



# UNIVERSIDAD PANAMERICANA

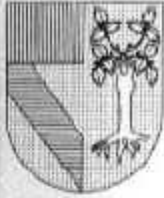
## CAMPUS GUADALAJARA

### Lean construction, Implementación en la edificación de viviendas

Ulises Mercado Burciaga

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., Julio de 2012



# UNIVERSIDAD PANAMERICANA

CAMPUS GUADALAJARA

## DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO

C. Sr. Ulises Mercado Burciaga  
Presente.

En mi calidad de presidente de la Comisión de Exámenes de Grado, y después de haber analizado el trabajo de titulación presentado por usted en la alternativa de **TESIS**, titulado:

**"Lean Construction, implementación en edificación de viviendas"**

Le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. Jurado del Examen de Grado, por lo que deberá de entregar siete ejemplares como parte de su expediente al solicitar el examen.

ATENTAMENTE

MTRO. FRANCISCO A. OROZCO ARGOTE  
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN  
DE EXAMENES DE GRADO



# UNIVERSIDAD PANAMERICANA

CAMPUS GUADALAJARA

Zapopan, Jalisco, Julio, 2012

MTRC. FRANCISCO A. OROZCO ARGOTE  
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE  
EXÁMENES DE GRADO  
P R E S E N T E.

Me permito hacer de su conocimiento que Sr. Ulises Mercado Burciaga de la Maestría en Administración de la Construcción, ha concluido satisfactoriamente su trabajo de titulación con la alternativa TESIS, titulado:

**"Lean Construction, implementación en edificación de viviendas"**

Manifiesto que, después de haber sido dirigida y revisada previamente, reúne todos los requisitos técnicos para solicitar fecha de Examen de Grado.

Agradezco de antemano la atención prestada y me pongo a sus órdenes para cualquier aclaración.

ATENTAMENTE

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a cursive representation of the name Francisco A. Orozco Argote.

MTRC. FRANCISCO A. OROZCO ARGOTE  
ASESOR DE TESIS

# Índice

|   |    |
|---|----|
| <b>Capítulo 1</b> .....                                 | 5  |
| <b>Introducción</b> .....                               | 5  |
| 1.1 El porqué de la tesis.....                          | 8  |
| 1.2 Antecedentes.....                                   | 9  |
| 1.3 Hipótesis y Objetivos.....                          | 9  |
| 1.4 Alcance.....  | 10 |
| 1.5 Metodología.....                                    | 10 |
| 1.6 Descripción.....                                    | 11 |
| <b>Capítulo 2</b> .....                                 | 12 |
| <b>Marco Teórico</b> .....                              | 12 |
| 2.1 Introducción.....                                   | 13 |
| 2.2 Fuentes de información.....                         | 13 |
| 2.3 ¿Qué es Lean?.....                                  | 13 |
| 2.3.1 Historia.....                                     | 14 |
| 2.3.2 Lean en la actualidad.....                        | 16 |
| 2.4 Lean Construction.....                              | 18 |
| 2.5 Last Planner System.....                            | 21 |
| 2.6 Empresas constructoras en México.....               | 26 |
| 2.7 Observaciones y comentarios.....                    | 27 |
| <b>Capítulo 3</b> .....                                 | 28 |
| <b>Medición</b> .....                                   | 28 |
| 3.1 Introducción.....                                   | 29 |
| 3.1.1 Población y muestra.....                          | 29 |
| 3.2 Método de medición.....                             | 31 |
| 3.3 Diseño de la herramienta de medición.....           | 31 |
| 3.3.1 Encuesta, Lean Construction.....                  | 32 |
| 3.4 Resultados.....                                     | 35 |
| 3.5 Observaciones y comentarios.....                    | 37 |
| <b>Capítulo 4</b> .....                                 | 39 |
| <b>Análisis</b> .....                                   | 39 |
| 4.1 Introducción.....                                   | 40 |
| 4.2 Método de análisis.....                             | 40 |
| 4.3 Análisis de la muestra.....                         | 40 |
| 4.3.1 Análisis de resultados de opción múltiple.....    | 41 |
| 4.3.2 Análisis de resultados de preguntas abiertas..... | 47 |

|  |    |
|--|----|
| 4.4 Observaciones y comentarios.....     | 51 |
| <b>Capítulo 5</b> .....                  | 52 |
| <b>Conclusiones</b> .....                | 52 |
| 5.1 Introducción.....                    | 53 |
| 5.2 Conclusiones.....                    | 53 |
| 5.3 Recomendaciones.....                 | 57 |
| 5.4 Futuras investigaciones a fines..... | 58 |
| Bibliografía .....                       | 59 |

# Capítulo 1

## Introducción

## 1.1 El porqué de la tesis

Para la elaboración de la tesis decidí escoger este tema porque conozco algo sobre él, tengo la inquietud, me gusta y quiero aprender sobre el mismo, así como aportar conocimiento a mi área de desempeño que como experiencia profesional he visto que muchas de las empresas constructoras no tienen orden en las obras, existiendo grandes desperdicios de materiales, malos procesos de calidad, en pocas palabras son deficientes en la mayoría de sus procesos ya que carecen de planeación.

Debido a los puntos mencionados anteriormente y a las fallas recurrentes que como experiencia he vivido en el trabajo se puede llegar a decir que no es suficiente para las empresas el seguir un sistema de planeación convencional como los que conocemos tradicionalmente ya que a pesar de la efectividad que tienen hace falta que las empresas tengan una cultura diferente de estructurar el trabajo en la construcción para maximizar valor y minimizar desperdicio, establecer un plan coordinado de acción, hacer uso máximo de los recursos y fomentar la colaboración, cooperación y comunicación, en pocas palabras nos referimos al Last Planner System que es una parte de Lean Construcción donde se establece una manera diferente de estructurar el trabajo.

Lean Construction es una filosofía gerencial que busca maximizar el valor desde la perspectiva del cliente mientras reduce el desperdicio, fomentando una cultura de mejoramiento continuo. "La clave para convertirse en Lean es tener

todos los elementos funcionando como un sistema. Debe practicarse a diario y de manera consistente"- Fujio Cho.

## 1.2 Antecedentes

Muchos de los problemas que tienen las empresas constructoras en la actualidad son las pérdidas por flujos que no agregan valor, pero que consumen tiempo, recursos y espacio, generando altos costos en los procesos de producción, como por ejemplo las esperas ocasionadas por la falta de instrucción, de materiales, transportes innecesarios de materiales, equipos y obreros.

Por lo tanto hoy en día en el sector de la construcción la competencia entre las empresas ha llevado a que un gran número de empresas en diferentes países del mundo implementen con éxito prácticas de Lean Construction para mejorar el desempeño de sus proyectos.

Sin embargo, muchas de las empresas especialmente en México fracasan en sus proyectos ya que, para que este nuevo enfoque sea implementado exitosamente, se requiere de un enorme esfuerzo y cambio cultural a todo nivel de la empresa ya que la capacitación es fundamental para todos. Solo de esta forma se lograra incrementar la productividad y la competitividad, es decir, ser más eficientes.

## 1.3 Hipótesis y Objetivos

### Hipótesis

- Las deficiencias en administración de recursos en las empresas de construcción se deben a la falta de implementación de un método de planeación y control.



## Objetivos

- Conocer si existe el interés en la implementación del sistema de planeación Lean en la construcción, por parte de las empresas de construcción en México.
- Conocer las razones del por qué muchas de las empresas de construcción en México no han implementado o consideran poco útil el sistema Lean de construcción.

## 1.4 Alcance

Para la realización y desarrollo del tema de esta tesis se tendrá como limite el estudiar solo a pequeñas empresas constructoras que se dediquen a la edificación de viviendas en la zona geográfica de Guadalajara, Jalisco por razones de tiempo.

## 1.5 Metodología

Para desarrollar el tema de esta tesis se propone hacer un tipo de investigación descriptiva la cual dicha investigación se iniciará a partir de la descripción del problema que se planteó.

Después de hacer la planificación del tema de esta tesis se procederá a investigar sobre este mismo y ver que está sucediendo en la actualidad en dichas empresas constructoras.

Posteriormente se realizará la medición al problema, esto lo haremos a base de encuestas aplicándolas a las empresas constructoras que como muestras se seleccionaron para así saber lo que está pasando en la industria de la construcción.

Después de haber aplicado las encuestas para dicha medición se procederá a hacer el análisis de los resultados obtenidos en la medición y así poder llegar a conocer por qué no se implementa el sistema Lean y proponer algún medio para su implementación.

Por último se establecerán las conclusiones a las que se llegaran después de haber analizado el problema de falta de implementación de Lean Construcción, así como el establecer recomendaciones y futuras investigaciones sobre el tema.

## **1.6 Descripción**

El desarrollo del tema para esta tesis estará conformado por cinco capítulos de tal manera de tener una congruencia de esta misma. El primer Capítulo estará conformado de la Introducción donde especificaremos desde por qué se realiza la tesis, hipótesis, objetivos alcance, etc., por lo que el Capítulo dos estará conformado por el Marco Teórico (lo que se conoce del tema), que se investigará lo que existe sobre el tema a nivel internacional y saber que se ha hecho en México y en la zona geográfica que se estudiará. En el Capítulo tres estará contenida la medición de desempeño de las pequeñas empresas de construcción. En el Capítulo cuatro estará conformado por el Análisis a dicho problema y por último, tendremos las conclusiones y recomendaciones sobre dicho problema.

# Capítulo 2

Marco Teórico

## **2.1 Introducción**

En este capítulo del Marco Teórico se incluyen los conceptos de interés que son importantes para conocer el tema del que trata la tesis y dar a conocer en base a la consulta de teoría el qué tanto se ha implementado de manera general el sistema Lean en México y en otros países del mundo y qué se ha hecho al respecto para que funcione dicho sistema, cerrando este capítulo con unos breves comentarios acerca del mismo.

## **2.2 Fuentes de información**

Para recabar y presentar dicha información establecida en el Marco Teórico y de las que se piensan utilizar para definir los conceptos de importancia se acudirá a sitios tales como a la biblioteca de la Universidad Panamericana, Institutos de Investigación tales como el Lean Construcción Institute, sitios de Consultoría tales como el Lean Project Consulting y bibliografías tales como The Toyota Way y entre otras conforme se valla ampliando la investigación.

## **2.3 ¿Qué es Lean?**

La palabra “*lean*” en inglés significa “magra”, es decir, sin grasa. En español no combina mucho la definición de “manufactura magra”, por lo que se le ha llamado: Manufactura Esbelta o Manufactura Ágil, pero al igual que muchos otros términos en inglés, se prefiere dejarlo así.

El termino Lean fue acuñado por un grupo de estudio del Massachussets Institute of Technology para analizar en el nivel mundial los métodos de manufactura de las empresas de la industria automotriz. El grupo destacó las

ventajas de manufactura del mejor fabricante en su clase (la empresa automotriz japonesa Toyota) y denominó como Lean Manufacturing al grupo de métodos que había utilizado desde la década de los años sesenta y que posteriormente se afinó en la década de los setenta con la participación de Taiichi Onho y Shigeo Shingo, con objeto de minimizar el uso de recursos a través de la empresa para lograr la satisfacción del cliente, reflejado en entregas oportunas de la variedad de productos solicitada y con tendencia a los cero defectos. El estudio demuestra que la Manufactura Delgada (Lean) usa menos de cada cosa en la planta, menos esfuerzo humano, menos inversión en inventarios de materiales y herramientas, menos espacio y menos horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto.

Lean es un conjunto de técnicas desarrolladas por la Compañía Toyota que sirven para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía industrial, independientemente de su tamaño. El objetivo es minimizar el desperdicio.

Este conjunto de técnicas incluye el Justo A Tiempo, pero se comercializó con otro concepto, con el de minimizar inventarios, y no es ese el objetivo, es una técnica de reducción de desperdicios, ya sea inventarios, tiempos, productos defectuosos, transporte, almacenajes, maquinaria y hasta personas.

Otras herramientas que utiliza el Lean Manufacturing son el Kaizen (mejoramiento continuo) y el PokaYoke (a prueba de fallos). Estas técnicas se están utilizando para la optimización de todas las operaciones, no solo inventarios, para obtener tiempos de reacción más cortos, mejor atención, servicio al cliente, mejor calidad y costos más bajos. Al disminuir los desperdicios, se incrementa la productividad.

### **2.3.1 Historia**

La primera persona para integrar un verdadero proceso de producción fue Henry Ford. En Highland Park, Michigan, en 1913 se familiarizó con partes intercambiables constantemente con el trabajo estándar y de transporte en movimiento para crear lo que llamó la producción de flujo. El público entendió esto dramáticamente como la cadena de montaje en movimiento, pero desde el punto de vista del ingeniero de fabricación de los avances en realidad fue mucho más lejos.

