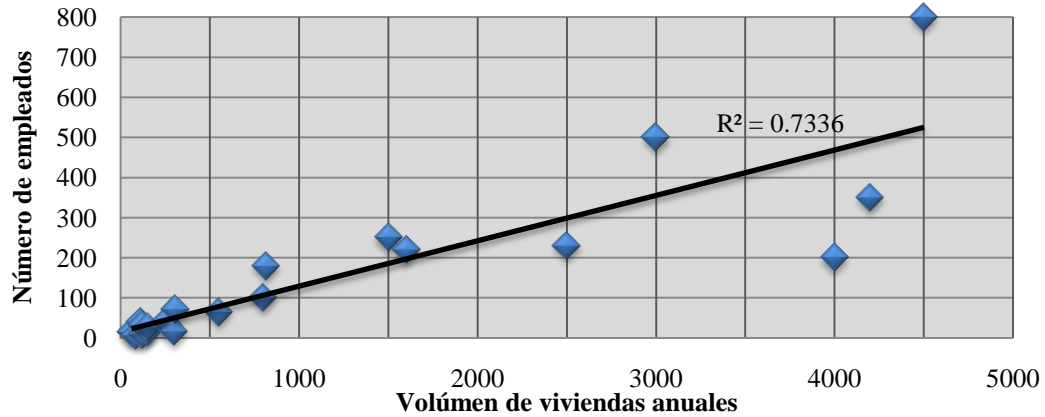


Figura 4-2. Viviendas anuales Vs. Número de empleados.

En el Figura 4-2 se incluye una regresión lineal con su coeficiente de determinación (R^2) igual a 0.7336 el cual en términos estadísticos es un valor aceptable.

La Figura 4-3 muestra la correlación entre el volumen de ventas anuales y los años de experiencia que tiene la empresa construyendo viviendas de interés medio, de igual manera se agrega una línea de tendencia con su respectivo coeficiente de determinación (R^2) el cual es de 0.3207 (bajo).

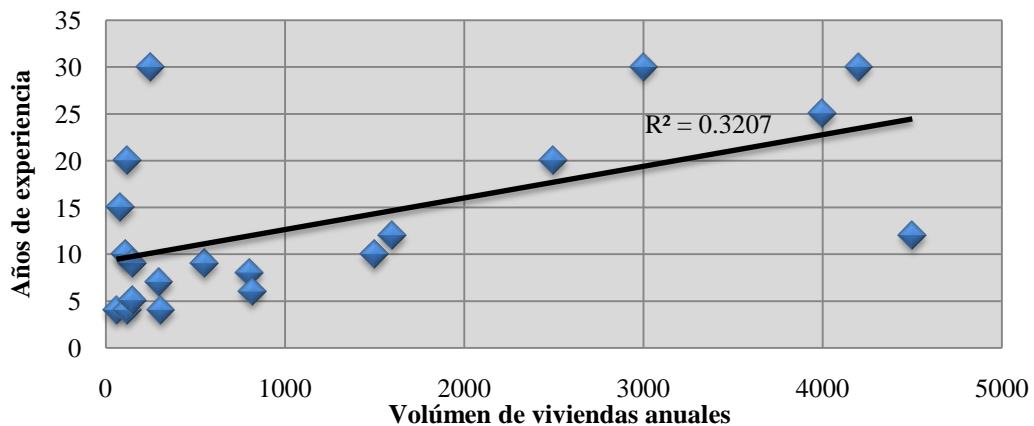


Figura 4-3. Viviendas anuales Vs. Años de experiencia.

El coeficiente de determinación R^2 es mucho más pequeño en comparación al obtenido de la correlación entre el volumen de viviendas anuales y el número de empleados, de aquí se puede deducir que los años que tenga la empresa

construyendo viviendas de interés medio, no necesariamente tienen una relación con el volumen de viviendas anuales que construyen de este rango ya que pudiera ser que las empresas también se dediquen a otros giros, como construir viviendas de interés popular, naves industriales, urbanizaciones, entre otros.

En la Figura 4-4 se muestra la última gráfica para este análisis donde se comparan el volumen de ventas contra el tamaño de la empresa según el encuestado.

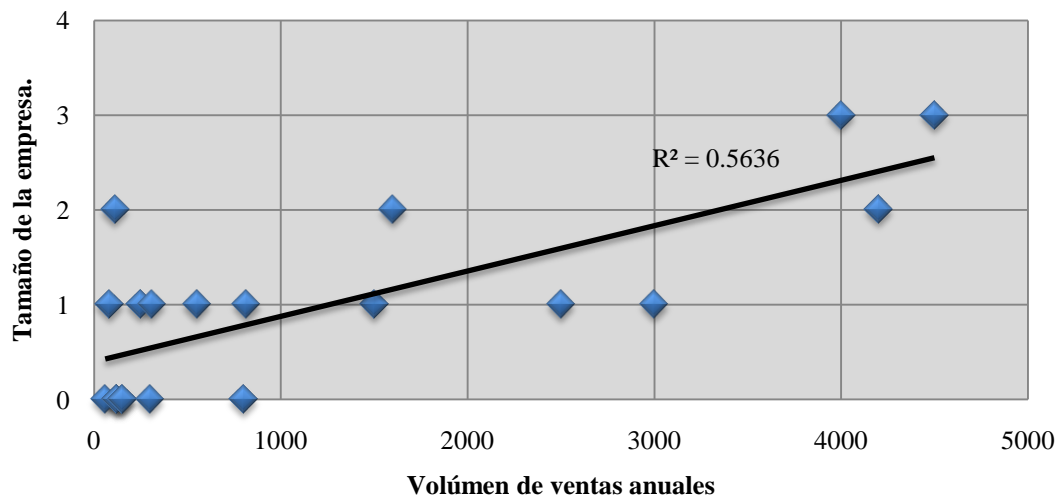


Figura 4-4. Ventas anuales Vs. Tamaño de la empresa.

En esta última comparación el valor de $R^2 = 0.5636$, sin embargo de igual manera que con el gráfico anterior, el volumen de ventas de viviendas anuales de interés medio puede no ser el único giro o el giro principal a lo que se dedique la empresa y por consiguiente la empresa pudiera ser grande, sin embargo tener un volumen de ventas anuales pequeño para este segmento del mercado. Por consiguiente, las variables con mayor relación son las ventas anuales contra los empleados, ya que difícilmente se pueden tener empresas grandes con pocos empleados, y por el otro lado tampoco es conveniente tener empresas pequeñas con muchos empleados, sin embargo debido a las características del estudio donde no se delimita a que las empresas se dediquen sólo a la construcción de viviendas de interés medio, los resultados se ven bastante afectados.

4.3.2 Programación de obra en las empresas constructoras de vivienda en serie

Para comenzar con este apartado se analizó en primer lugar las respuestas referentes a las herramientas de programación que utilizan ya que todas excepto dos empresas utilizan algún software para hacer sus programas de obra, lo que quiere decir que sí realizan programas de obra. Por otro lado estas dos empresas presentan casos especiales: la empresa 01 que contestó “no construyo subcontrato la obra” en el apartado del software que utiliza, muestra un comportamiento coherente referente a sus otras respuesta ya que explica que en su empresa sólo subcontratan la obra, por consiguiente no utilizan ningún software para realizar programas de obra, sin embargo mencionan que los programas de obra se utilizan mucho e incluso que son muy importantes, incluso en la pregunta 10 (Comentarios sobre ¿qué tan útiles son los programas de obra?). Menciona:

“Son la base del seguimiento para el cumplimiento y la planeación, sin embargo me los entrega el constructor yo no los genero el 100% de la obra la subcontrato por lo que me enfoco mucho más al negocio de la promoción que al de la construcción”.

Para el caso de la empresa 04 que marcó con una “X” el apartado del software que utilizan para hacer programación de obra, refleja en sus demás respuestas una muy limitada implementación de métodos de programación de obra, en donde los métodos de ruta crítica, línea de balance y programación rítmica los utiliza muy poco, y el método que más utiliza son los diagramas de Gantt, y su nivel de utilización es “algo”, así que pudiera ser el caso de que en esta empresa se utilicen métodos manuales para hacer el cálculo de sus programas de obra. Sin embargo también pudiera ser el caso de que esa empresa haya proporcionado información errónea o que no haya querido explicar qué software utilizan para hacer sus programaciones de obra.

Otra información que refleja directamente cuántas empresas utilizan los programas de obra, es la obtenida de la pregunta 7. Si graficamos los resultados obtenidos de esta pregunta “¿Qué tanto se utilizan los programas de obra en su empresa?” podemos observar lo siguiente:

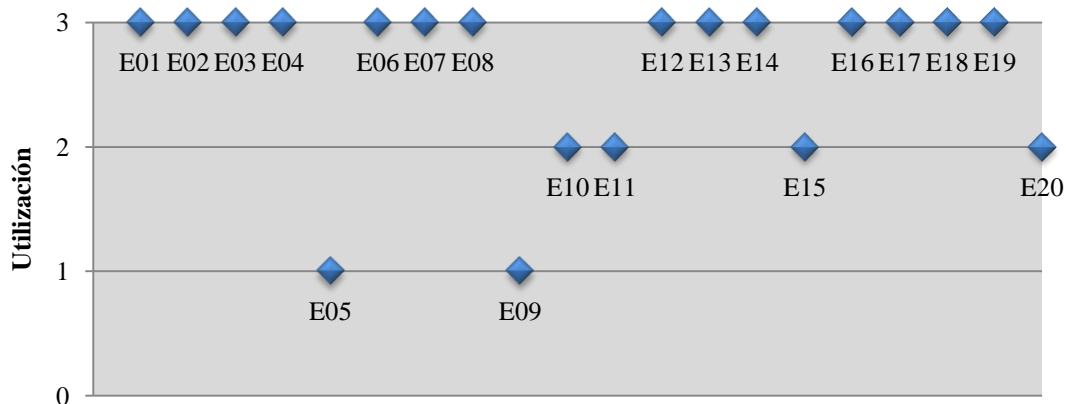


Figura 4-5. Utilización de los programas de obra.

Tabla 4-4. Nivel de utilización de los programas de obra.

Método	Utilización			
	Mucho	Algo	Poco	Nada
	3	2	1	0
Utilización	14	4	2	0
%	70%	20%	10%	0%

Un alto porcentaje (70%) argumenta utilizar “mucho” los programas de obra, y cabe mencionar que ninguna de las empresas contestó “nada”, por consiguiente todas las empresas de construcción de viviendas de interés medio de empresas afiliadas a la CANADEVI utilizan programas de obra, entonces respondiendo al objetivo planteado sobre el porcentaje de empresas que utilizan programas de obra en sus proyectos es 100%.