Ford alineó los pasos de la fabricación en el desarrollo del proceso siempre y cuando fuera posible el uso de máquinas de uso específico e indicadores de ir o

no venir para fabricar y ensamblar los componentes que entran en el vehículo en pocos minutos, y entregarlos encajando perfectamente los componentes directamente a la línea lateral. Esto fue un salto verdaderamente revolucionario desde las prácticas de compras del Sistema Americano que consistió en máquinas de uso general agrupado por procesos, lo que hizo que las partes eventualmente encontraran su camino en los productos finales después de unos pocos retoques (montaje) en el ensamblaje y subensamblaje final.

El problema con el sistema de Ford no fue el flujo: Él fue capaz de darle la vuelta a los inventarios de toda la empresa diariamente. Más bien, era su incapacidad para ofrecer variedad. El Modelo T no se limitaba sólo a un color. También se limitaba a una especificación para que todos los chasis del Modelo T fueran básicamente idénticos a través del fin de la producción en 1926. (El cliente tenía una selección de cuatro o cinco estilos de carrocería, un rasgo faltante de los proveedores era agregado al final de la línea de producción.) En efecto, parece que prácticamente todas las máquinas en la Ford Motor Company trabajaron en una pieza única, y no hubo prácticamente cambios.

Cuando el mundo quería variedad, incluyendo los ciclos del modelo anterior a los 19 años que tenía el Modelo T, Ford pareció perder su camino. Otros fabricantes de automóviles respondieron a la necesidad de muchos modelos, cada uno con muchas opciones, pero con los sistemas de producción cuyos diseños y procesos de fabricación retrocedían a las áreas de proceso en tiempos de ejecución de mucho más tiempo.

Con el tiempo equiparon sus talleres de fabricación con máquinas más grandes y más grandes que corrían más rápido y más rápido, al parecer para reducir los costos de la etapa del proceso, pero aumentando continuamente los tiempos de producción y los inventarios, excepto en el raro caso – como las líneas de mecanizado de motores - donde todas las etapas del proceso podrían estar vinculadas y automatizadas. Peor aún, los lapsos de tiempo entre los pasos del proceso y la parte de rutas complejas requieren cada vez más de sistemas de información de gestión sofisticados que culminen en la planificación de necesidades de materiales computarizados, sistemas (MRP).

Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno, y otros en Toyota miraron esta situación en la década de 1930, y más intensamente justo después de la Segunda Guerra Mundial, se les ocurrió que una serie de innovaciones sencillas pueden hacer más posible proporcionar continuidad en el flujo del proceso y una amplia variedad de ofertas de productos. Por lo tanto revisaron el pensamiento original de Ford, e inventaron el Sistema de Producción Toyota.

Este sistema, en esencia, cambió el enfoque de la ingeniería de fabricación de máquinas individuales y su utilización, para el flujo del producto a través del proceso total. Toyota llegó a la conclusión que para el tamaño adecuado de las máquinas es en función al volumen real necesitado, introduciendo máquinas de auto-monitoreo para asegurar la calidad, alineando las máquinas en secuencia de proceso, pionero en configuraciones rápidas por lo que cada máquina podría hacer pequeños volúmenes de números de muchas partes, y que cada paso de proceso notifique el paso previo de sus necesidades de sus materiales actuales, sería posible obtener bajo costo, gran variedad, alta calidad, y los tiempos de procesamiento muy rápido para responder a los deseos cambiantes de los clientes. Además, la gestión de la información se podría hacer mucho más simple y más precisa. *Lean Enterprise Institute (2007)*.

Existen 5 principios Lean:

- Maximizar el valor desde la perspectiva del cliente
- Organizar el proyecto según flujo de trabajo.
- Crear flujo de trabajo continuo.
- Trabajar bajo el sistema PULL según requerido por el cliente.
- Buscar la perfección (mejoramiento continuo). *James P. Womack and Daniel T. Jones, Lean Thinking, (1996)*

Lean quiere decir ¡menos desperdicio! Un proceso gerencial que busca maximizar valor (desde la perspectiva del cliente) y minimizar el desperdicio. *Lean Project Consulting, Inc. (2011)*

### **2.3.2 Lean en la actualidad**

Toyota, el ejemplo principal Lean en el mundo, ya que éste éxito ha continuado en las últimas dos décadas, creó una enorme demanda de un mayor conocimiento sobre el pensamiento Lean.

Como pensamiento "Lean" continúa extendiéndose a todos los países del mundo, los líderes también están adaptando las herramientas y los principios más allá de la fabricación, la logística y distribución, servicios de salud del gobierno al por menor, construcción, mantenimiento, e incluso. En efecto, la conciencia Lean y métodos están empezando a echar raíces entre los altos directivos y líderes de todos los sectores hoy en día.

Por otro lado, México tiene el panorama ideal para convertirse en un país líder en manufactura a nivel mundial, sin embargo la industria manufacturera de

este país debe adoptar de manera urgente modelos de fabricación avanzados en este ramo productivo. *James Womack, Lean Enterprise Institute (2007)*.

Womack consideró que hoy en día sólo entre 10% y 15% de las firmas multinacionales instaladas en México implementan las técnicas Lean, "las grandes de origen mexicano están muy por debajo, y realmente pocas de las pequeñas han escuchado siquiera de esto". "Suena poco, pero aunque fuera sólo una empresa la que ha implementado Lean en México, con eso basta para saber que es algo que se puede lograr, pero uno de los problemas es que las empresas mexicanas no conocen las técnicas".

México podría estar en el umbral de una oportunidad para convertirse en uno de los mayores países manufactureros del mundo, ante una hipotética devaluación del dólar y del peso frente a las monedas asiáticas, pero la clave será la capacidad que tendrán los empresarios y el gobierno de diseñar y adaptar una estrategia para aprovechar las ventajas de esa situación coyuntural. Todo dependerá, claro, que se produzca un cambio de actitud entre los gerentes, para ser más activos y aprender las técnicas de producción que han lanzado al éxito a Toyota, llamada manufactura esbelta (lean). *James Womack, Lean Enterprise Institute (2007)*.

El objetivo del lean es reducir los siete tipos de desperdicios más comunes: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventarios, movimientos y defectos. El especialista consideró que el poco avance de esta técnica en México se debió a la ausencia de plantas de Toyota, de manera que no hubo manera de agilizar su aprendizaje.

Otro problema fue que México se "encasilló" ante el mundo como en ensamblador final de producto, a la par que se falló en desarrollar a proveedores locales para abastecer a estas productoras. La estrategia mexicana era asegurar que el país recibiera partes asiáticas para ensamblar aquí y enviar el producto final a Estados Unidos (EU), mientras Womack advertía que EU se abriría a China, que ensamblaría todo el bien y lo enviaría a EU.

Womack presume que conoce bien al sector productivo mexicano, pues asegura que desde 1973, ha venido más de 50 veces a visitar a más de 100 empresas. Además de predicar el lean, entre 1991 y 1992 fue asesor del gobierno mexicano en las negociaciones del Tratado de Libre Comercio para América del Norte (TLCAN). En aquellos viajes asegura que visitó a casi todas las empresas mexicanas de autopartes. Su peor impresión fue: [Cuando] "comí con el dueño de una empresa y me preguntó „¿Cómo vamos a detener al TLCAN?"



La manufactura en México no ha avanzado con la velocidad que debería, ya que actualmente entre el 15% y 20% de las empresas transnacionales maneja el concepto de manufactura esbelta que aplica la firma automotriz Toyota. De acuerdo con James Womack, fundador y presidente del Lean Enterprise Institute, expuso que uno de los problemas fundamentales en el País ha sido la falta de un ejemplo para multiplicar el modelo. De ahí la importancia que cobra el Instituto Lean en México, mismo que surgió hace un año.

Además, la actitud pesimista sobre la imposibilidad de aplicar la manufactura esbelta está cambiando, pues en 1992, los directivos de las empresas se negaban a adoptarlo. En Jalisco, empresas como la electrónica Solectron, implementó el concepto de manufactura esbelta y logró desde hace cuatro años, una mejora del 47% en productividad que implica mejorar el tiempo de respuesta, manejo del personal y de materiales. Así lo dijo "El problema fundamental de México, pese al paso de los años, es que no ha habido un desarrollo de proveedores". *James Womack, Lean Enterprise Institute (2007)*.

Los casos que han resultado exitosos luego de la aplicación Lean se encuentran en las empresas de la industria electrónica Solectron, Siemens VDO, Bosch México, Whirlpool y TI Automotive.

## 2.4 Lean Construction

La investigación del lean en el sector de la construcción se inició en 1992 con el profesor finlandés Lauri Koskela, acuñando el nombre de Lean Construction. En 1997 se fundó el Lean Construction Institute con el esfuerzo de los profesores Glenn Ballard (Universidades de Stanford y Berkeley) y Greg Howell, que ha enseñado lean construction en varias universidades americanas y colaborando en numerosos proyectos constructivos a nivel internacional. Desde 1993 *the International Group for Lean Construction* organiza conferencias anuales a nivel mundial. *ConstructionLean*

Ha sido sobre todo en este siglo XXI cuando se está desarrollando, aplicando e investigando en numerosos países: Estados Unidos, Inglaterra, Alemania, Dinamarca, Finlandia, Japón, Israel, Brasil, Chile, Perú y algún país asiático. Se imparten cursos, se enseña Lean Construction en muchas universidades y existen consultoras centrando su actividad en este ámbito. De momento el desarrollo e investigación es bastante universitario, aunque la Asociación Europea de Constructoras ya está realizando workshops de Lean Construction para sus asociados en los últimos tres años (2007-2009). También hay que destacar el *European Group Lean Construction*, investigando y realizando

conferencias a nivel europeo. La última ha sido en Abril 2010 en Portugal, presentando un caso de implantación en Noruega y dando a conocer el lean construction al sector de la construcción portugués. *ConstructionLean.com*.

La filosofía lean es el presente y el futuro. Ya se aplica con éxito en muchos sectores diferentes que la automoción y ya ha llegado a la construcción. En EUA ha dejado de ser un fenómeno o un término sectorial a extenderse a cualquier ámbito. Incluso se realiza el típico programa de radio (*Lean Nation*) centrado en la economía y el business, pero basado en la aplicación del lean a las empresas norteamericanas. *ConstructionLean.com*.

LEAN significa “sin pérdidas” o “ajustada”. Con este concepto en mente, conozcamos los planteamientos de este método que, según sus creadores, nos llevará a hacer más eficientes, a generar valor tanto para la empresa como para el cliente y a eliminar los desperdicios. *Fuente GEPUC*.

Este proceso de producción establece que el proceso productivo se compone de conversiones y flujos, a diferencia del sistema tradicional en el que solo se consideran los primeros. *Fuente GEPUC*.

Las conversiones son todas las actividades de transformación que convierten los materiales y la información en productos, pensando en los requerimientos del cliente. Por lo tanto, son las actividades que agregan valor. *Fuente GEPUC*.

Por otra parte, los flujos son todas las actividades que no agregan valor y consumen tiempo, recursos y espacio, generando costos en el proceso de construcción (considerados como desperdicios). *Fuente GEPUC*.

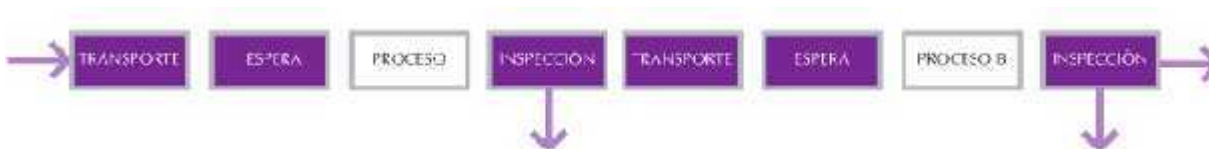


Figura 2.1 Esquema del proceso de producción. *Fuente GEPUC*.

\*Los cuadros sombreados representan las actividades de flujo, que no agregan valor, en contraste con las conversiones. *Fuente GEPUC*.

El objetivo de utilizar este nuevo enfoque de producción es hacer más eficientes las actividades de transformación que agregan valor, minimizando o eliminando las que no lo generan, logrando así una mayor productividad en el proceso constructivo.

Algunos pasos a seguir:

1. Establecer una meta.
2. Establecer los indicadores para obtener la meta. Establecimiento JIT (Just in time). Establecimiento y documentación de los procedimientos de las operaciones estándar para cada tipo de trabajo.
3. Fijar las cifras del objetivo para los indicadores (continua revisión de los manuales y cifras del objetivo).
4. Implementación.
5. Revisar y confirmar que las cifras del objetivo hayan sido alcanzadas.
6. Mejora continua.

|        |                            | CRITERIO                        | PRINCIPIOS  |   |
|--------|----------------------------|---------------------------------|---|---|
| Diseño | TAPA                       |                                 | Incrementar la eficiencia de las actividades que agregan valor.             |   |
|        | P<br>l<br>a                | C<br>o<br>n                     | Mejorar procesos  | Enfocar el control de los procesos al proceso completo.       |
|        |                            |                                 |   | Referenciar permanentemente los procesos (Benchmarking).      |
|        | D<br>i<br>s<br>e<br>ñ<br>o | i<br>f<br>i<br>c<br>i<br>ó<br>n | s<br>t<br>r<br>u<br>c<br>t<br>u<br>r<br>a<br>c<br>i<br>ó<br>n               | Reducir la participación de actividades que no agregan valor. |
|        |                            |                                 |   | Reducir la variabilidad.                                      |
|        |                            |                                 |   | Incrementar la flexibilidad de las salidas.                   |
|        |                            |                                 |   | Reducir el tiempo de ciclo.                                   |
|        |                            |                                 |   | Minimizar los pasos de manera de simplificar el proceso.      |
|        |                            |                                 |   | Incrementar la transparencia de los procesos.                 |
|        |                            | Valor-cliente                   | Aumentar el valor del producto considerando los requerimientos del cliente. |   |

Figura 2.2 Principios básicos de Lean Construction en el marco de las etapas de un proyecto de construcción. Fuente GEPUC.

En Lean Construction se encuentra el hacer más eficiente las actividades que agregan valor, minimizando o eliminando las actividades que no lo generan.

En construcción, el enfoque tradicional de producción para la medición del desempeño de los proyectos enfatiza en las variables costo y tiempo. Mientras que en el nuevo enfoque se le agrega el valor de los flujos.

Cuadro que compara los dos esquemas de producción:

|                              | Producción tradicional   | Lean Production   |
|------------------------------|--|---|
| <b>Concepto</b>              | La producción está compuesta por una serie de actividades de conversión que agregan valor      | La producción está compuesta por flujos (no agregan valor) y conversiones (agregan valor)   |
| <b>Control de Producción</b> | Dirigido al costo de las actividades   | Dirigido al tiempo, costo y valor de los flujos   |
| <b>Mejoramiento</b>          | Incremento de la eficiencia de las conversiones a través de la utilización de nueva tecnología | Eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas), incrementando la eficiencia de las actividades que lo generan, a través del mejoramiento continuo y la implementación de nueva tecnología |

Figura 2.3 Comparación de los esquemas de producción. Fuente GEPUC

Lean Construction es una filosofía gerencial que busca maximizar el valor desde la perspectiva del cliente mientras reduce el desperdicio fomentando una cultura de mejoramiento continuo. (*Lean Project Consulting, Inc. 2011*).

- Es una propuesta de “Todo” o “Nada”.
- Optimiza el “Todo” no las “Partes”.
- Es un trabajo duro, que se necesita de práctica y disciplina.

La clave para convertirse a Lean:

“... no es ninguno de los elementos individuales...Lo importante es tener todos los elementos funcionando como un sistema. Debe practicarse a diario y de manera consistente”- Fujio Cho, *Chairman Toyota Motor Corporation*.

## 2.5 Last Planner System (LPS)

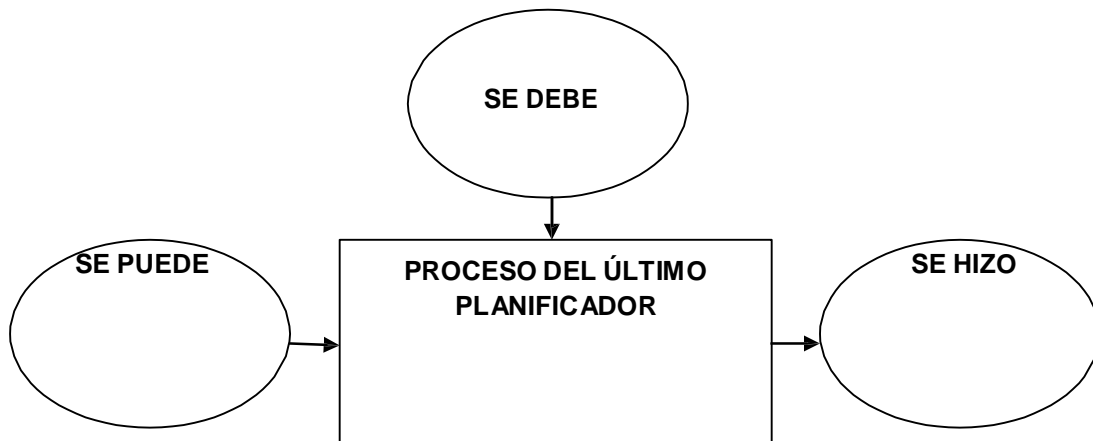
El Last Planner (Ultimo Planificador) se desarrolló a finales de los 90” por los profesores Ballard y Howell, fundadores del Lean Construction Institute.

Se trata de planificar las actividades semanales de forma colaborativa. Los responsables de las diferentes actividades han de comprometerse a unas

mediciones o unidades a entregar. La mejor forma de percibirlo es con una muestra visual.

### **Se debe-Se puede-Se hará-Se hizo**

El término "tareas", pone en énfasis la comunicación de los requerimientos del Último Planificador para diseñar el equipo o personal de construcción. Sin embargo, estos productos de la planificación en la unidad del nivel de la producción son también compromisos para el resto de la organización. Dicen que lo que SE HIZO, y (con suerte) son el resultado de un proceso de planificación que mejor igual SE HIZO con lo SE DEBE dentro de las limitaciones del SE PUEDE.



*Figura 2.4 La formación de las tareas en el proceso de planeación del Último Planificador.*

Desafortunadamente, el rendimiento del Último Planificador a veces es evaluado como si no hubiera posibles diferencias entre el SE DEBE y SE PUEDE. “¿Que haremos la próxima semana?” “Todo lo que está en el programa” o “todo lo que está generando más “tensión”. Los supervisores lo consideran su trabajo para mantener presión sobre los subordinados para producir a pesar de los obstáculos. Concedido que es necesario superar los obstáculos, que no hay excusa para su realización o dejarlos en su lugar.

La falta de control de manera proactiva en la unidad de producción aumenta el nivel de incertidumbre y priva a los trabajadores de la planificación como una herramienta para dar forma al futuro. Lo que se necesita es cambiar el enfoque de control de los trabajadores para el flujo del trabajo que los une. El sistema de producción del Último planificador es una filosofía, normas y procedimientos y un conjunto de herramientas que facilitan la implementación de estos procedimientos. En cuanto a los procedimientos, el sistema tiene dos componentes: la producción

de la unidad de control y el trabajo de control de flujo. El trabajo de la primera es hacer las tareas cada vez mejor por parte de los trabajadores directos a través del aprendizaje permanente y medidas correctivas. La función del control de flujo de trabajo es tal vez evidente en su nombre – a causa de manera proactiva el trabajo fluya a través de unidades de producción en la mejor secuencia y tarifa realizable.

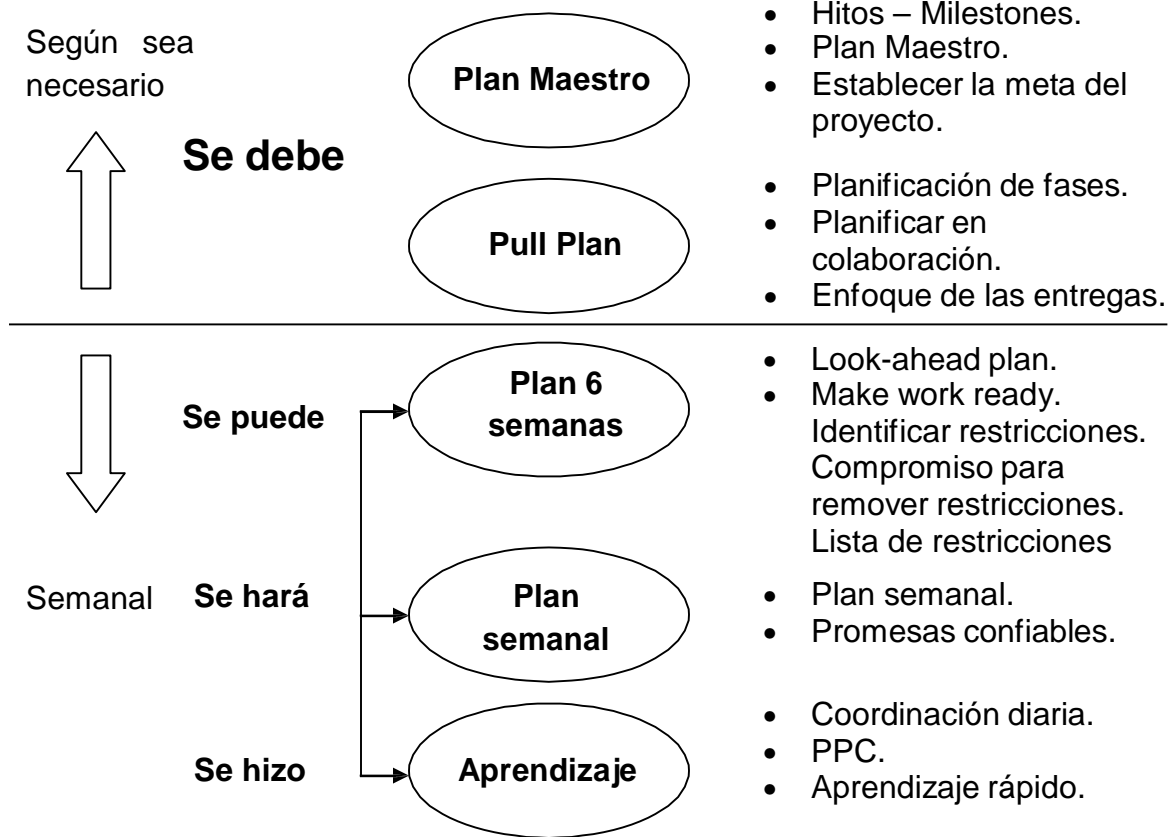


Figura 2.5 Creando y manteniendo un flujo de trabajo confiable. Lean Project Consulting, Inc. (2011).

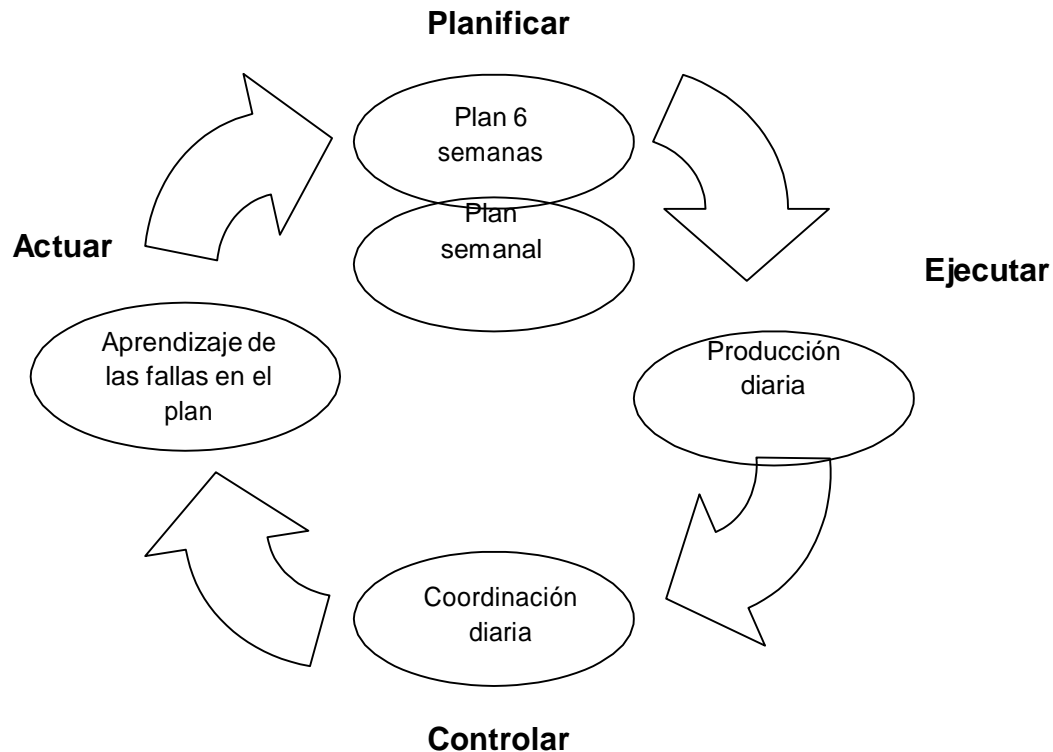


Figura 2.6 Planificación semanal y ciclo de ejecución. Lean Project Consulting, Inc. (2011).

El Last Planner System trata de colocar diariamente en el panel las actividades diarias a realizar y donde se ejecutarán. Han de ser unidades de obra reflejadas en el plan mensual (*Lookahead*). Hay que buscar soluciones entre actividades anteriores y posteriores para que se solapen inicialmente.