4.3.3 Métodos de programación utilizados por empresas del estudio

Para el análisis de esta sección, comienzo con una comparación gráfica (Figura 4-6) que muestra los valores de la escala de Likert para las preguntas 11, 12, 13 y 14 referentes a los 4 métodos para hacer programación de obra planteados en este estudio. En este se puede apreciar la utilización de cada uno de los métodos en cada una de las empresas. A continuación la gráfica con la información de las 4 preguntas:

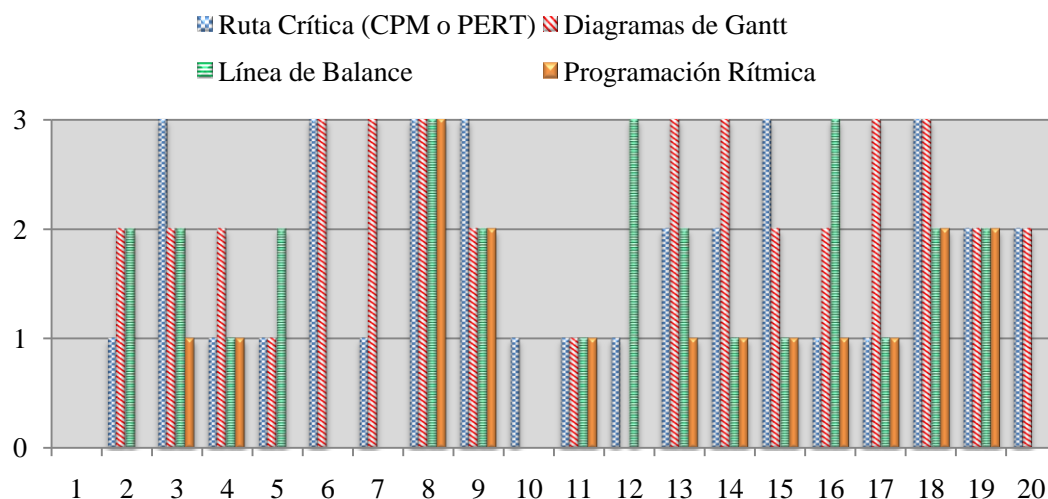


Figura 4-6. Utilización de los métodos de programación por empresa.

También realizo un análisis donde cuento el número de empresas que utilizan cada método y lo comparo contra qué tanto lo utilizan, la información se muestra en la Tabla 4-5.

Tabla 4-5. Utilización de métodos de programación por empresa.

Método	Utilización			
	Mucho	Algo	Poco	Nada
	3	2	1	0
Ruta Crítica (CPM o PERT)	6	4	9	1
Diagramas de Gantt	7	8	2	3
Línea de Balance	3	7	5	5
Programación Rítmica	1	3	8	8

El método con mayor incidencia de empresas que respondieron utilizarlo “mucho” es el diagrama de Gantt con 7 empresas, después la ruta crítica con 6 empresas. El mayor número de incidencias para “algo” fueron nuevamente los diagramas de Gantt con 8 empresas, sin embargo para este nivel de utilización el segundo método con mayor incidencias es el de línea de balance con 7 empresas, es decir, pocas empresas se atrevieron a decir que utilizan mucho el método de la línea de balance, sin embargo tiene un muy buen nivel de utilización. Para un “poco” nivel de utilización la ruta crítica ocupa el primer lugar con 9 empresas, seguido de la programación rítmica con 8, este valor puede llegar a ser sorprendente para personas

con experiencia en métodos de programación aplicados para la construcción, ya que el método de programación rítmica, es un método con muy poco historial de aplicación para la construcción, de este modo pudiera deducirse que algunas empresas, prefirieron poner poco en vez de nada, sin embargo esta sólo es una suposición ya que para saber si estas empresas realmente conocen sobre programación rítmica, habría que hacer un nuevo estudio que mida los conocimientos de programación de estas mismas empresas, este queda para futuras líneas de investigación.

En la Figura 4-7 se muestra la representación gráfica de los datos de la tabla 4-5, además de que se agrupan las empresas en 4 bloques dependiendo de la cantidad de empresas (muchas o pocas) y el nivel de utilización de cada método (poca o mucha).

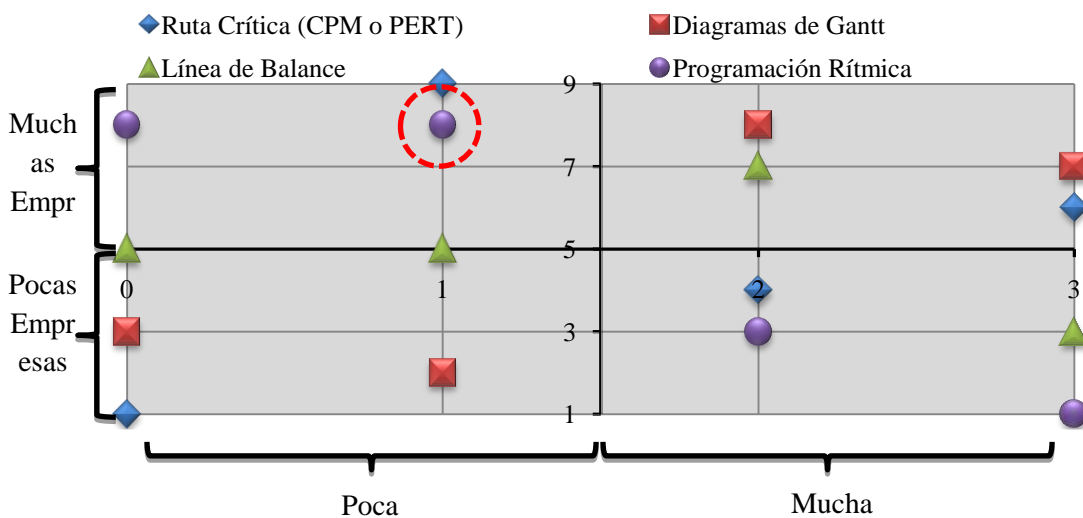


Figura 4-7. Utilización de programas por método agrupado.

La Figura 4-7 muestra la utilización de cada método por empresa, es resaltable que el método de programación rítmica tiene 8 empresas que la utilizan “poco” y otras 3 empresas que la utilizan “algo”, y como mencioné anteriormente es un método con muy poca utilización registrada en la construcción en México, sin embargo las empresas del estudio argumentan conocer este método e incluso varias lo utilizan.

Continuando con el análisis sobre los métodos de programación y su utilización, expongo una gráfica en la Figura 4-8, con la suma de valores para cada método

asignados por la escala de Likert, es decir una suma general de los puntos según la escala de Likert por método de programación.

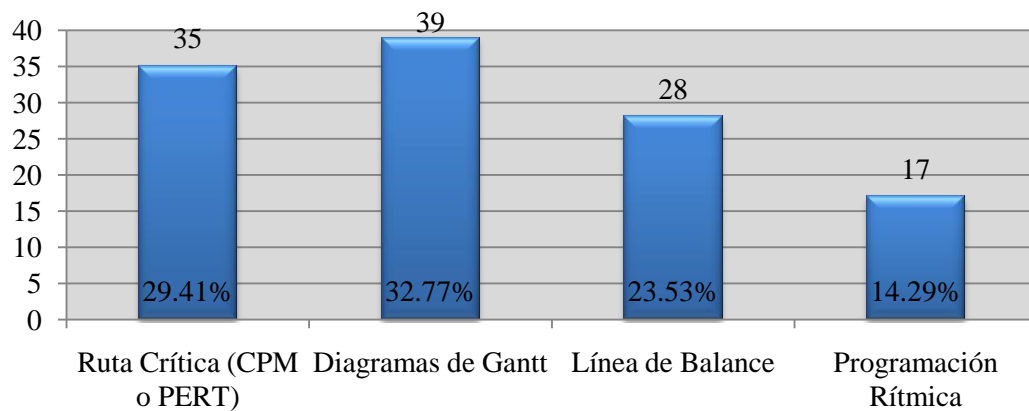


Figura 4-8. Utilización de los métodos de programación.

Según la puntuación de la escala de Likert y de manera acumulativa el método más utilizado es el Diagrama de Gantt, el cual como se vio en el marco teórico, es la herramienta más simple además de ser el método más antiguo, sin embargo debido a su simpleza puede significar también falta de formalidad en su aplicación, ya que una de sus grandes desventajas es que para programas de un número considerable de actividades (como lo son los proyectos de construcción de viviendas) se vuelve impráctico y muy complejo, tanto como para dar seguimiento como para hacer cualquier tipo de reprogramación, a no ser que las empresas hayan contestado “diagramas de Gantt” siendo que lo que realmente hacen (sin saberlo) es programar por medio de la ruta crítica, este caso pudiera darse, para empresas que programen de manera técnica utilizando software como Project o Primavera que mezclan tanto la representación gráfica de los diagramas de Gantt, como el método de cálculo de la ruta crítica; de ser así, puede significar falta de un conocimiento formal en los métodos de programación.

De aquí se desprende la necesidad de hacer un análisis que compare el software más utilizado contra el método de programación, este análisis se muestra más adelante, después de mostrar el análisis del software que más se utiliza para hacer programación de obra.

4.3.4 Software más utilizado para programación de obra

Para saber ¿qué software es más utilizado para hacer programación de obra?, hago un conteo de empresas por cada software que utilizan, los resultados se muestra en la Figura 4-9, y están acomodados de acuerdo al orden de las opciones de respuesta.

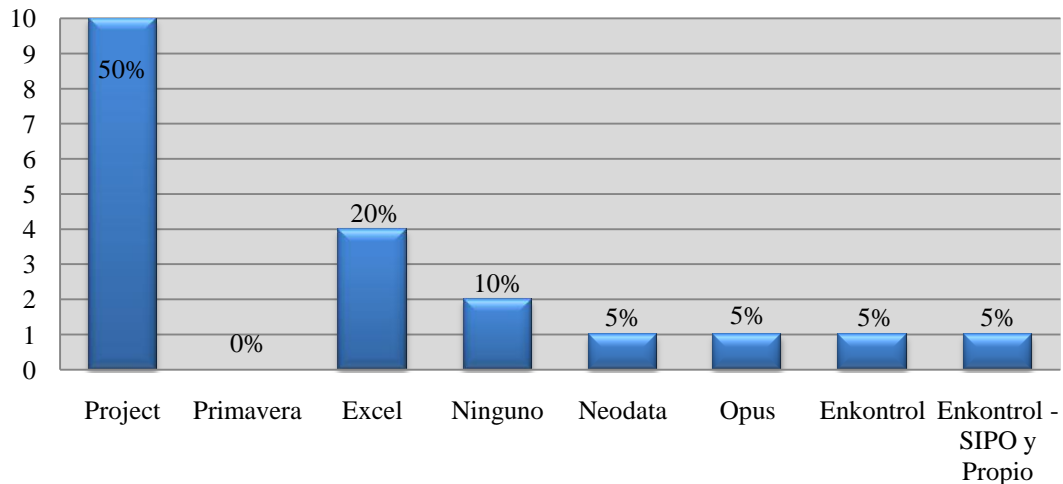


Figura 4-9. Utilización de Software para la programación de obra.

Se puede observar claramente que el software más utilizado es Project, ya que un 50% de las empresas (10) lo utilizan, seguido de Excel con un 20% (4 empresas), también hay dos empresas que no utilizan ningún software porque subcontratan la obra, y hay unas pocas empresas que utilizan “otros software” como Neodata, Opus, Enkontrol, SIPO e incluso que han desarrollado sus propios software.

4.3.5 Software vs. Método de programación

Retomando el análisis de los métodos de programación para medirlos de acuerdo al software, separé las empresas que utilizan Project por ser el más utilizado, y concentré los niveles de utilización de cada método para estas empresas:

Tabla 4-6. Utilización de los métodos de programación para empresas que utilizan MS Project.