Al final de la semana se establece una relación porcentual de cumplimiento, el PPC (Porcentaje del Plan Cumplido). Sería la relación entre las mediciones reales y las planificadas. En una típica implantación del Last Planner este ratio va mejorando a medida que avanza la obra.

Es necesario analizar las causas de no cumplimiento de los PPC: falta de coordinación, materiales, trabajos previos, cambios, rendimiento mano de obra, errores, falta información diseño, tiempo, método de ejecución, retraso aprobación de calidad, etc. Según Ken Gottschalk, las cuatro principales causas de incumplimiento son (por orden): falta de coordinación, ingeniería, cambios de la propiedad y las inclemencias meteorológicas. *ConstructionLean.com*.

## **Análisis de restricciones**

Una vez que las tareas se identifican, son sometidas a analizar sus restricciones. Un ejemplo de contrato en la construcción puede enlistar diseño, presentaciones, materias primas, requisito previo, espacio y equipo de trabajo; además de una categoría abierta para todas las demás restricciones. Otras restricciones pueden incluir permisos, inspecciones, aprobaciones, etc. Las limitaciones de diseño prácticamente se pueden leer desde las Definiciones de las Actividades del Modelo: la claridad de las directivas, trabajos de requisito previo, mano de obra y recursos técnicos. Previamente se reúnen estas limitaciones en el debate del Control de la Unidad de Producción.

El análisis de las restricciones exige a los proveedores de bienes y servicio de controlar activamente su producción y entrega, y proporciona al coordinador la alerta temprana de los problemas, esperándose con el tiempo suficiente para que planifique lo que le rodea.

Ventajas del uso del Last Planner:

1. Fomenta la comunicación y el trabajo en equipo entre subcontratistas
  2. Rendimientos reales.
  3. Implicación de los trabajadores: la planificación es el resultado del esfuerzo de todos.
  4. Cumplimiento de plazos.
  5. Crear compromiso.
  6. Favorece una actitud de mejora continua.
  7. Estabilizar la obra.
  8. Plan logístico elaborado entre todos.
  9. Asignación de responsabilidades.
  10. Los acuerdos entre responsables liberan trabajo a los encargados.
- ConstructionLean.com.*

El LPS es una parte de Lean Construcción, es una manera diferente de estructurar el trabajo para:

- Maximizar el valor y minimizar desperdicio.
- Gerenciar y mejorar el proyecto.
- Establecer un plan coordinado de acción.
- Hacer uso máximo de los recursos.
- Fomentar la colaboración, cooperación y comunicación.



## 2.6 Empresas constructoras en México

En 1939 existían en el país 90 empresas constructoras y diversos grupos técnicos, que con financiamiento estatal realizaban obras y adquirían maquinaria. En los albores de los 40,,s, el número de trabajadores ocupados en la construcción representaba 1.8% de la población económicamente activa, 5.9 millones en un total de 19.7 millones de habitantes.

En el período 1930-1950 se crean las empresas mexicanas más importantes, y especialmente las dedicadas a la construcción. Así mismo se dan los primeros pasos para organizar el gremio de los constructores.

En la década de los 50's se crea la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción y se da inicio a la contratación de obras gubernamentales por concurso, de acuerdo con lo establecido en el artículo 134º de la Constitución.

Para 1966 se hizo patente el problema de vivienda, por lo que la industria de la construcción empezó a contribuir en su solución, para coordinar los esfuerzos en programas de vivienda, se creó el Centro Impulsor de la Habitación, A.C. Después de la expansión que la construcción mantuvo entre 1970 y 1981 como resultado, del crecimiento compartido y luego del proyecto petrolero gubernamental, en 1982 se suscitaron cambios drásticos en el entorno macroeconómico nacional, mismos que alteraron la evolución y las perspectivas de la economía en general y de la industria de la construcción en particular.

A principios de 1982 la industria se frenó abruptamente, comenzando con un proceso de desinversión, que implicó que en 1988 la construcción registrará un valor real de tan sólo 69.1 % del que ya había registrado en 1981. Entre 1979 y 1981 el P.I.B. de la construcción creció 12.3 % anual promedio, el doble de la expansión registrada entre 1970 y 1978. Esto incentivó la capitalización de las empresas constructoras del sector formal de la industria, mismas que aumentaron en número de 3,378 empresas en 1970 a 10,300 en 1981. Adicionalmente se intensificó la dependencia de la industria al gasto público: la participación de la construcción pública paso de 50.8 % en 1978 a 56.9 % en 1981.

En estos años la economía se “petrolizó”, y prácticamente la totalidad del aumento en la participación del sector público en la construcción se debió al aumento en la infraestructura petrolera y en inversión para la industria petroquímica.

De hecho, entre 1982 y 1989 la inversión gubernamental se redujo más del 60% en términos reales. Con esto, la actividad de la industria de la construcción, medida por su P.I.B., fue en 1989 de sólo 75 % del que se había registrado en 1981, y el empleo de la construcción se redujo de 2.3 millones en 1981 a 1.9 millones de trabajadores en 1989. Durante 1980-1989 la industria de la construcción fue el único sector que presentó una tasa negativa de crecimiento acumulado. *Viramontes Muciño Alejandro (1998)*.

## **2.7 Observaciones y comentarios**

Como bien se acaba de mencionar en los puntos anteriores, la filosofía LEAN cada vez está haciendo más utilizada por las empresas a nivel mundial, ya que muchas de las empresas han alcanzado el éxito gracias a este sistema.

En el caso de México nos falta esa ambición de conocer las técnicas y obtener los beneficios que se generarían para la empresa o simplemente adaptarnos al verdadero cambio cultural de trabajo que nos implica el aplicar esta "nueva" filosofía. En base a esta necesidad ya se está implementando la capacitación sobre LEAN en nuestro país, incluso ya se abrió el *Lean Enterprise Institute* para darnos a conocer las técnicas sobre este sistema y así poder llevar este pensamiento a todas las empresas Mexicanas.

# Capítulo 3

## Medición

## **3.1 Introducción**

En este capítulo se llevará a cabo la medición al problema del cual surgió esta tesis para conocer la realidad en la zona de muestreo sobre el por qué las empresas de construcción en México no han implementado un método de planeación y control o por que se consideran poco útil estos mismos, que como población se seleccionó a empresas de construcción dedicadas a la edificación de vivienda en la ciudad de Guadalajara, Jalisco.

### **3.1.1 Población y muestra**

Como ya se mencionó a inicios de este capítulo como población se seleccionó a empresas constructoras con la característica de que se dediquen a la edificación de vivienda en la zona de Guadalajara, Jalisco ya que por factores de tiempo limitados que se tienen para terminar la tesis se decidió a estudiar solo a este tipo de empresas. Para conocer el número total de empresas de construcción o población en la zona a estudiar fue necesario recurrir a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), Delegación Jalisco, el cual se obtuvieron 49 empresas de construcción como población para esta tesis.

En cuanto al tamaño a estimar de la muestra probabilística que se va a medir de la población antes mencionada, se calculó en base a la ecuación propuesta por Hernández Sampieri (1998), la cual resultó medir a 14 empresas de construcción.

A continuación se presenta el procedimiento que se siguió para obtener el valor de la muestra:

- 
- 
- *Desviación estándar de la muestra:*

- *Varianza de la población:*

- *Tamaño provisional de la muestra:*

- 
- *Tamaño de la muestra:*
- 

El significado de cada expresión es:

$N = 49$  (Tamaño de la población).

$n =$  Tamaño de la muestra.

$n^* =$  Tamaño provisional de la muestra.

$Se =$  Error estándar = 0.05

$=$  Varianza de la población

$=$  Varianza de la muestra

$p =$  Probabilidad = 95% (0.95)

## **3.2 Método de medición**

Para llevar a cabo la recolección de información para la medir a las empresas que se seleccionaron aleatoriamente como muestra para esta tesis se realizará una encuesta tipo entrevista de manera escrita a las catorce empresas de construcción dando como opción seis posibles respuestas con una escala de medición porcentual del 100% al 0%. Se pretende entrevistar a gerentes o encargados de obra y saber si se conoce el concepto Lean o que tanto se sabe del mismo, así como el de encontrar y conocer por qué no se ha implementado o se consideran poco útil los métodos de planeación y control en las empresas de construcción en México, saber la disposición para implementar cursos de capacitación y la frecuencia con la que hacen estos mismos.

## **3.3. Diseño de la herramienta de medición**

Debido al estudio y tipo de investigación descriptiva que se está realizando para esta tesis se adoptó la encuesta tipo entrevista como método de medición al problema, dando como opción de seis posibles respuestas a cada reactivo con una escala de medición porcentual del 100% al 0%.

A continuación se presenta la encuesta que se va a utilizar como herramienta de medición para conocer la realidad:

### 3.3.1 Encuesta, Lean Construction

*Esta encuesta se elabora con fines académicos y de investigación. Forma parte de una tesis llamada “Lean Construction, Implementación en la edificación de viviendas”, para obtener el grado de Maestro en Administración de la Construcción en la Universidad Panamericana.*

*Agradecemos su aportación a este trabajo académico, ya que su valiosa ayuda contribuirá al aumento del conocimiento en esta área. Agradecemos que conteste con sinceridad las siguientes preguntas escogiendo la opción que mejor se acerque a su punto de vista.*

Indicaciones para el llenado:

*La escala de medición que se está considerando es porcentual y va desde el 100% al 0%, escoja la respuesta que usted considere conveniente.*

- 1) ¿Con que frecuencia es utilizado algún método de planeación y control en su empresa?  
a) Siempre b) Casi siempre c) Normal d) Poco e) Muy poco f) Nunca
- 2) ¿Este método lo considera útil dentro de su empresa?  
a) Siempre b) Casi siempre c) Normal d) Poco e) Muy poco f) Nunca
- 3) ¿Le gustaría mejorar y mantener un desempeño óptimo de su empresa?  
a) Siempre b) Casi siempre c) Normal d) Poco e) Muy poco f) Nunca
- 4) ¿Con que frecuencia se implementan capacitaciones dentro de su empresa?  
a) Siempre b) Casi siempre c) Normal d) Poco e) Muy poco f) Nunca
- 5) ¿Ha tenido conocimiento sobre el concepto Lean?  
a) Siempre b) Casi siempre c) Normal d) Poco e) Muy poco f) Nunca
- 6) ¿Le gustaría conocer las herramientas que compone el sistema Lean en la construcción?  
a) Siempre b) Casi siempre c) Normal d) Poco e) Muy poco f) Nunca

7) ¿Le gustaría conocer los logros o beneficios que se obtendrían al implementar Lean en su empresa?

a) *Siempre* b) *Casi siempre* c) *Normal* d) *Poco* e) *Muy poco* f) *Nunca*

8) ¿Estaría dispuesto a generar cambios o enfoques distintos en la forma de trabajar en su empresa con el fin de mejorar?

a) *Siempre* b) *Casi siempre* c) *Normal* d) *Poco* e) *Muy poco* f) *Nunca*

9) ¿Le gustaría llevar una capacitación sobre Lean en la construcción?

a) *Siempre* b) *Casi siempre* c) *Normal* d) *Poco* e) *Muy poco* f) *Nunca*

10) ¿Estaría dispuesto a implementar el sistema Lean en su empresa?

a) *Siempre* b) *Casi siempre* c) *Normal* d) *Poco* e) *Muy poco* f) *Nunca*

11) ¿Podría ser competitiva su empresa en el mercado al implementar Lean?

a) *Siempre* b) *Casi siempre* c) *Normal* d) *Poco* e) *Muy poco* f) *Nunca*

*A continuación se muestran una serie de preguntas abiertas. Agradecemos que conteste con sinceridad ya que su valiosa ayuda contribuirá en el conocimiento de esta área.*

12) ¿Por qué no se ha implementado el sistema Lean en su empresa?

13) ¿Qué barreras impiden la implementación de Lean en su empresa?

14) ¿Qué sistema o forma de implementación se adaptaría mejor a su empresa?



15) ¿En dónde y en que horario le gustaría llevar a cabo la implementación?

16) ¿Qué tiempo dispondría para la implementación?

17) ¿Quiénes dentro de los diferentes niveles de la estructura de su empresa asistirían?

18) ¿Qué temas sobre Lean le gustaría tratar?

### 3.4 Resultados

A continuación se muestra la tabla de resultados de la medición que se hizo a las empresas constructoras por medio de encuestas.

| No. | Concepto                                      | Respuestas |     |     |     |     |    | No. de encuestas |
|-----|---|------------|-----|-----|-----|-----|----|------------------|
|     |   | 100%       | 80% | 60% | 40% | 20% | 0% |                  |
| 1   | Frecuencia en el uso de planeación y control  |            | 6   | 2   | 1   | 3   | 2  | 14               |
| 2   | Utilidad de la planeación y control           | 5          | 2   | 4   | 2   |     | 1  | 14               |
| 3   | Mejora en la planeación y control             | 13         | 1   |     |     |     |    | 14               |
| 4   | Frecuencia de capacitación                    |            | 2   | 3   | 3   | 4   | 2  | 14               |
| 5   | Conocimiento de Lean                          | 1          |     | 4   | 3   | 4   | 2  | 14               |
| 6   | Interés por conocer las herramientas de Lean  | 8          | 3   | 3   |     |     |    | 14               |
| 7   | Logros y beneficios de la implementación Lean | 10         | 2   | 2   |     |     |    | 14               |
| 8   | Disposición al cambio de trabajo              | 8          | 2   |     | 4   |     |    | 14               |
| 9   | Disposición para capacitarse en Lean          | 7          | 4   |     | 3   |     |    | 14               |
| 10  | Disposición para implementar Lean             | 4          | 4   | 1   | 4   | 1   |    | 14               |
| 11  | Competitividad al implementar Lean            | 5          | 5   | 2   | 2   |     |    | 14               |

*Tabla 3.1 Tabla de resultados de preguntas con opción múltiple.*

A continuación se muestra la tabla de resultados de las preguntas abiertas que se realizaron durante la medición en la entrevista encuesta:

| No. | Concepto                       | Respuestas |   |   |   |   |   |    |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | No. de encuestas |   |    |
|-----|--------------------------------|------------|---|---|---|---|---|----|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------------------|---|----|
|     |                                | A          | B | C | D | E | F | G  | H | I | J  | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U |                  | V | W  |
| 12  | Falta de implementación Lean   | 10         | 3 | 1 |   |   |   |    |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                  |   | 14 |
| 13  | Barreras para implementar Lean | 6          | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |    |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                  |   | 14 |
| 14  | Sistema de implementación      |            |   |   |   |   |   | 11 | 3 |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                  |   | 14 |
| 15  | Lugar de implementación        |            |   |   |   |   |   |    |   | 1 | 11 | 2 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                  |   | 14 |
| 16  | Tiempo para la implementación  |            |   |   |   |   |   |    |   |   |    | 3 | 4 | 6 | 1 |   |   |   |   |   |   |   |                  |   | 14 |
| 17  | Personal a capacitar           |            |   |   |   |   |   |    |   |   |    |   |   |   |   | 4 | 4 | 4 | 2 |   |   |   |                  |   | 14 |
| 18  | Temas a implementar sobre Lean |            |   |   |   |   |   |    |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   | 5 | 3 | 1 | 5                |   | 14 |

Tabla 3.2 Tabla de resultados de preguntas abiertas.

A continuación se muestra la tabla con la simbología para las respuestas de las preguntas abiertas que se hicieron durante la medición:

| Simbología de respuestas para preguntas abiertas |  |
|--|--|
| Simbología                                       | Concepto                                   |
| A  | Falta de conocimiento.                     |
| B  | Falta de tiempo.                           |
| C  | En proceso de implementación.              |
| D  | Ninguna.                                   |
| E  | Falta de presupuesto.                      |
| F  | Falta de interés.                          |
| G  | Cursos.                                    |
| H  | Seminarios.                                |
| I  | CMIC por las tardes después de labores.    |
| J  | Oficinas de la empresa después de labores. |
| K  | En universidades.                          |
| L  | El tiempo requerido para su implementación |
| M  | De 10 a 15 horas semanales.                |
| N  | 6 horas semanales.                         |
| O  | 3 horas semanales.                         |
| P  | Gerentes de obra.                          |
| Q  | Directores de obra.                        |
| R  | A todo el personal.                        |
| S  | Residentes de obra.                        |
| T  | Planeación.                                |
| U  | Desperdicio de materiales.                 |
| V  | Rendimientos de mano de obra.              |
| W  | Todo los temas referentes a Lean.          |

*Tabla 3.3 Tabla de simbología para resultados de preguntas abiertas*

### 3.5 Observaciones y comentarios

Para llevar a cabo el diseño final de la encuesta de medición esta tuvo que pasar por un cierto número de revisiones con el director de tesis para obtener la encuesta final y así poder aplicar dicha encuesta a la muestra seleccionada.

Al momento de enfrentar la realidad y al efectuar la medición a las empresas constructoras se tuvieron muchas dificultades para poder aplicar las encuestas, se tuvieron problemas con los domicilios de varias empresas ya que

estas no se ubicaban en los domicilios proporcionados por la CMIC, es decir, que al parecer no existe dicha empresa, para esto se tuvo que recurrir a la selección de otras empresas para volver a completar la muestra. Otros problemas frecuentes que se presentaron al hacer la medición fue la falta de interés por parte de las empresas en que se les aplicara la encuesta, para esto se les tuvo que dar una breve introducción sobre Lean en la construcción.

A pesar de todos los obstáculos mencionados anteriormente se logró el objetivo en base a estar insistiendo de aplicar las catorce encuestas a nuestra muestra de la población que obtuvimos en base al cálculo con las formulas.

# Capítulo 4

## Análisis

## **4.1 Introducción**

Este capítulo trata sobre el análisis, hacer una crítica de las tablas de resultados producto de las mediciones que se hicieron en el capítulo anterior; para entender la realidad del fenómeno que se está estudiando; es decir, estudiar las mediciones para comprender el comportamiento del fenómeno.

En cuanto a los límites que tiene este análisis para esta tesis, únicamente se tomará en cuenta y se analizará lo medido.

Posteriormente se hablará sobre el método que se seleccionó para realizar dicho análisis para aplicarse a la muestra seleccionada que se midió y finalmente cerrar este capítulo con las observaciones y comentarios correspondientes.

## **4.2 Método de análisis**

Para efectos de analizar la muestra y con la finalidad de entender mejor los resultados que se concentraron en las tablas de capítulo anterior, como método que se utilizará para el análisis de estos se utilizarán gráficas.

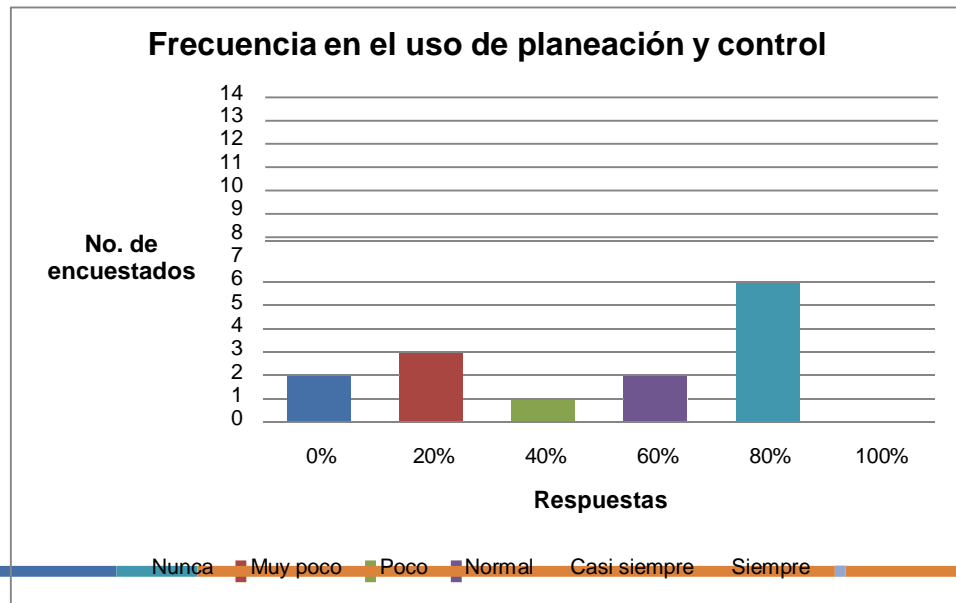
En base a lo anterior, se analizará cada concepto que se tienen en la tabla de concentración de resultados (tabla 3.1), se graficará de tal manera que relacione y represente los diferentes temas que se midieron en cada concepto.

## **4.3 Análisis de la muestra**

En este subcapítulo se aplicará el método de análisis seleccionado; es decir que se graficarán los resultados concentrados en la tabla de resultados del capítulo anterior haciendo una crítica breve por cada gráfica.

### 4.3.1 Análisis de resultados de opción múltiple

A continuación se presenta el análisis de las gráficas de los resultados obtenidos de las preguntas con opción múltiple:



*Figura 4.1 Se puede observar en la gráfica de barras que pocas empresas son las que casi siempre utilizan métodos de planeación y control en relación a todos los encuestados, sin embargo, por otro lado se observa que hay una tendencia negativa en cuanto a la frecuencia de uso de planeación y control por parte de las empresas de construcción.*



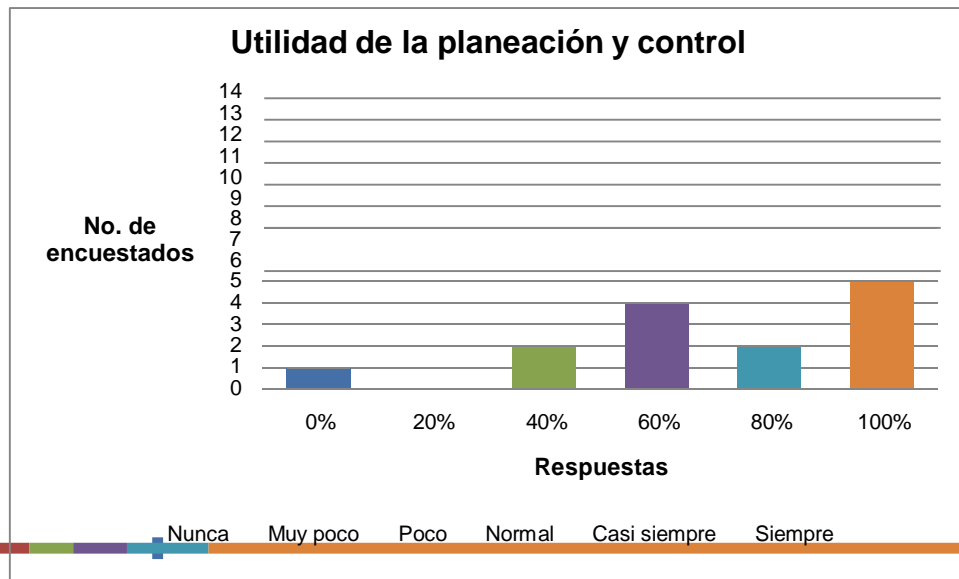


Figura 4.2 Se puede observar en la gráfica de barras que existe una tendencia positiva en cuanto a la utilidad de los métodos de planeación y control por parte de las empresas de construcción, a excepción de una empresa que no los considera útil.

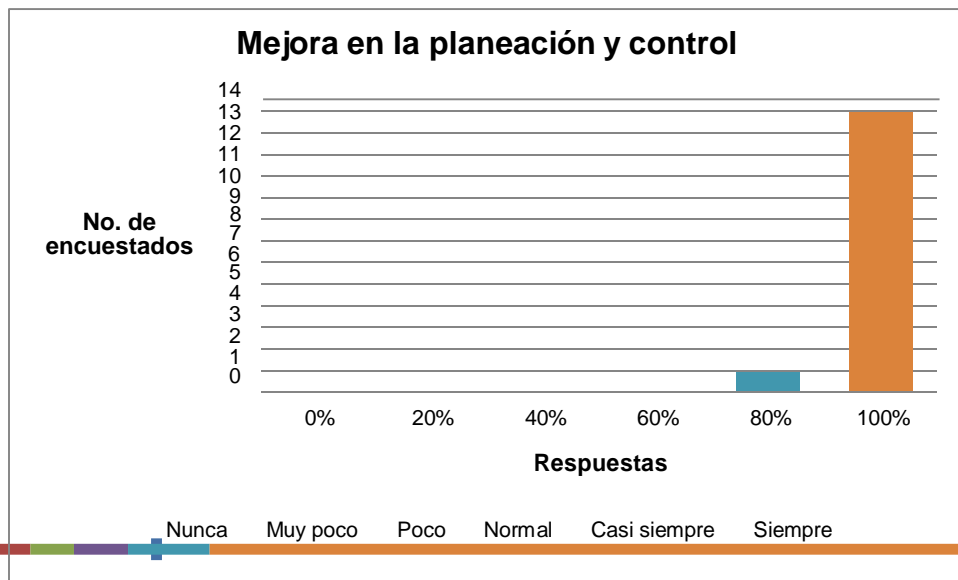


Figura 4.3 Se puede observar claramente en la gráfica de barras que la gran mayoría de los encuestados quieren mejorar siempre en sus métodos de planeación y control, a excepción de un encuestado que está conforme con su sistema.