Método	Utilización			
	Mucho	Algo	Poco	Nada
	3	2	1	0
Ruta Crítica (CPM o PERT)	3	3	4	0
Diagramas de Gantt	5	3	1	1
Línea de Balance	1	2	4	3
Programación Rítmica	0	1	5	4

Estos datos también son graficados para ayudar su entendimiento.

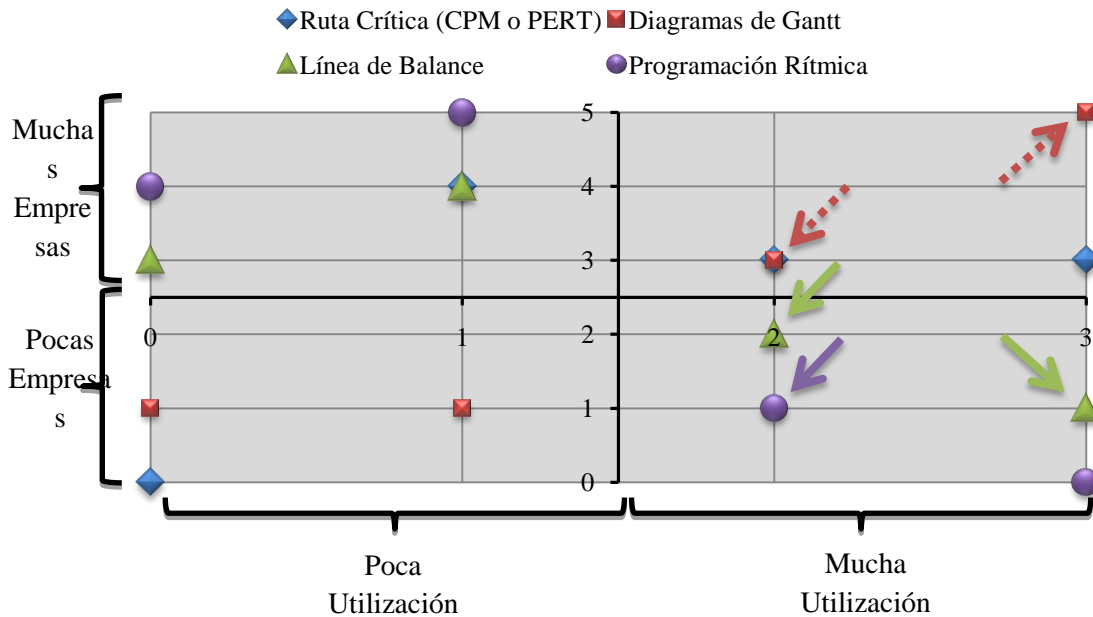


Figura 4-10. Métodos de programación de las empresas que utilizan MS Project.

Tal como se supuso en el análisis derivado de la Figura 4-8, se observa que a pesar de utilizar MS Project como principal software, el método que más utilizan estas empresas son los diagramas de Gantt (mostrado con las flechas rojas punteadas), por consiguiente puede pensarse que lo utilizan solo para incluir las fechas de comienzo y de fin manualmente en las actividades.

Puede ser que no se entienda en verdad el método de programación que se utiliza realmente cuando se programa con Project (usualmente), o puede ser que los programas de obra que se utilizan sean estáticos y requieran mucho tiempo o

esfuerzo para hacer alguna reprogramación, de cualquier modo, esto puede significar falta de formalidad o de conocimiento real sobre programación de obra.

Otro punto interesante que se puede observar en la Figura 4-11 es que existen algunas empresas (pocas) que a pesar de que utilizan MS Project como su software principal, tienen utilización considerable de métodos de programación de actividades repetitivas, sin embargo normalmente se esperaría que para una empresa que su software principal es MS Project, el cual está diseñado para realizar programación lineal, la utilización de métodos de programación de actividades repetitivas sería nula, sin embargo existen 2 empresas que utilizan “algo” el método de línea de balance y 1 que la utiliza “mucho” (flechas verdes continuas), además de haber 1 empresa que utiliza “algo” el método de programación rítmica (flecha morada continua) que es menos conocido como se había comentado anteriormente.

De esta información pudieran hacerse ciertas suposiciones como por ejemplo que estas empresas contestaron “algo” o “mucho” a pesar de no utilizar realmente esos métodos, ya que MS Project no es una herramienta diseñada para hacer programación de actividades repetitivas, o al menos no está programado para hacer análisis de líneas de balance o cálculos de ritmos. También pudiera suponerse que hacen dos tipos de programaciones diferentes a la par, sin embargo es difícil creer que estas empresas de las cuales la mayoría son pequeñas empleen dos métodos de programación simultáneamente.

Aunque los límites de este estudio no alcanzan para solucionar estas suposiciones, o para saber si las constructoras realmente conocen o no sobre esos métodos de programación, lo que si puede observarse es cierta incoherencia en las respuestas de las empresas.

También resulta interesante hacer el mismo análisis para las empresas que utilizan Excel como principal software de programación, éste se muestra en la Tabla 4-7:

Tabla 4-7. Utilización de los métodos de programación para empresas que utilizan Excel.

Método	Utilización			
	Mucho	Algo	Poco	Nada
	3	2	1	0
Ruta Crítica (CPM o PERT)	1	0	3	0
Diagramas de Gantt	0	2	1	1
Línea de Balance	0	3	0	1
Programación Rítmica	0	0	1	3

De las 4 empresas que utilizan Excel una contestó utilizar “mucho” el método de la ruta crítica, también vuelve a ser notoria la utilización de diagramas de Gantt ya que 2 empresas los utilizan “algo” y siendo que la plataforma que se está utilizando es una hoja de cálculo, es probable que los programas sean sólo una representación gráfica de celdas coloreadas que asemejen una barra de Gantt con fechas de comienzo y fin estáticas, ya que de realizarse algún tipo de cálculo de duraciones y/o esquemas de precedencias esas dos empresas hubieran contestado el método de la ruta crítica, por lo tanto se refuerza la tendencia que se ha venido observando en los resultados, existe sólo una utilización “superficial” de los programas de obra, probablemente porque no hay interés, el cual surge conocer los beneficios que pueden obtenerse al aplicarse efectivamente.

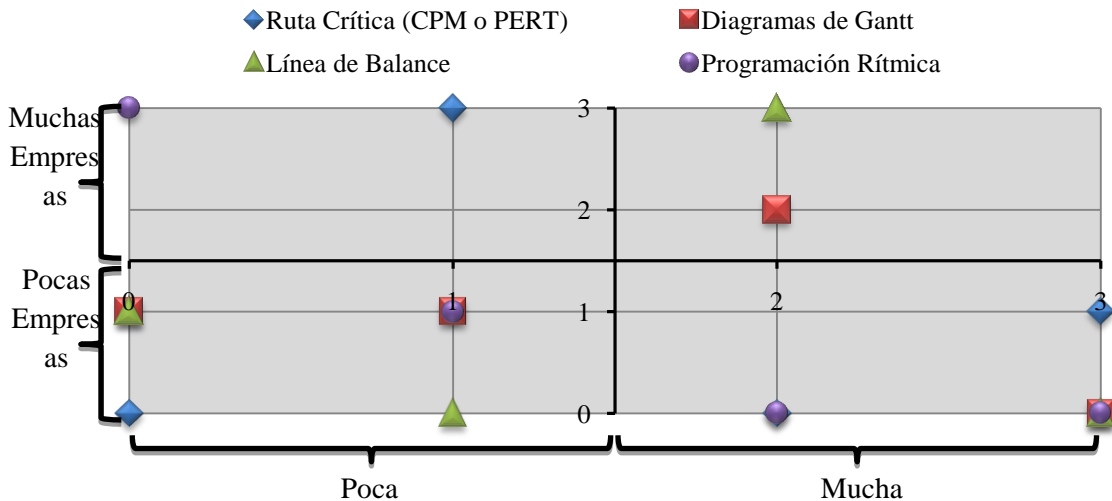


Figura 4-11. Métodos de programación de las empresas que utilizan Excel.

Por otro lado, el método más utilizado por las empresas que programan con Excel es la línea de balance ya que tres de cuatro empresas la utilizan “algo”, es comprensible ya el método de línea de balance puede ser programado sin muchas complicaciones en este software. Pero cabe mencionar que aunque pudieran elaborarse líneas de balance en Excel, este no deja de ser un software no especializado para hacer programas de obra y por ello pudiera verse limitado como una herramienta para dar seguimiento, por ejemplo para la administración de recursos y reprogramaciones.

En esta sección también se incluye el análisis de las preguntas 15 y 16 que extraen la utilización de los programas de obra para hacer programación financiera y programas de materiales (respectivamente), revisándolo contra el principal software que utilizan (si es que utilizan), la gráfica se muestra en la Figura 4-12:

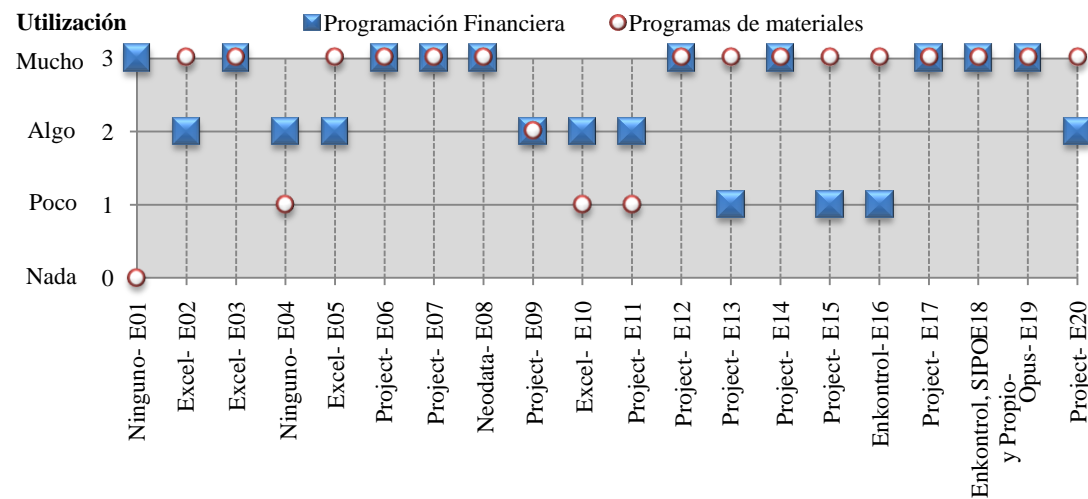


Figura 4-12. Utilización de Programación Financiera y Programas de Materiales según software.

Para las empresas que subcontratan la construcción y no utilizan ningún software sino que utilizan la información que les dan los subcontratistas (E01 y E04), es interesante observar que éstas la utilizan para hacer programación financiera y de materiales.

También llama la atención que las empresas que utilizan otros software diferentes de Project o Excel, apliquen “Mucho” sus herramientas para hacer programas de materiales y de manera similar para hacer programación financiera,

excepto la empresa 16 que los utiliza “Algo”, pudiera suponerse que las empresas que buscan tener otros software para hacer programa de obra es porque realmente tienen interés en ellos.