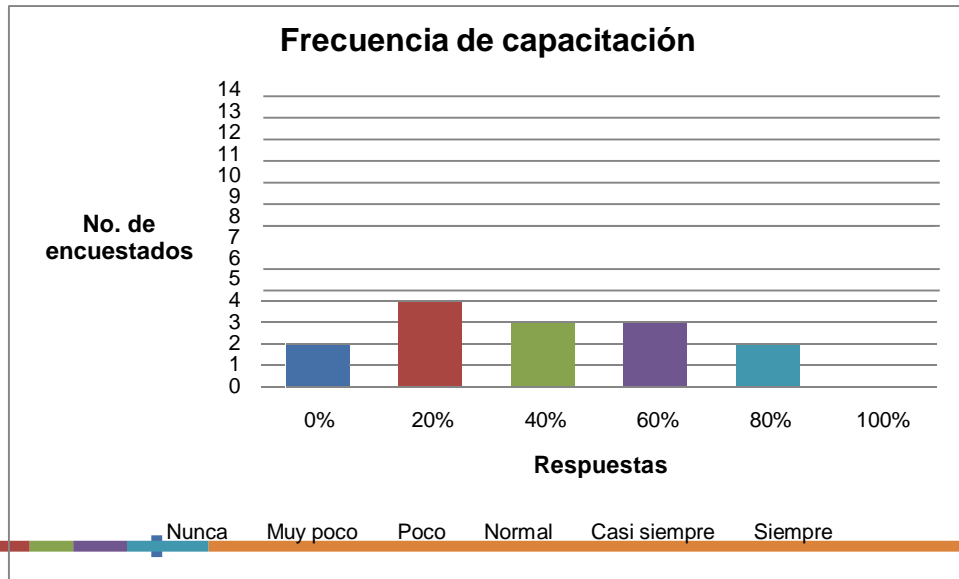


Figura 4.4 Se puede observar en la gráfica de barras que existe una tendencia negativa en cuanto a la implementación de capacitaciones por parte de las empresas; es decir, que es muy poca la capacitación que se hace en las empresas de construcción.

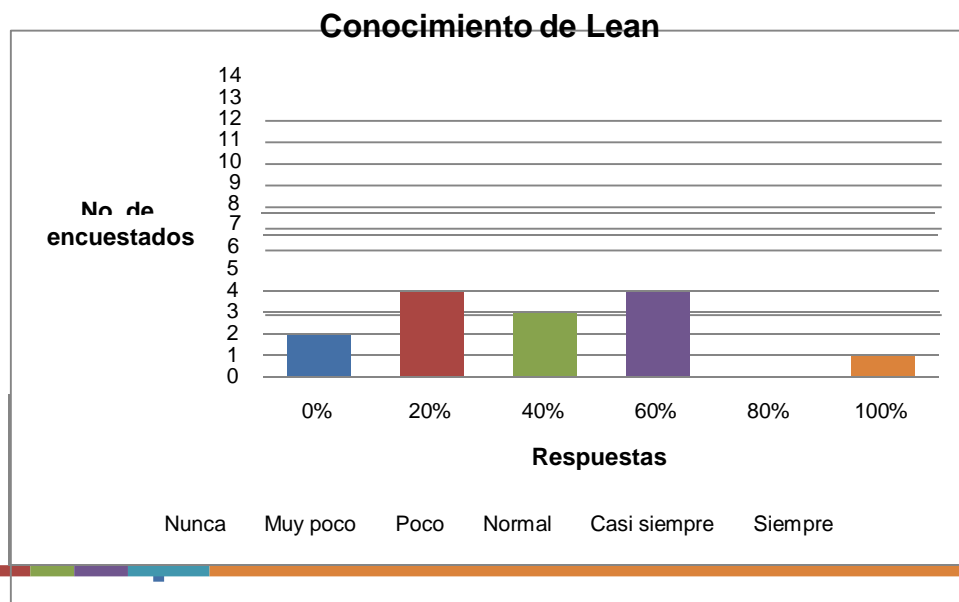


Figura 4.5 Se puede observar claramente en la gráfica de barras una tendencia negativa; es decir, que la gran mayoría de las empresas de construcción no tienen conocimiento sobre Lean a excepción de una sola de ella.

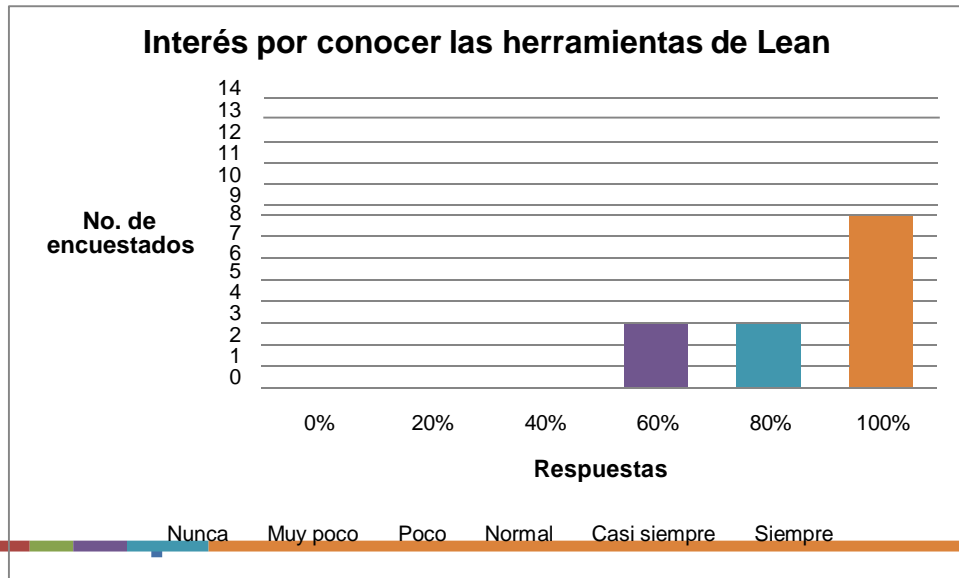


Figura 4.6 Se puede observar claramente en la gráfica de barras una tendencia positiva, reflejándose el interés que existe por parte de las empresas de construcción el conocer las herramientas que compone el sistema Lean.

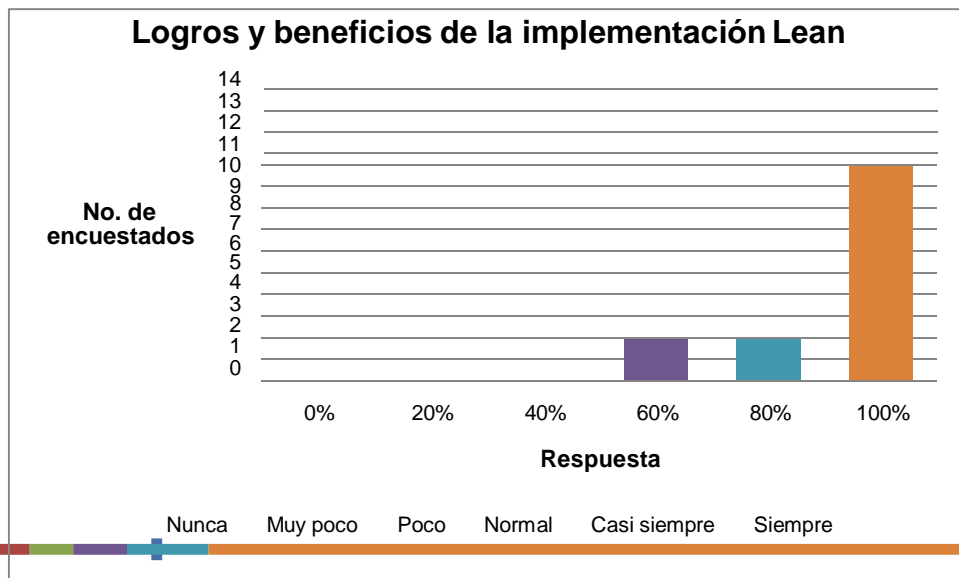


Figura 4.7 Se puede observar claramente en la gráfica de barras que efectivamente las empresas de construcción quieren conocer los logros y beneficios que obtendrían al implementar Lean.

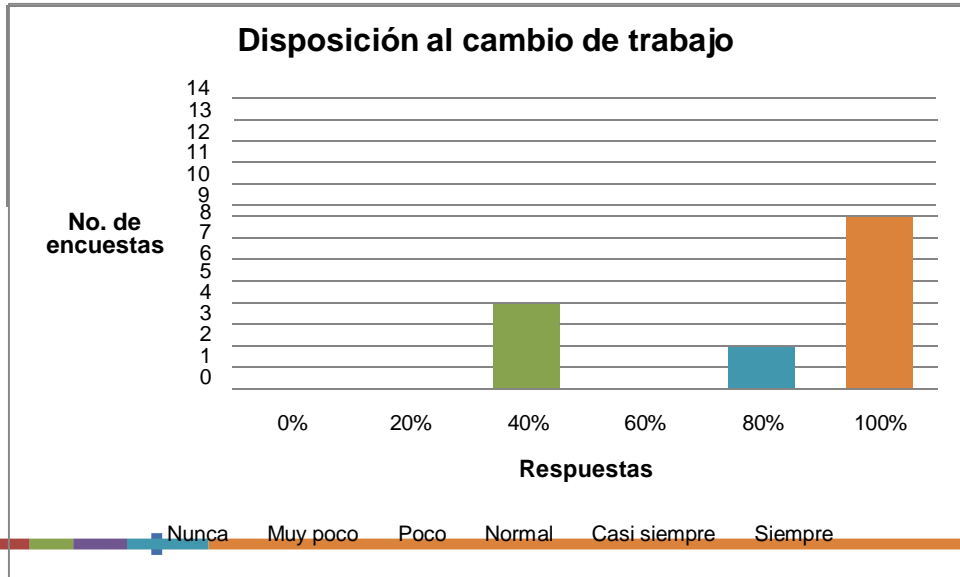


Figura 4.8 Se puede observar en la gráfica de barras que la mayoría de los encuestados están dispuestos a generar cambios en su forma de trabajar con el fin de mejorar; es decir, existe una tendencia positiva al cambio, a excepción, de algunos encuestados que cuentan con poca disposición.

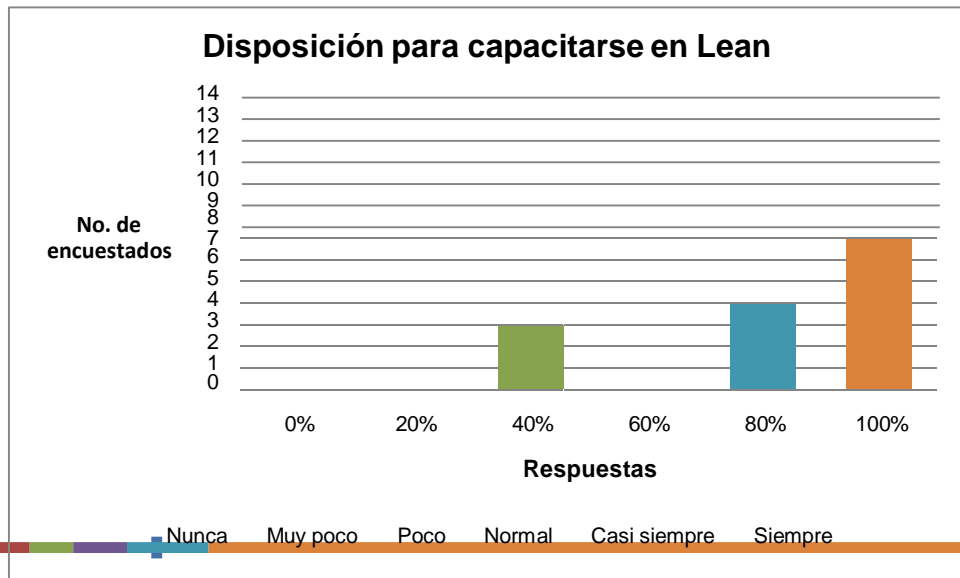


Figura 4.9 Se puede observar claramente en la gráfica de barras que se cuenta con la misma disposición de generar cambios en la forma de trabajo (figura 4.8) que para capacitarse en Lean, que es en este caso; es decir, que existe una tendencia positiva en la disposición para capacitarse.