Las empresas que usan Excel presentan un buen nivel de utilización de programas financieros y de materiales: 3 “Algo” y 1 “Mucho” para la programación financiera y 3 “Mucho” y 1 “Poco” para la programación de materiales, sin embargo retomando las suposiciones anteriores de lo impráctico que resulta programar en software no especializado debido a la poca flexibilidad y la alta dificultad del control de datos, los programas de obra para estas empresas probablemente no alcanzan a ser utilizados en el seguimiento y sólo se usan como referencia en la etapa de planeación.

En el siguiente apartado se exponen las respuestas que serán analizadas para conocer el nivel de seguimiento que se le da a los programas de obra. Esta sección es un de las más significativas en esta Tesis ya que la hipótesis asevera que existen problemas en este tema.

4.3.6 Nivel de seguimiento que se les da a los programas de obra

La frecuencia con la que se revisan los programas de obra es crucial para este estudio, a continuación una gráfica en la Figura 4-13 con las respuestas de la pregunta 19 “¿Con que frecuencia se revisan los programas de obra de un proyecto en su empresa?”.

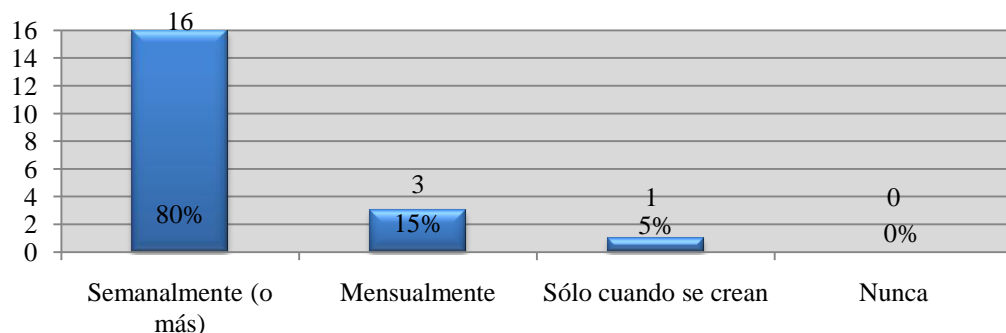


Figura 4-13. Frecuencia de revisión de los programas de obra.

El 80% de las empresas respondieron dar un seguimiento constante, es decir al menos una vez a la semana revisan los programas de obra de sus proyectos. Siendo así, la frecuencia de revisión que dan a los programas de obra es muy buena, no obstante, utilicé respuestas de otras preguntas en el análisis para tratar de llegar a una conclusión más concisa.

De acuerdo a la Figura 4-14 que muestra las respuestas de la pregunta 22 “¿Cuál cree que sea la principal causa por la que los programas de obra llegan a fallar?”:

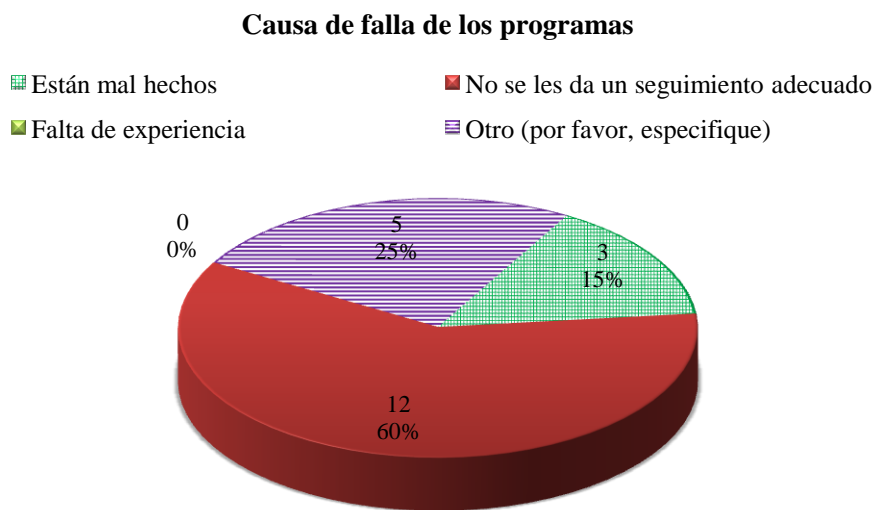


Figura 4-14. Causas de falla de los programas de obra.

La principal causa es que no se les da un seguimiento adecuado, esta respuesta puede ser clave para las conclusiones, ya que de acuerdo con las respuestas de la pregunta 19, existe un seguimiento frecuente a los programas de obra. Sin embargo resulta atractivo analizar porqué consideran que la principal causa de falla en los programas de obra, es que no se les da un seguimiento adecuado, esto se analizará más adelante.

Usualmente la manera más natural de responder a algo es porque se tiene la experiencia de haber pasado por ello. Siendo optimistas, pudiera suponerse que las empresas no tienen problemas actualmente con sus programas de obra y que sus respuestas se basan en experiencias pasadas que han sido superadas, empero

buscaré identificar otras probables causas que pudieran ser la causa de su respuesta.

Es importante entender de qué factores depende que el seguimiento de un programa sea adecuado o no. Según los autores consultados en el marco teórico (Sección 2.6) las variables necesarias para el seguimiento se pueden resumir como:

- Plazo. (Frecuencia)
- Registro.
- Medición.
- Análisis.

Es decir el seguimiento puede ser o no adecuado si se dominan bien las variables mencionadas. Según las respuestas obtenidas parece no haber problema alguno con la frecuencia de revisión ya que el plazo que utilizan la mayoría de las empresas es semanal o menor como lo muestra la Figura 4-13, entonces si existe un problema, éste radica en cualquiera de las otras variables. Por consiguiente no se registra, no se mide o no se analiza adecuadamente. Todas estas posibles fallas tienen un factor común principal: la falta de conocimiento o mejor dicho de una verdadera reflexión de ¿por qué programar?, tal vez porque no se tiene la motivación adecuada para hacer el registro de avance correctamente, o un buen objetivo por el cuál sea necesario medirlos semana a semana, o no se hayan diseñado los procesos adecuados para hacer análisis, o cualquier otra razón respecto a estas tres variables, el diagnóstico nos dirige a donde mismo, alguna falla derivada de ellas sería consecuencia de una carencia en el conocimiento de las empresas o peor aún, de falta de interés.

También es importante mencionar que un 15% de las empresas contestaron que los programas fallan porque están mal hechos. ¿Por qué un programa pudiera estar mal hecho? La respuesta formal a esa pregunta queda fuera del alcance de este estudio sin embargo tomando en cuenta que la mayoría de las empresas contestaron que los programas de obra son muy importantes, la causa más obvia de que los programas estén mal hechos es porque no se tiene el conocimiento necesario para hacerlos correctamente, o para hacerlos funcionales.

Siguiendo con el análisis, la Figura 4-15 muestra las respuestas que hablan sobre la motivación de las empresas para hacer programas de obra, extraídas de la

pregunta 23 “¿Cuál es la principal motivación por la cual se hacen programas de obra en su empresa?”, en este gráfico debido a que sólo hubo dos respuestas abiertas, se incluyen en las categorías para ser interpretadas por el lector.

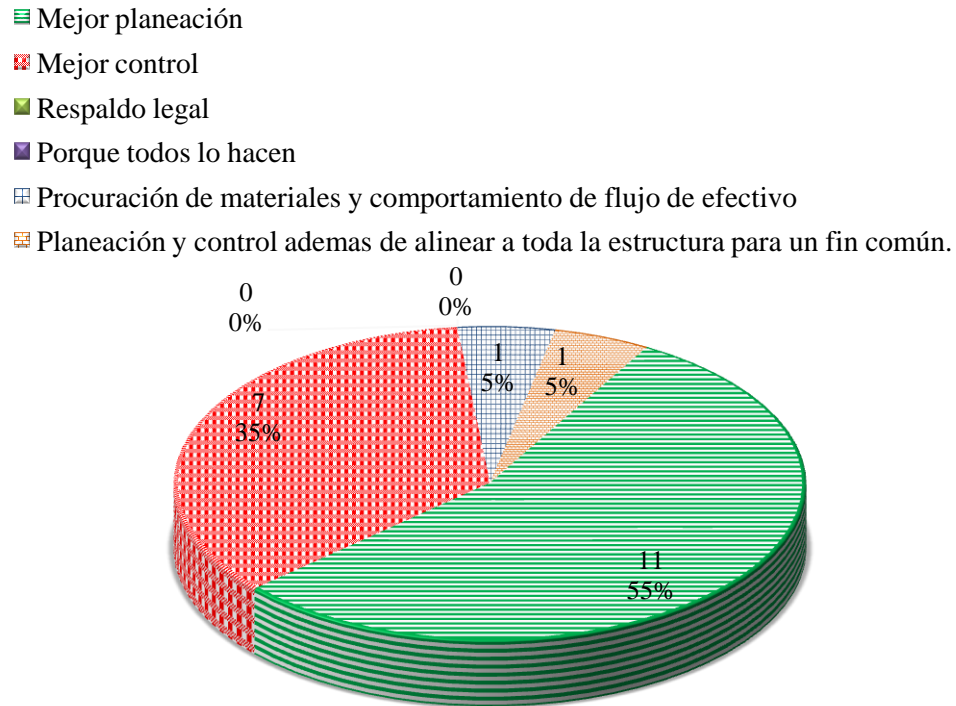


Figura 4-15. Motivación de las empresas para hacer programas de obra.

La principal motivación para hacer programas de obra es tener una mejor planeación, ya que las dos respuestas abiertas se refieren tanto a planeación como a control. De este análisis lo que puede resaltarse es que las empresas consideran más importante la planeación que el seguimiento.

Para corroborar este supuesto hice un análisis de los resultados obtenidos en las preguntas 17 y 18, ¿qué tan importante es la utilización de los programas de obra al comienzo y durante la ejecución del proyecto? respectivamente, se muestra en la Figura 4-16:

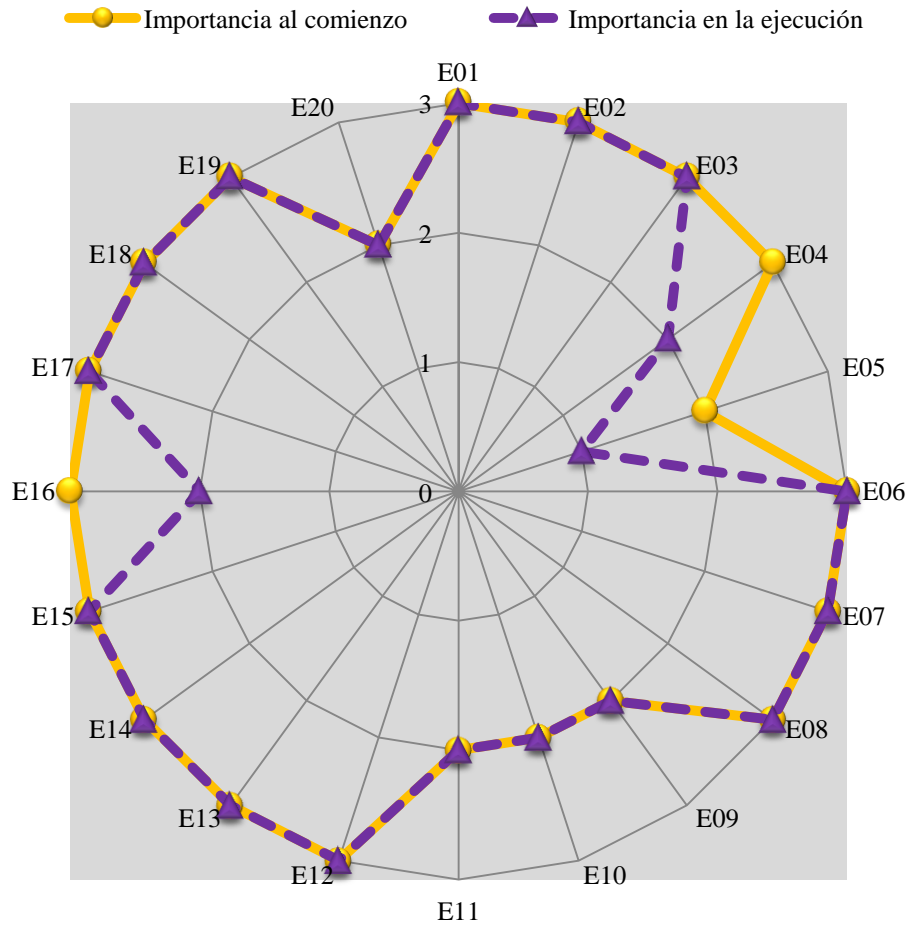


Figura 4-16. Importancia de los programas de obra: Al comienzo Vs. En la ejecución.

En la Figura 4-16, nuevamente se puede observar que para las empresas del estudio es más importante la planeación que el seguimiento.

Si tal como se observó en la Figura 4-14 la principal causa por que lo programas fallan es porque no se les da un seguimiento adecuado y derivado de las Figuras 4-15 y 4-16 podemos observar que es más importante la planeación que el seguimiento, puede suponerse que tal vez al poner más atención en la planeación se descuida el seguimiento.

Para continuar buscando respuesta a los objetivos planteados, en la siguiente sección se analizará el nivel de satisfacción que tienen las empresas con sus programas de obra.

4.3.7 Nivel de satisfacción que tienen las empresas con su método de programación

Para comenzar el análisis de este apartado utilizo el siguiente gráfico donde se comparan qué tanto se utilizan los programas en las empresas (pregunta 7), contra el nivel de utilidad, extraído de la pregunta 9. El gráfico se muestra en la Figura 4-17:

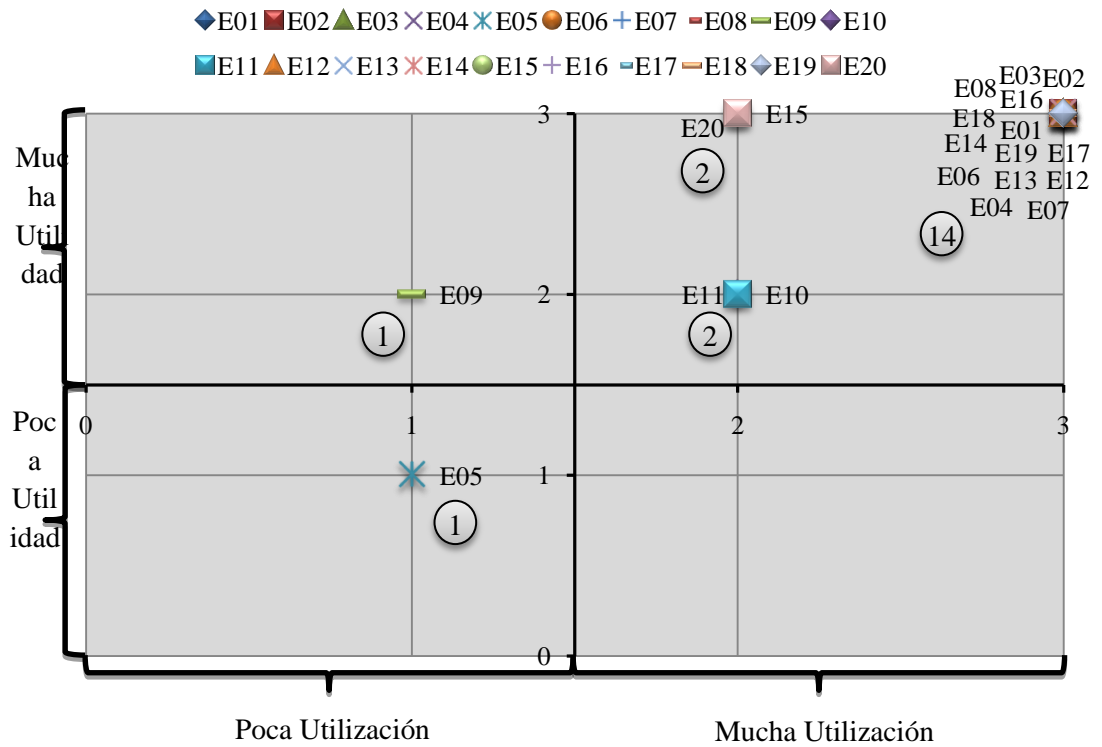


Figura 4-17. Utilización vs. Utilidad.

En la Figura 4-17 se puede apreciar claramente que las empresas (14 de ellas) dicen que utilizan mucho los programas de obra y que son de mucha utilidad. Este comportamiento pudiera ser mal interpretado, ya que el hecho de que consideren útiles los programas de obra no quiere decir que se extraiga la mayor utilidad que se puede obtener de ellos, para expresar mejor mi punto de vista me permitiré hacer la siguiente analogía: una persona puede tener el mejor libro del mundo en casa, sin embargo puede utilizarlo solamente para nivelar una pata rota de un sillón y serle de mucha utilidad. Así una de las claves de entender el pensamiento global respecto a los programas de obra se obtiene de para qué son utilizados realmente.

Otra comparación interesante es la del conocimiento sobre programación que existe (extraído de la pregunta 06) y el nivel de satisfacción que tienen con respecto a los métodos de programación que utilizan (pregunta 20), esta correlación se muestra en la Figura 4-18:

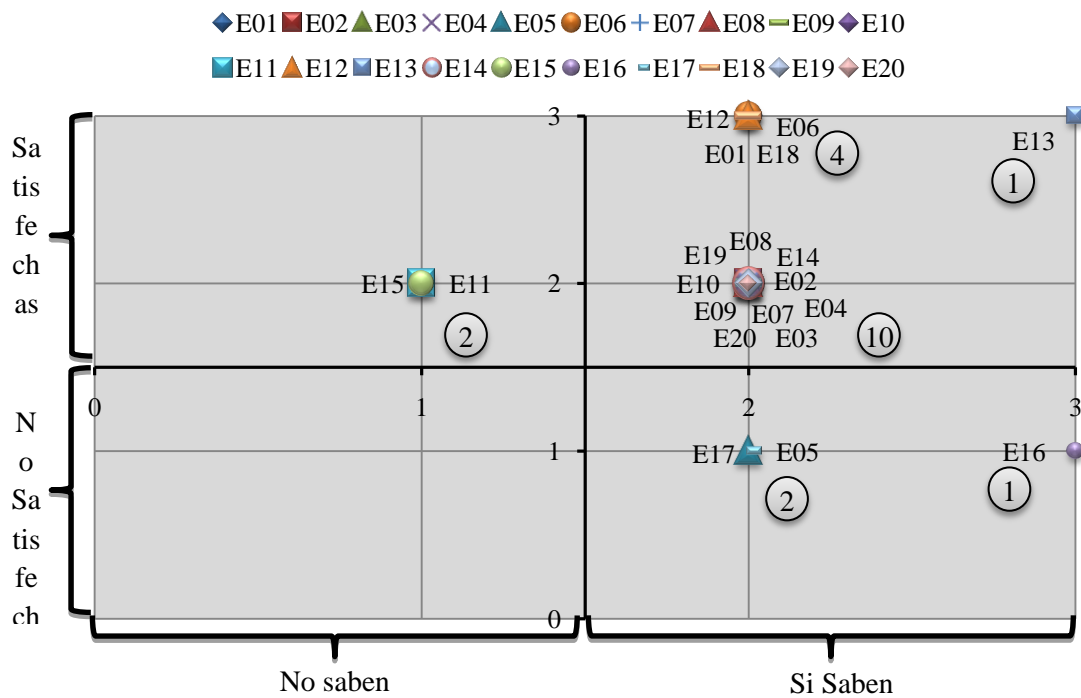


Figura 4-18. Conocimiento Vs. Satisfacción.

La mayoría de las empresas muestran el mismo comportamiento ya que 10 de ellas contestaron conocer “Algo” y estar “Algo” satisfechas, sin embargo uno podría preguntarse ¿por qué no contestaron “mucho” sobre su nivel de satisfacción?, en mi opinión la mayoría de las empresas tienen el conocimiento técnico de cómo hacer un programa, pero el conocimiento es muy limitado y eso limita las opciones para crear programas de obra y por esa razón las empresas no están “Muy satisfechas” ya que no han encontrado el método que mejor se ajuste a sus necesidades.

En el análisis de la Figura 4-17, 14 empresas contestaron que los utilizaban mucho y que eran muy útiles, por consiguiente lo más natural sería que esas mismas empresas mostraran estar muy satisfechas con su método de

programación, sin embargo sólo 5 de esas empresas (E01, E06, E12, E13 y E18) están muy satisfechas.

Otros datos importantes de mencionar es que solamente una empresa (la 13) considera saber mucho de programación de obra y está muy satisfecha, y la empresa 16 considera saber mucho sobre programación de obra y sin embargo está poco satisfecha, llaman la atención estos dos casos, tal vez la empresa 13 realmente encontró una aplicación útil de los programas de obra o el método que le da resultados positivos. En ese caso puede ser que la empresa 16 tuvo una experiencia decepcionante de la aplicación de los programas de obra.

Derivado de los análisis de las Figuras 4-17 y 4-18 se desprende la necesidad de hacer una comparación entre la utilidad de los programas (pregunta 09) y el nivel de satisfacción (pregunta 20) la cual se muestra en la Figura 4-19.