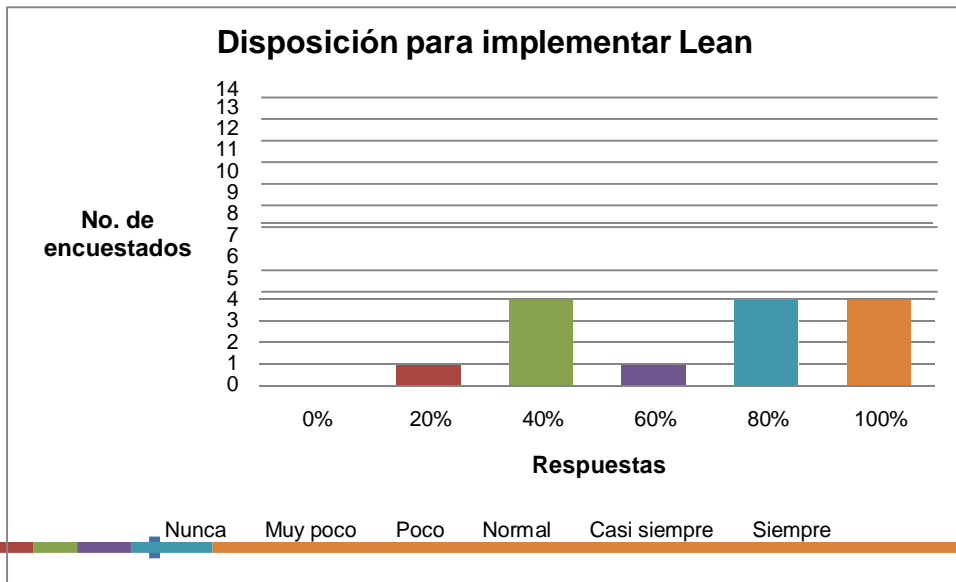


Figura 4.10 Se puede observar en la gráfica de barras que existe poco interés en implementar Lean, ya que se conoce muy poco sobre el mismo, pero a pesar de esto existe una tendencia positiva para querer implementarlo en un futuro.

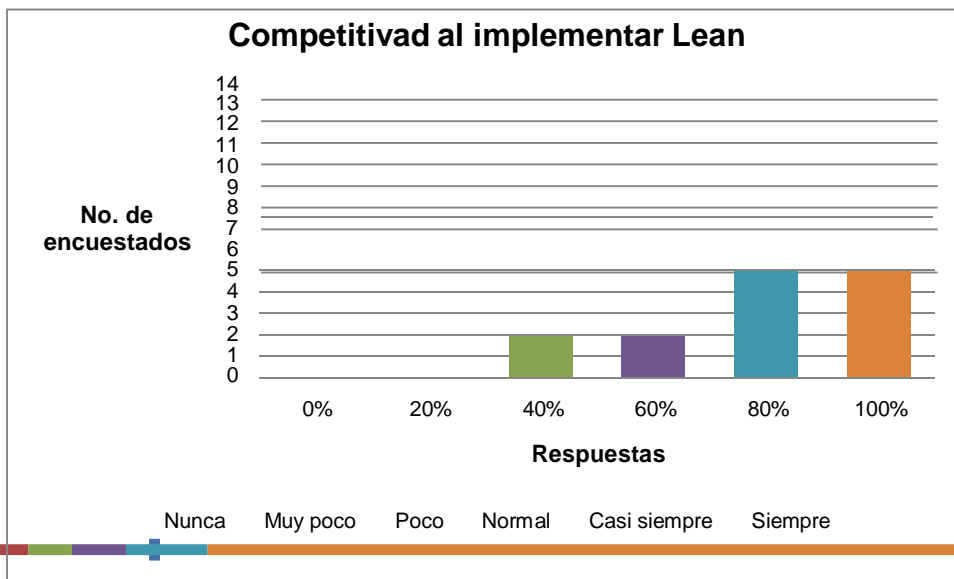
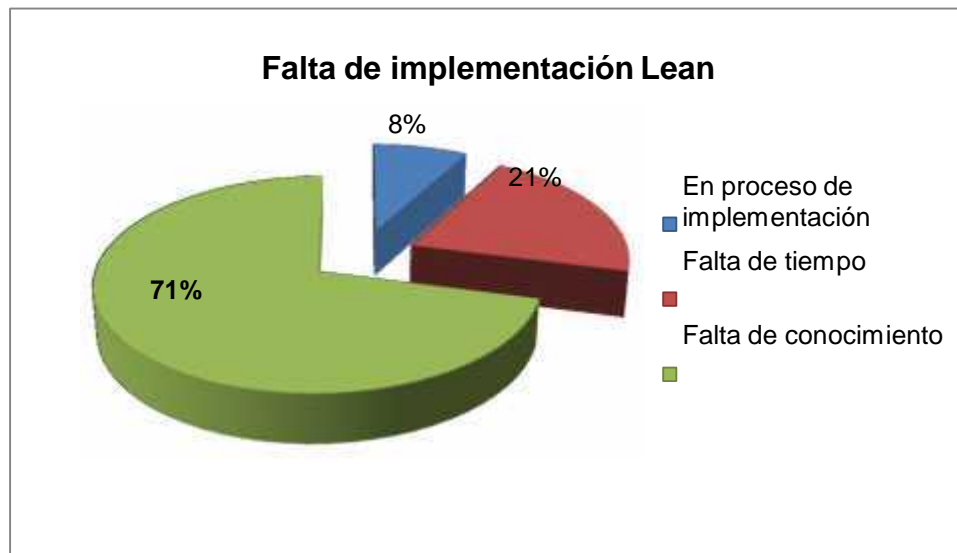


Figura 4.11 Se puede observar en la gráfica de barras que debido a la breve introducción que se dio sobre Lean antes de aplicar la encuesta existe una tendencia positiva y los encuestados asumen en que las empresas podrían ser más competitivas que las que no implementan Lean.

### 4.3.2 Análisis de resultados de preguntas abiertas

A continuación se presenta el análisis de las gráficas de los resultados obtenidos de las preguntas abiertas:



*Figura 4.12 Se puede observar claramente en la gráfica circular que la gran mayoría de los encuestados no implementan Lean en la construcción principalmente por falta de conocimiento del mismo, siguiéndole como impedimento la falta de tiempo, a excepción de un solo encuestado que está en proceso de implementación.*

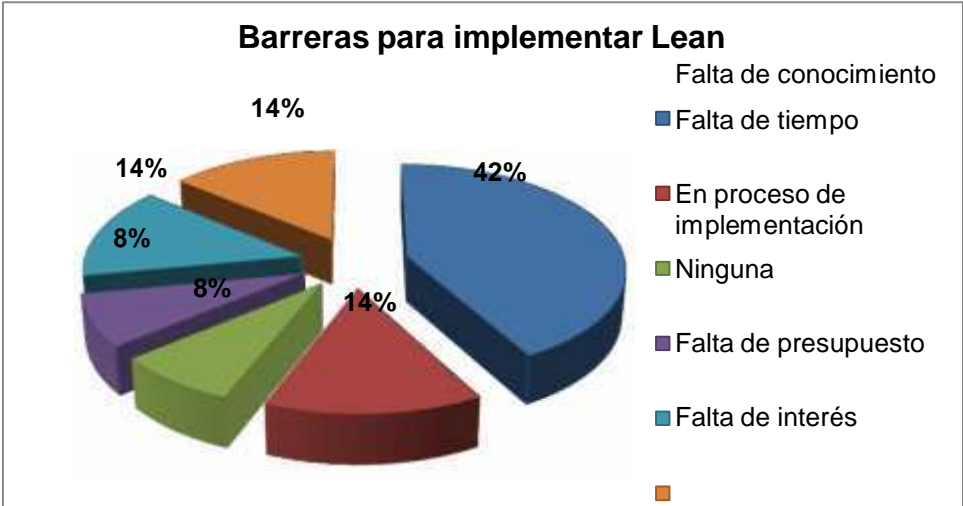


Figura 4.13 Se puede observar en la gráfica circular que la gran mayoría de las empresas la falta de conocimiento sobre Lean es el factor principal como barrera de implementación, siguiéndole la falta de tiempo, de interés y presupuesto como barreras secundarias, y por otro lado se puede observar que solo un encuestado está en proceso de implementación.

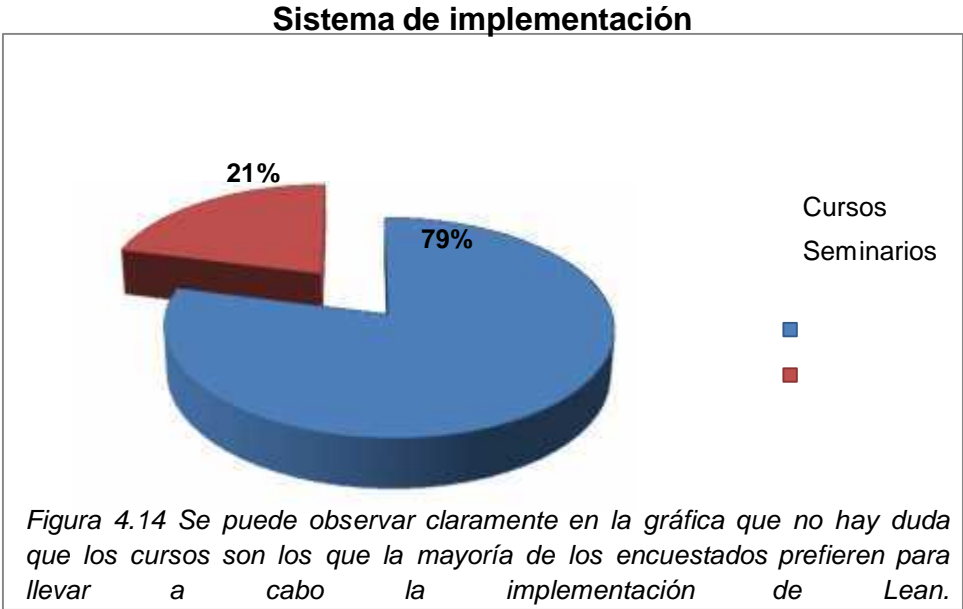


Figura 4.14 Se puede observar claramente en la gráfica que no hay duda que los cursos son los que la mayoría de los encuestados prefieren para llevar a cabo la implementación de Lean.

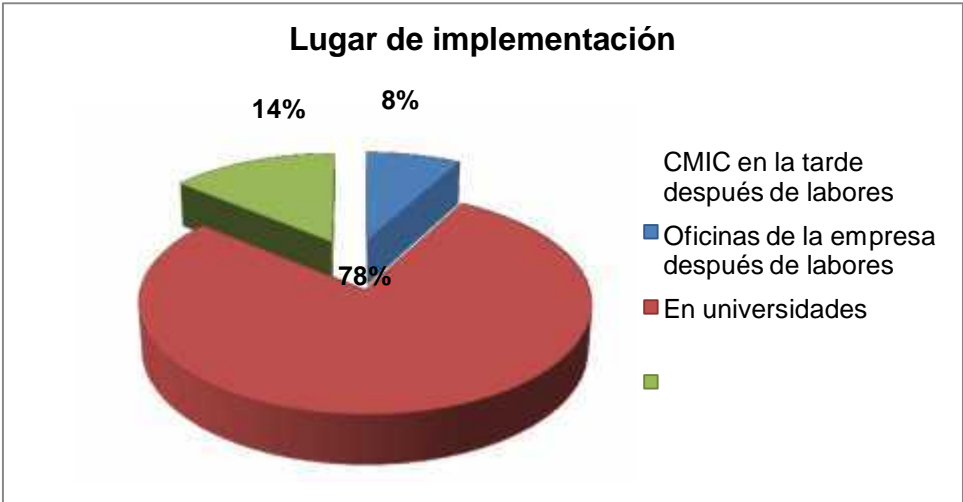


Figura 4.15 Se puede observar claramente en la gráfica circular que la gran mayoría de los encuestados prefieren llevar a cabo la implementación de Lean en las oficinas de la empresa después de labores, por otro lado se observa que el único encuestado que está en proceso de implementación la está llevando en la CMIC.

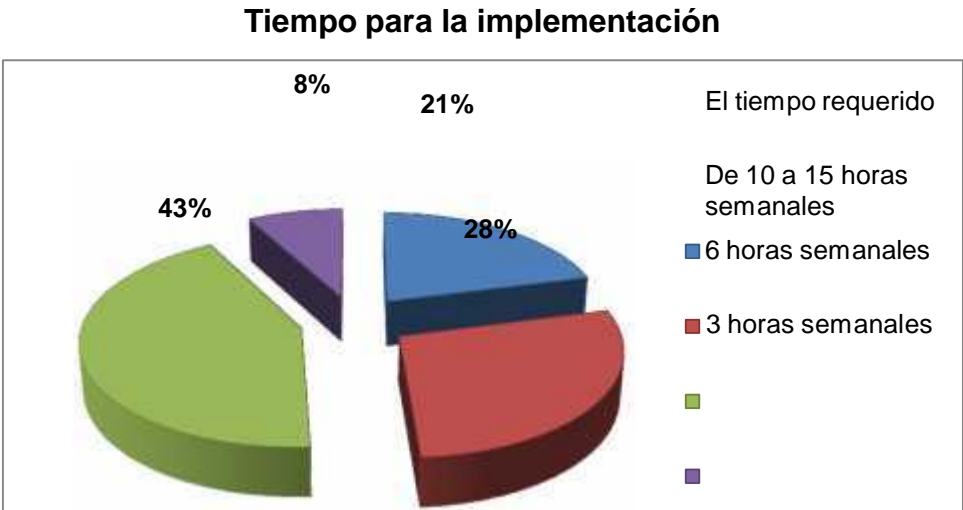


Figura 4.16 Se puede observar en la gráfica circular que los encuestados prefieren llevar un curso no muy extenso en sus horas semanales; es decir, 6 horas a la semana, ya que es pesado por todas las actividades realizadas durante la jornada laboral, otro porcentaje importante considera dedicarle más tiempo, puesto que otros están dispuestos cubrir el tiempo requerido.