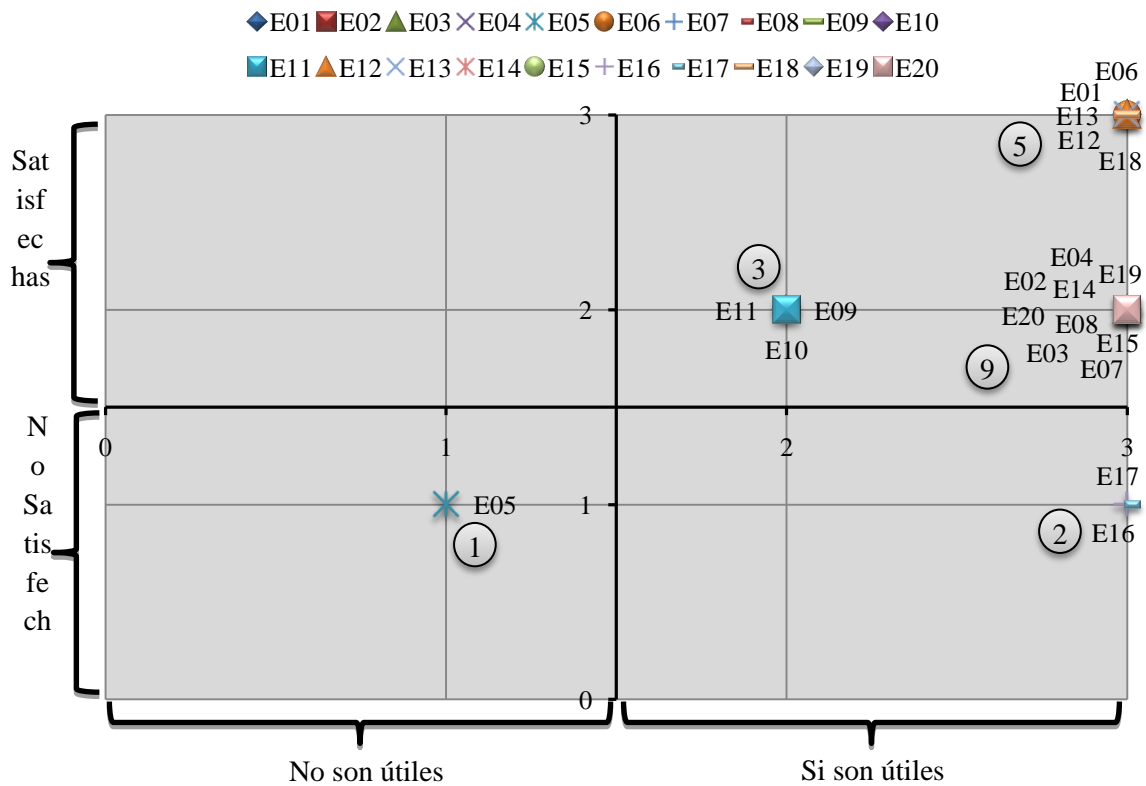


Figura 4-19. Utilidad vs. Satisfacción.

Si clasificamos los ejes de la Figura 4-19 en dos grandes bloques, veremos que las empresas que se muestran a la derecha son las que consideran que los

programas de obra son útiles y las de la izquierda los consideran inútiles, de igual modo las que se muestran arriba son las que se sienten satisfechas con los programas de obra y las que se muestran abajo están insatisfechas.

17 de las empresas consideran que los programas de obra son muy útiles y además están satisfechas o muy satisfechas con sus métodos de programación, lo cual puede ser tomado como evidencia para afirmar que las empresas de este estudio no necesitan mejorar nada respecto a las técnicas y herramientas que escogieron para hacer sus programas de obra, sin embargo el nivel de satisfacción depende directamente de la exigencia que tengan las empresas con ellas mismas o de la demanda que tiene el entorno hacia ellas.

Ahora bien supongamos que este nivel de exigencia es transmitido por los clientes, y si estos no tienen la capacidad de demandar una mejor calidad, desgraciadamente es probable que las empresas opten por dar el mínimo posible ya que así “ahorran” costos, estos ahorros aparentes son mal traducidos como “mayores utilidades” sin embargo tener un mejor nivel de exigencia, llevará a tener un mejor nivel de satisfacción tanto de la empresa como del cliente y yo pienso que esta es la clave para impulsar la mejora continua.

4.3.8 Análisis de preguntas abiertas

En este apartado se expondrán las respuestas abiertas que tenían como finalidad permitir que el encuestado se expresara libremente. Para el análisis de cada respuesta buscaré resumir las respuestas que dieron esas mismas empresas a otras respuestas para entender mejor el contexto con el cual fueron plasmadas.

Las respuestas de la pregunta 10. *“Comentarios sobre ¿qué tan útiles son los programas de obra? (Opcional)”* se muestran a continuación, después mis comentarios:

- *“E01: Son la base del seguimiento para el cumplimiento y la planeación, sin embargo me los entrega el constructor, yo no los genero al 100% de la obra la subcontrato por lo que me enfoco mucho más al negocio de la promoción que al de la construcción.”*

- *“E05: En obras relativamente pequeñas, se confunde el beneficio con el tiempo que se invierte en una buena programación de obra, es decir que es tanto el tiempo invertido y poco el impacto económico que no se incentiva tanto su uso. Ya que el control se puede llevar en documentos de trabajo tipo Excel.”*
- *“E13: Son muy eficaces como herramienta de trabajo, sobre todo para la programación de suministro de materiales y procesos constructivos, desafortunadamente cuando el negocio de la venta de casas supera el programa de obra, la verdad este pasa a segundo plano y se debe de construir al ritmo que marca la venta del producto y no de lo que está programado para construcción.”*
- *“E16: Se vincula ventas y su administración y gestoría, construcción, presupuestos, etc.”*
- *“E18: Se diseñaron con en base a los presupuestos y se acomodan de acuerdo a " procesos " constructivos, después de ello se realiza una Ruta Crítica tipo por Obra (presupuesto) estos se juntan con un programa de inicios y genera por completo todo el Programa de Obra para ese frente.”*
- *“E19: Seguimiento semanal seguimiento a quince días antes se hacen en las mesas de control con cada contratista.”*

La empresa 01 no diseña sus programas de obra, sino que se los requiere a sus subcontratistas, es una empresa que se encuentra muy satisfecha, cree que son muy útiles y considera saber “Algo”, sin embargo asegura que son una herramienta para el control de obra y poder exigir el cumplimiento, probablemente es una empresa muy bien administrada, que invierte gran parte de sus esfuerzos en supervisar la obra que construyen sus subcontratistas y esto le ayuda a enfocarse más en tener control que en producir, tal vez por esta razón los programas de obra le son de mucha utilidad ya que los utiliza de manera importante para el seguimiento.

La empresa 05 está insatisfecha con los programas de obra, cree que son poco útiles, considera saber “Algo”, utiliza Excel como principal herramienta de programación, sin embargo no los considera muy importantes ya que en la Figura 4-16 es la empresa que dio menos importancia a los programas de obra durante la ejecución y la planeación. Esta empresa, es una muestra clara de la forma de pensar de muchas empresas pequeñas, que tienden a no invertir en hacer programas de obra, asegura que el beneficio se confunde y se da preferencia a llevar controles más informales, en mi opinión hasta la obra más pequeña puede

llevarse con una metodología de programación de obra sin invertir mucho tiempo, el único problema es ver el beneficio de invertir en capacitación e investigación para tener personal capacitado para que estos puedan llevar el control de la construcción independientemente del tamaño de la obra.

En la empresa 13 están muy satisfechos con los programas de obra, consideran que son muy útiles, consideran que saben mucho y utilizan Project. En esta empresa se observa que si se lleva a cabo una metodología para la elaboración de programas de obra, sin embargo, también se aprecia falta de conocimiento sobre seguimiento de programas de obra, una buena metodología de seguimiento permite actualizar e incluso reprogramar con facilidad, posiblemente es una empresa que tenga relativamente poco tiempo implementando programas de obra y que pueda seguir mejorando, en mi opinión si se dominan los programas de obra puede hacerse la planeación de acuerdo a las proyecciones de ventas, para prever los recursos necesarios para salir en tiempo de acuerdo al ritmo que marcan los clientes, aunque el mercado es muy cambiante y si puedan ocurrir variaciones muy grandes, esta empresa pudiera buscar agilizar sus métodos de reprogramación para no tener que dejar el trabajo de programación que hacen en segundo plano.

La empresa 16 está “Poco” satisfecha con los programas de obra, sin embargo considera que son muy útiles, cree que saben poco, utilizan Enkontrol como software de programación de obra y son una empresa mediana con 20 años de experiencia, una de las causas por las que esta empresa está “Poco” satisfecha pudiera ser la burocracia, ya que la persona que contestó en esta empresa está consciente de que los programas de obra pueden ser muy útiles, si la encuesta fue contestada por la persona encargada de los programas de obra o el director general, una muy probable razón para que una persona no invierta en algo que considera que es muy útil y que está consciente que sabe poco, es porque no se lo permiten. Además de que utilizan software que no es especializado en programación de obra sino que es software para el control de costos y que en mi experiencia llega a ser una herramienta de entorpecimiento. Sin embargo de esta empresa se puede rescatar una de las cualidades más importantes de los programas, ya que sirven como herramientas de incorporación, para trabajar todo en conjunto con un mismo plan.

La empresa 18 está muy satisfecha con los programas de obra, considera que son muy útiles, su nivel de conocimiento es “Algo”, utilizan Enkontrol, SIPO y software propio para la elaboración de sus programas y utiliza más el método de la ruta crítica y los diagramas de Gantt que la programación de actividades repetitivas. En su comentario, explica a grandes rasgos los pasos para llevar un método de programación con la ruta crítica, lo cual es coherente con sus respuestas.

Por último la empresa 19, están “Algo” satisfechos, creen que son muy útiles, saben “Algo” respecto a los programas de obra, en su comentario habla sobre la frecuencia con la que se les da seguimiento en su empresa y que se usan para llevar un control en los contratistas.

A grandes rasgos se observa una buena impresión por parte de las empresas hacia los programas de obra, sin embargo también se distingue que tienen la idea de que los programas de obra son algo a lo que se le tiene que invertir mucho tiempo, ya sea para hacer el programa, para reprogramaciones, o para dar seguimiento, sin embargo en mi opinión lo que hace falta es un mayor cultura o dominio sobre métodos de programación.

Las respuestas de la pregunta 24. *“Comentarios respecto a la motivación de su empresa para hacer programas de obra (Opcional)”* se muestran a continuación, nuevamente después de las respuestas expodré mis comentarios:

- *“E05: Lo solicitan las financieras para prestar recursos.”*
- *“E06: Con los programas de obra se pueden hacer programas de materiales para que no haya requisiciones de materiales y también se puede revisar el avance real contra el programado semana a semana.”*
- *“E16: Se da una información más certera a los directivos de la empresa, aunque para seguimiento es más difícil adoptar por las fallas que representa la aplicación que se maneja de Enkontrol (SPM).”*
- *“E17: Los utilizamos para poder estar coordinados el área de ventas con el área de construcción así poder comprometernos y cumplir con los tiempos que se ofrece al cliente.”*
- *“E18: Nos permitió dar orden en nuestra planeación y control así como acelerar los ritmos de producción, planeaciones de materiales, mano de obra y planeaciones de Puentes, realmente ha sido muy útil.”*
- *“E19: Es parte del protocolo de la operación.”*

La empresa 05 que ya se había expuesto en el análisis anterior (de la pregunta abierta 10) se refiere a los programas de obra sólo como un requisito, en realidad está obligado a hacer los programas de obra, sin embargo en la pregunta 23 referente a la principal motivación para hacer programas de obra respondió “procuración de materiales y comportamiento de flujo de efectivo” así que probablemente en primera instancia los ve como un requisito, sin embargo han buscado sacarles provecho aunque al parecer no han tenido muy buenos resultados.

La empresa 06 está muy satisfecha con los resultados de sus métodos de programación y comenta experiencias positivas que ha tenido utilizándolos, sólo como dato y en resumen, esta empresa cree que los programas son muy útiles, consideran que saben “Algo”, utilizan Project como principal software de programación y son una empresa mediana.

La empresa 16 comenta que debido al software que utilizan tienen dificultades para dar seguimiento, esto confirma las observaciones del análisis anterior (Pregunta abierta No. 10) sobre los tiempos invertidos en dar seguimiento, en esta empresa probablemente haya sido impuesto el software para hacer programación, tratándose de Enkontrol lo más probable es que haya sido para integrar información, ya que es un software tipo ERP (Enterprise Resource Planning), éste acumuló buena fama entre las constructoras hace algunos años y es una solución al alcance de algunas empresas para administrar toda la empresa en un solo sistema, sin embargo es un programa que según mi experiencia no es muy práctico para programar obra y mucho menos para hacer reprogramaciones.

Las empresas 17, 18 y 19 agregan buenas experiencias en sus comentarios, estas mencionan que son de gran utilidad para administración de recursos, para el seguimiento, el control y que sirven como conexión entre las áreas de producción y ventas, incluso la empresa 19 menciona que ya son parte de la operación, es decir que son algo que se utiliza frecuentemente.

Dentro de las opciones de la pregunta 22. “¿Cuál cree que sea la principal causa por la que los programas de obra llegan a fallar?” se añadió una opción abierta, a la cual las empresas contestaron lo siguiente:

- *“E05: Como lo comente anteriormente, es mucho el tiempo que se invierte y tantas variables que le hacen cambiar que las decisiones se toman sobre la marcha y básicamente se termina reprogramando en múltiples ocasiones.”*
- *“E08: El desapego al sistema del trabajo y el error en la secuencia del programa de obra.”*
- *“E13: La programación se hace a conveniencia de la venta de casas, nunca de acuerdo a un proceso constructivo, calidad, tiempo y costo.”*
- *“E17: Falta de puntos de control en el proceso de obra, que provocan que no se den cuenta del problema en tiempos hasta muy tarde.”*
- *“E18: Todos los anteriores, mas falta de comunicación entre los equipos involucrados y no tener claro lo que se quiere vs como realmente se puede operar y dar seguimiento.”*

Las respuestas anteriores pueden resumirse en 2 causas, falta de coordinación y falta de forma, probablemente las empresas conozcan la técnica para realizar un programa de obra, sin embargo hace falta una metodología formal que respalde el control con los programas de obra, en mi opinión no se debería de tratar de hacer programas de obra porque se tienen que hacer, sino entender porque se hacen.

Estas respuestas son experiencia pura y considero pueden ser de mucha utilidad para que no caigamos en esos errores, hay que estar conscientes de porqué se realizan los programas de obra, tener bien claros sus alcances y entender que son programas de obra y no necesariamente programas de ventas, estos pueden llevarse en paralelo y darles seguimiento en conjunto.

4.4 Observaciones y comentarios

El análisis efectuado en este capítulo fue enfocado a responder los objetivos planteados en los capítulos anteriores, sin embargo la información que arrojan las respuestas condujeron el estudio a conocer algunos problemas reales que existen en el entorno.

En el siguiente capítulo daré mis conclusiones respecto al objetivo principal de este estudio y haré las observaciones respecto a toda la demás información extraída del estudio.

Capítulo 5. **CONCLUSIONES**

5.1 Introducción

En este capítulo final se harán todas las conexiones entre las ideas que han surgido del análisis de la información que se extrajo de la medición para poder hacer conclusiones sobre el estado actual de las empresas constructoras incluidas en este estudio y de si la falta de seguimiento es la causa principal por la cual los programas de obra llegan a fallar.

También se harán algunas observaciones y recomendaciones que enriquecen este trabajo, llegando finalmente a marcar lo que quedará para futuras líneas de investigación y que este trabajo sirva como plataforma para otros estudios de temas afines.

5.2 Conclusiones

Las conclusiones se enlistan a continuación buscando responder a cada uno de los objetivos que fueron planteados para la medición:

- Tamaño de la empresa:

El 40% de las empresas que contestaron la encuesta son medianas, seguidas de empresas pequeñas (35%). Así que el 75% de las empresas constructoras de vivienda media afiliadas a la CANADEVI son pequeñas y medianas.

- Si las empresas utilizan programas de obra para sus proyectos.

El 100% de las empresas constructoras de vivienda media afiliadas a la CANADEVI Jalisco utilizan programas de obra para la construcción de sus proyectos. A pesar de que 2 de las 20 empresas no generan sus propios programas de obra se los exigen a sus subcontratistas.

- ¿Qué método es más utilizado para hacerlos?

El método o herramienta más utilizada para realizar programas de obra son los diagramas de Gantt.

- ¿Qué software utilizan para hacer sus cronogramas de obra?

El software que más se utiliza para hacer programación de obra es MS Project.

- ¿Qué nivel de seguimiento le dan a los mismos?

El nivel de seguimiento que se le da a los programas es adecuado en tanto a frecuencia, pero escaso en forma y fondo.

- ¿Qué nivel de satisfacción se obtiene de los programas de obra?

El 75% de las empresas (15 de 20) están satisfechas con los métodos de programación que escogieron, sin embargo no hay una gran exigencia en el uso de métodos de programación adecuados.

Además de las conclusiones que responden a los objetivos de este estudio se enlistan los siguientes:

- Las empresas que utilizan MS Project como principal software prefieren los Diagramas de Gantt como herramienta de programación.
- La mayoría de las empresas argumentan utilizar mucho los programas de obra, se utilizan también para hacer programas de materiales y financieros.
- La mayoría de las empresas están de acuerdo en que la principal causa por la que los programas de obra llegan a fallar es por la falta de seguimiento.
- Para las empresas es más importante la planeación que el control.
- La mayoría de las empresas saben algo de programación y están satisfechas con ese conocimiento.
- Existe la idea que en ocasiones no es rentable invertir tiempo en hacer programas de obra.

5.2.1 Conclusión de la hipótesis planteada

El nivel de seguimiento se ve como resultado de: la frecuencia con la que se revisan los programas de obra, el sistema de medición que se tiene para dar seguimiento, el registro de los datos extraídos de la realidad para compararlos contra el programa inicial y del análisis que se haga de esa información, ya sea para prever la dirección que toma la construcción, evadir y resolver problemas o para la toma de decisiones en general.

Las empresas evaluadas en el estudio están conformes con su desempeño y no invertirán más recursos en hacer programas de obra a menos que algo externo se los exija, ya sea la competitividad, las empresas crediticias, los proveedores o los mismos clientes, ya que difícilmente se puede intuir el beneficio de algo que no se conoce, por consiguiente el conocimiento real que se tiene sobre la programación de obra puede ser insuficiente y falta de experiencia.

Se programa de manera técnica es decir se conocen los pasos para hacer un programa de obra pero no se entiende bien porqué se programa, es por ello que aun cuando las empresas tienen una frecuencia de seguimiento adecuada, carecen de sistemas adecuados para dar seguimiento a sus programas de obra por eso mismo la mayoría de las empresas están de acuerdo que la principal causa de falla es por falta de seguimiento; por estas razones la hipótesis de este estudio es aceptada.

5.3 Recomendaciones

La finalidad de este estudio como se planteó desde un principio es la de mejorar el conocimiento y compartirlo, es por ello que este estudio no puede terminar sólo en la respuesta de la hipótesis, así que a continuación hago algunas recomendaciones que espero ayuden a las empresas con sus programas de obra.

1. Invertir en los programas de obra: es importante considerar en invertir recursos en esta área, según mi experiencia pueden ser herramientas de mejora radical, uno de los puntos clave es la capacitación constante, no requiere grandes inversiones, puedo decir que en mi caso ha sido autodidacta, realmente es sencillo hacer programas de obra lo difícil es hacerse el hábito de creer que sirven para poder hacerlos, una vez viendo

los resultados las empresas se darán cuenta que sí funcionan; el problema radica en que en la industria de la construcción, estamos acostumbrados a hacer sólo lo que nos obligan a hacer o a copiar lo que los demás hacen, por un lado existe la desgracia de que en la construcción de viviendas en nuestro medio la innovación ha sido insignificante desde hace varios años, pero por otro lado, los programas de obra han ido creciendo en el medio como un requisito (por fortuna aunque sea de ese modo), si las constructoras evolucionaran de acuerdo a las “nuevas” teorías de la administración y se dejara de tratar de ahorrar centavos cuando se pueden ahorrar pesos, pudiera ser que alguien viera alguna ventaja en tener un mejor control con esta herramienta.

2. Mejorar la cultura sobre los métodos de programación de obra: hay que estar conscientes de cuál es el mejor método que funciona para la propia empresa, la idea es que no se trata de hacer programas de obra por hacerlos, o de repetir ciertos procedimientos mecánicos para hacer un documento o cumplir con un requisito, hay que entender la finalidad de para qué sirven, y cuáles son realmente las opciones que la empresa tiene a la mano para poder escoger el método y software que más convenga.
3. Compartir el conocimiento: aunque algunas personas crean lo contrario, yo considero que el conocimiento es para compartirse con los demás, ya que gracias a las experiencias en conjunto el conocimiento avanza más rápido, puede ser que algún problema que detiene a una empresa ya haya sido resuelto por otra y viceversa, es cierto que existe un competencia por ser la mejor empresa, por tener a la mayoría de los clientes, las mejores ventas y a final de cuentas maximizar las utilidades el cual es el objetivo de la empresa en sí, sin embargo creo también que todos los que nos dedicamos a la construcción pertenecemos a un mismo grupo, y si entre nosotros mismos nos ayudamos, provocaremos que el conocimiento mejore y por consiguiente se optimice la forma de hacer las cosas y se maximice aún más la utilidad.

5.4 Futuras líneas de investigación

Debido a que los alcances de este estudio son limitados y no permiten profundizar más en algunas áreas de este estudio, propongo para futuras líneas de investigación las siguientes:

- Medir el conocimiento real de las constructoras sobre programas de obra para poder hacer un diagnóstico más detallado de qué es lo que hace falta mejorar.
- Proponer un método específico de planeación y seguimiento utilizando programas de obra, aplicarlo y medir los resultados del antes y el después para tener un marco de referencia.
- Hacer una investigación de comparación entre la efectividad de los diferentes métodos de programación, donde se puede comparar si para la construcción de viviendas en serie son mejores los métodos de programación lineales o los de programación de actividades repetitivas.
- Proponer diferentes “paquetes” de metodologías para programación y seguimiento de programas de obra clasificadas por ejemplo por tamaño de la empresa o recursos que se desean invertir, para que así las empresas puedan escoger más fácilmente por qué método inclinarse.

REFERENCIAS

Aguirre, I. (2007) *Sistema de planificación estocástico de proyectos: Implicaciones en la gestión de riesgos*. Tesis doctoral. La Rioja España, Universidad de la Rioja.

Barrantes, A. (2012) *Método PERT* [En línea] Disponible en: "http://www.yolose.es/gestion_pert.html" [Consultado el 12 de Julio de 2012].

Colmenar, A. et al., (2007) *Gestión de proyectos con Microsoft Project 2007*. Editorial Alfaomega Ra-Ma, México D.F.

Cumsille, P. (2006) *Programación de obras repetitivas con singularidades*. Tesis de licenciatura. Santiago de Chile, Universidad de Chile Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Dominguez, A. (2004) *Programación, planeación y control de una obra*. Tesis de licenciatura. Cholula Puebla, Universidad de las Américas de Puebla UDLAP. Capítulo 3.

El prisma. (2012). *Portal para Investigadores y Profesionales*. [En línea] Disponible en: "http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_civil/rutacriticaobras/" [Consultado el 11 de Julio de 2012].

Felipe, J. (2011) *ConstructorCivil.org* [En línea] Disponible en: "<http://www.constructorcivil.org/2010/01/tecnicas-de-programacion-de-obras.html>" [Consultado el 11 de julio de 2012].

González, V. y L. Alarcón, (2003) *Buffers de programación: una estrategia complementaria para reducir la variabilidad en los procesos de construcción* Chile, Revista Ingeniería de Construcción, Vol. 18 N°2.

Heizer, J. y B. Render, (2004) *Principios de administración de operaciones*. Quinta Edición, Editorial Pearson.

Hinojosa, M. (2012). *Diagrama de Gantt*. [En línea] Disponible en: "http://www.valoryempresa.com/archives/tutoriales/diagGantt_1.htm". [Consultado el 12 de julio de 2012].

Inzulza, J. (2007) *Software para la automatización del método de programación rítmica*. Tesis de licenciatura. Chile, Universidad del Bío Bío.

ITESCAM (2012). *Balance de línea*. Recursos digitales del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche. [En línea] Disponible en: "www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r13573.DOC". [Consultado el 13 de julio de 2012].

ITESCAM (2012). *Ruta Crítica*. Recursos digitales del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche. [En línea] Disponible en: "www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r52109.DOC". [Consultado el 11 de julio de 2012].

Loría, J. (2010) *Programación de obras con la técnica de la línea de balance*. Trabajo de ingreso a la Academia de Ingeniería México A.C. México. [En línea] Disponible en:

"<http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0C FEQFjAA&url=http%3A%2F%2Facademiadeingenieriademexico.mx%2Farchivos%2Fcoloquios%2Fregional-zona7%2FProgramacion%2520de%2520Obras%2520con%2520la%2520Tecnica%2520de%2520la%2520Linea%2520de%2520Balance.pdf&ei=cTYAUMDvBemW2AWI5IyABA&usq=AFQjCNHBOKZwYITtoFw-RJYLHfNHcoKxDw&sig2=J8XQolqOXBVRVhIaruClwA>".

Marmolejo, I. (2007) "Administración de la calidad". Presentación de curso *Administración de la calidad Unidad II*. Pachuca, Instituto Tecnológico de Pachuca.

Medina, F. (2008) *Diseño óptimo de redes para la programación de obras de edificación, para una nivelación y distribución de recursos personales constante*. Tesis doctoral. Valencia España. Universidad Politécnica de Valencia.

Mellado, E. (2011) *Apuntes de planificación de proyectos*. Chile, Universidad Central de Chile. [En línea] Disponible en: "http://mmellado.ublog.cl/secciones/1537/apuntes_planificacion.html". [Consultado el 12 de julio de 2012].

Moreno, F. (2008) *Programación de flujo y de recursos en la industria de la construcción utilizando modelos matemáticos*. Tesis de maestría. Guadalajara Jalisco, Universidad Panamericana.

Sánchez, J. (1997) *Manual de programación y control de programas de obra*. Tesis de licenciatura. Medellín Colombia, Universidad Nacional de Colombia.

Suniaga, R. (2010) *Desarrollo del programa de construcción del proyecto urbanístico “construcción de viviendas de interés social en el municipio Aragua – distrito social Anaco (Grupo A)”, ubicado en el estado Anzoátegui, de acuerdo al método PERT-CPM*. Tesis de licenciatura. Barcelona, Universidad de Oriente Núcleo Anzoátegui.

Velázquez, S. (2012) *Metodología de la investigación*. Manual de curso Metodología de la investigación. Guadalajara Jalisco, Universidad Panamericana, Maestría en Administración de la Construcción.

Anexo A

#	PREGUNTAS	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
6	¿Cómo considera el conocimiento sobre programación de obra para vivienda en serie que tiene su empresa?	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
7	¿Qué tanto se utilizan los programas de obra en su empresa?	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Poco	Mucho	Mucho	Mucho	Poco	Algo
8	¿Que software utiliza para hacer la programación de obra en su empresa?	No construyo subcontrato la obra	Excel	Excel	X	Excel	Project	Project	Neodata	Project	Excel
9	¿Qué tan útiles son los programas de obra en su empresa?	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Poco	Mucho	Mucho	Mucho	Algo	Algo
11	¿Que tanto se utiliza el Método de la Ruta Crítica (CPM o PERT) para la programación de obra en su empresa?	Nada	Poco	Mucho	Poco	Poco	Mucho	Poco	Mucho	Mucho	Poco
12	¿Qué tanto se utilizan los Diagramas de Gantt para la programación de obra en su empresa?	Nada	Algo	Algo	Algo	Poco	Mucho	Mucho	Mucho	Algo	Nada
13	¿Qué tanto se utiliza el método de Línea de Balance para la programación de obra en su empresa?	Nada	Algo	Algo	Poco	Algo	Nada	Nada	Mucho	Algo	Nada
14	¿Que tanto se utiliza el método de Programación Rítmica para la programación de obra en su empresa?	Nada	Nada	Poco	Poco	Nada	Nada	Nada	Mucho	Algo	Nada
15	¿Qué tanto se utilizan los programas de obra para hacer programación financiera en su empresa?	Mucho	Algo	Mucho	Algo	Algo	Mucho	Mucho	Mucho	Algo	Algo
16	¿Qué tanto se utilizan los programas de obra para hacer programas de materiales en su empresa?	Nada	Mucho	Mucho	Poco	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Algo	Poco
17	¿Qué tan importante es la utilización de programas de obra al comienzo de un proyecto en su empresa?	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Algo	Mucho	Mucho	Mucho	Algo	Algo
18	¿Qué tan importante es la utilización de programas de obra durante la ejecución de un proyecto en su empresa?	Mucho	Mucho	Mucho	Algo	Poco	Mucho	Mucho	Mucho	Algo	Algo
19	¿Con que frecuencia se revisan los programas de obra de un proyecto en su empresa?	Semanalmente (o más)	Semanalmente (o más)	Semanalmente (o más)	Semanalmente (o más)	Mensualmente	Semanalmente (o más)	Semanalmente (o más)	Semanalmente (o más)	Semanalmente (o más)	Semanalmente (o más)
20	¿Qué tan satisfechos están con el método de programación de obra en su empresa?	Mucho	Algo	Algo	Algo	Poco	Mucho	Algo	Algo	Algo	Algo
21	¿Qué tanto se utilizan los programas de para el control de obra en su empresa?	Mucho	Nada	Mucho	Algo	Poco	Mucho	Mucho	Mucho	Algo	Algo
22	¿Cuál cree que sea la principal causa por la que los programas de obra llegan a fallar?	No se les da un seguimiento adecuado	Están mal hechos	No se les da un seguimiento adecuado	Están mal hechos	Como lo comente anteriormente, es mucho el tiempo que se invierte y tantas variables que le hacen cambiar que las decisiones se toman sobre la marcha y básicamente se termina reprogramando en multiples ocasiones.	No se les da un seguimiento adecuado	No se les da un seguimiento adecuado	El desapego al sistema del trabajo y el error en la secuencia del programa de obra	No se les da un seguimiento adecuado	Están mal hechos
23	¿Cuál es la principal motivación por la cual se hacen programas de obra en su empresa?	Mejor planeación	Mejor control	Mejor planeación	Mejor planeación	Procuración de materiales y comportamiento de flujo de efectivo	Mejor control	Mejor planeación	Mejor control	Mejor planeación	Mejor planeación

Concentrado de resultados empresas 01 a 10.

Anexo B

#	PREGUNTAS	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20
6	¿Cómo considera el conocimiento sobre programación de obra para vivienda en serie que tiene su empresa?	Regular	Bueno	Excelente	Bueno	Regular	Excelente	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
7	¿Qué tanto se utilizan los programas de obra en su empresa?	Algo	Mucho	Mucho	Mucho	Algo	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Algo
8	¿Que software utiliza para hacer la programación de obra en su empresa?	Project	Project	Project	Project	Project	ENKONTROL	Project	Enkontrol -SIPO y Propio	Opus	Project
9	¿Qué tan útiles son los programas de obra en su empresa?	Algo	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho
11	¿Que tanto se utiliza el Método de la Ruta Crítica (CPM o PERT) para la programación de obra en su empresa?	Poco	Poco	Algo	Algo	Mucho	Poco	Poco	Mucho	Algo	Algo
12	¿Qué tanto se utilizan los Diagramas de Gantt para la programación de obra en su empresa?	Poco	Nada	Mucho	Mucho	Algo	Algo	Mucho	Mucho	Algo	Algo
13	¿Qué tanto se utiliza el método de Línea de Balance para la programación de obra en su empresa?	Poco	Mucho	Algo	Poco	Poco	Mucho	Poco	Algo	Algo	Nada
14	¿Que tanto se utiliza el método de Programación Rítmica para la programación de obra en su empresa?	Poco	Nada	Poco	Poco	Poco	Poco	Poco	Algo	Algo	Nada
15	¿Qué tanto se utilizan los programas de obra para hacer programación financiera en su empresa?	Algo	Mucho	Poco	Mucho	Poco	Poco	Mucho	Mucho	Mucho	Algo
16	¿Qué tanto se utilizan los programas de obra para hacer programas de materiales en su empresa?	Poco	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho
17	¿Qué tan importante es la utilización de programas de obra al comienzo de un proyecto en su empresa?	Algo	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Algo
18	¿Qué tan importante es la utilización de programas de obra durante la ejecución de un proyecto en su empresa?	Algo	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Algo	Mucho	Mucho	Mucho	Algo
19	¿Con que frecuencia se revisan los programas de obra de un proyecto en su empresa?	Sólo cuando se crean	Semanalmente (o más)	Mensualmente	Semanalmente (o más)	Semanalmente (o más)	Mensualmente	Semanalmente (o más)	Semanalmente (o más)	Semanalmente (o más)	Semanalmente (o más)
20	¿Qué tan satisfechos están con el método de programación de obra en su empresa?	Algo	Mucho	Mucho	Algo	Algo	Poco	Poco	Mucho	Algo	Algo
21	¿Qué tanto se utilizan los programas de para el control de obra en su empresa?	Algo	Mucho	Algo	Algo	Mucho	Algo	Algo	Mucho	Algo	Algo
22	¿Cuál cree que sea la principal causa por la que los programas de obra llegan a fallar?	No se les da un seguimiento adecuado	No se les da un seguimiento adecuado	La programación se hace a conveniencia de la venta de casas, nunca de acuerdo a un proceso constructivo, calidad, tiempo y costo	No se les da un seguimiento adecuado	No se les da un seguimiento adecuado	No se les da un seguimiento adecuado	falta de puntos de control en el proceso de obra, que provocan que no se den cuenta del problema en tiempos hasta muy tarde	todos los anteriores, mas falta de comunicación entre los equipo involucrados y no tener claro lo que se quiere vs como realmente se puede operar y dar seguimiento	No se les da un seguimiento adecuado	No se les da un seguimiento adecuado
23	¿Cuál es la principal motivación por la cual se hacen programas de obra en su empresa?	Mejor control	Mejor control	Mejor planeación	Mejor planeación	Mejor control	Mejor planeación	Mejor planeación	Planeación y control ademas de alinear a toda la estructura para un fin común.	Mejor control	Mejor planeación

Concentrado de resultados empresas 11 a 20.