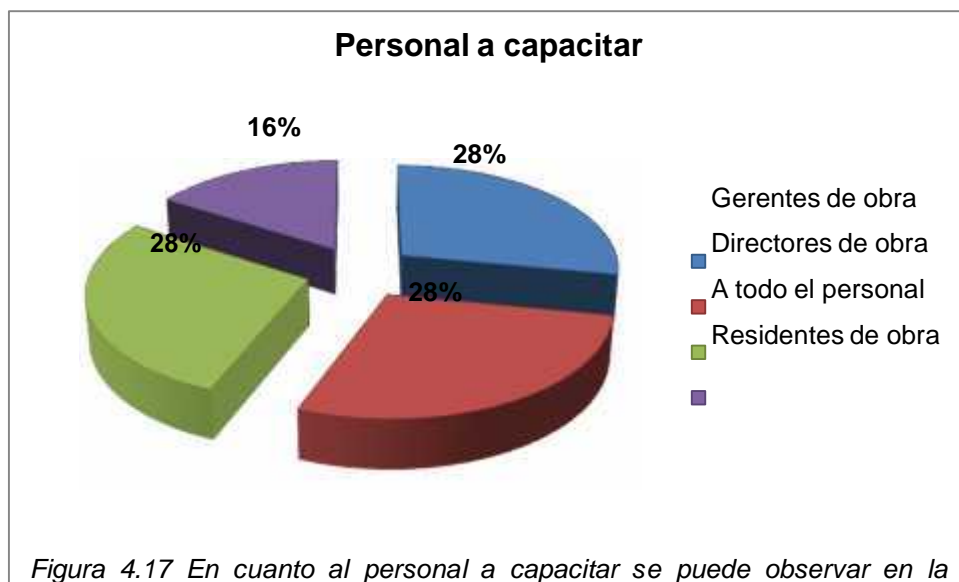


Figura 4.17 En cuanto al personal a capacitar se puede observar en la gráfica circular que la gran mayoría está dividido entre capacitar a gerentes de obra, directores de obra y a todo el personal, puesto que muy pocos encuestados consideran que es necesario capacitar primero a residentes de obra.

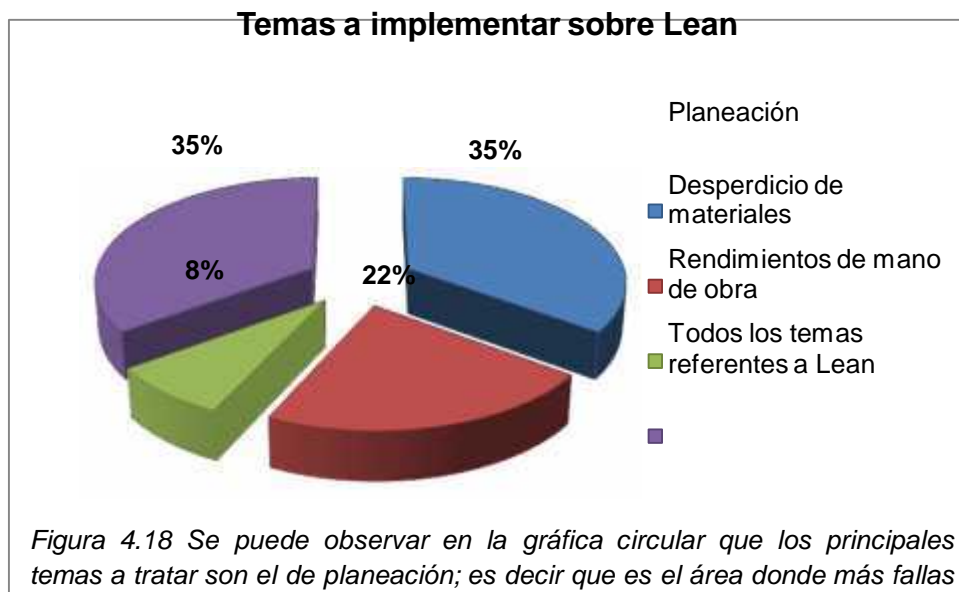


Figura 4.18 Se puede observar en la gráfica circular que los principales temas a tratar son el de planeación; es decir que es el área donde más fallas tienen las empresas, seguido del desperdicio de materiales y muy poco en interés en rendimientos de mano de obra. También resalta el hecho que la mayoría de los encuestados prefieren abordar todos los temas referentes a Lean.

## **4.4 Observaciones y comentarios**

Al tratar de interpretar los resultados de la medición de manera gráfica para su mayor comprensión no fue difícil para el caso de las preguntas con opción múltiple ya que el diseño de estas mismas ayudo bastante para su interpretación y análisis.

Por otro lado, en cuanto a los resultados que se obtuvieron de las preguntas abiertas al momento de medir, en estos se tuvo mayor dificultad al momento de interpretarlos gráficamente debido a las diferentes respuestas u opiniones de los encuestados en cada uno de los reactivos.

Gracias al método de análisis que se utilizó permite ver con mayor claridad el fenómeno o resultados que se está estudiando en ambos casos, como son los resultados de preguntas de opción múltiple y resultados de preguntas abiertas.

# Capítulo 5

Conclusiones

## 5.1 Introducción

En este capítulo se hablará y discutirá sobre las principales conclusiones a las que se llegaron, también como establecer algunas recomendaciones en base a las conclusiones sobre la tesis para posteriormente mencionar o dar motivo a futuras investigaciones sobre temas que no se pudieron realizar por cuestiones de tiempo o limitación.

## 5.2 Conclusiones

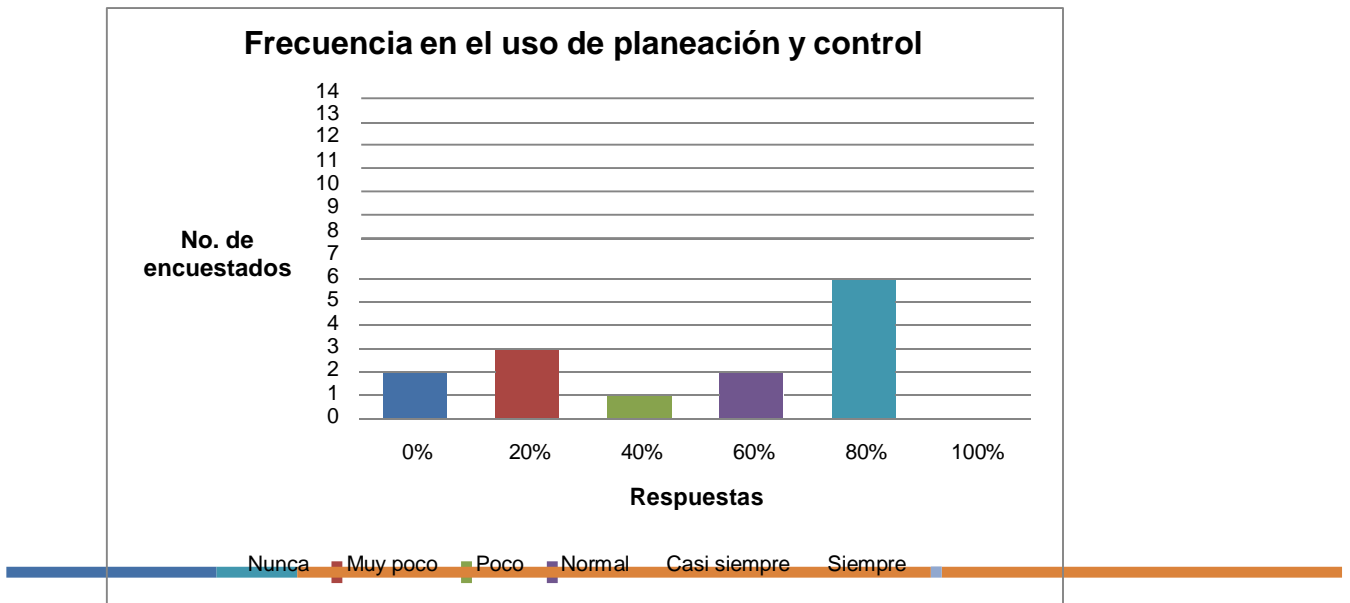
En base al contenido establecido en el capítulo 1: hipótesis y objetivos.

Hipótesis: *“Las deficiencias en administración de recursos en las empresas de construcción se deben a la falta de implementación de un método de planeación y control”.*

Respecto a esta hipótesis se concluye lo siguiente:

*Respuesta:* efectivamente, se concluye que la hipótesis se cumple, ya que en base al análisis de la siguiente gráfica que también se mostró en el capítulo anterior de medición la mayoría de las empresas no son muy frecuentes en la utilización de un método de planeación y control, provocando deficiencias de todo tipo en la administración de recursos por parte de las empresas constructoras.

A continuación se muestra la gráfica para demostrar lo anterior:



*Figura 5.1 Se puede observar en la gráfica de barras que pocas empresas son las que casi siempre utilizan métodos de planeación y control en relación a todos los encuestados, sin embargo, por otro lado se observa que hay una tendencia negativa en cuanto a la frecuencia de uso de planeación y control por parte de las empresas de construcción.*

Para confirmar aún más de que la hipótesis si se cumple, a continuación se puede observar en la siguiente gráfica que también se mostró en el capítulo anterior de medición, la cual indica que la gran mayoría de los encuestados quieren mejorar sus métodos de planeación y control utilizados en su empresa.

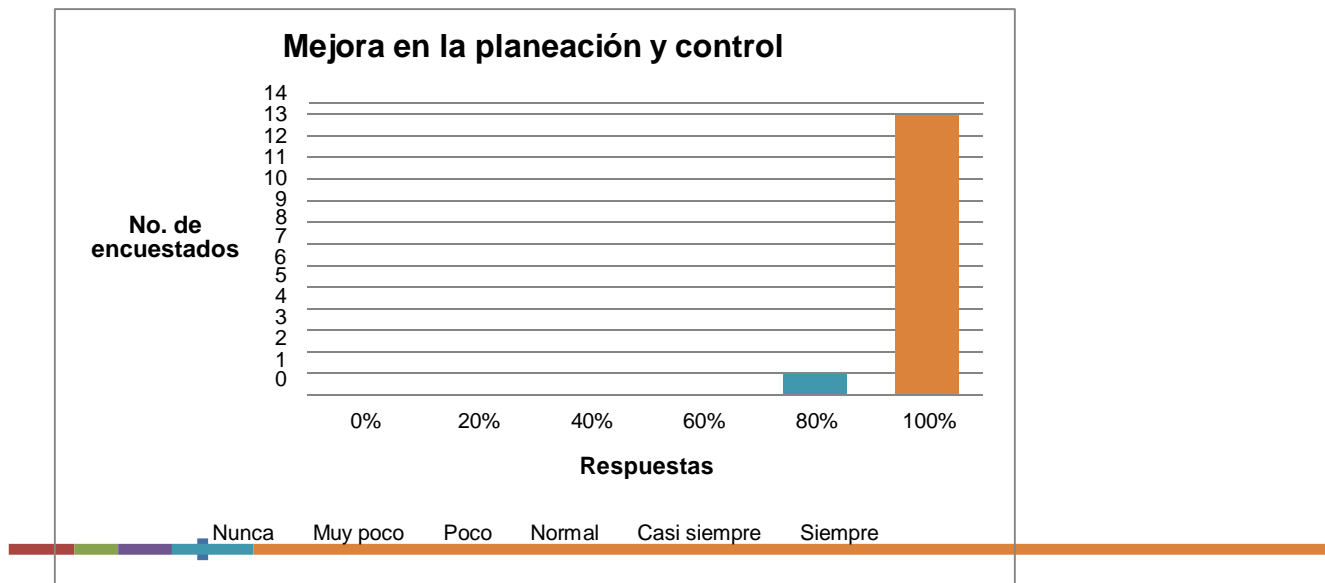


Figura 5.2 Se puede observar en la gráfica de barras que la gran mayoría de las empresas quieren mejorar en la planeación y control.

#### Objetivos:

- Conocer si existe el interés en la implementación del sistema de planeación Lean en la construcción, por parte de las empresas de construcción en México.
- Conocer las razones del por qué muchas de las empresas de construcción en México no han implementado o consideran poco útil el sistema Lean en la construcción.

Respecto a los objetivos se concluye lo siguiente:

Para el primer objetivo se concluye que es “*poco el interés*” por implementar el sistema de planeación Lean por parte de las empresas de construcción en Guadalajara, Jalisco, México, pero a pesar del poco interés que se tiene existe una tendencia positiva para implementar dicho sistema tal y como lo podemos observar en la siguiente gráfica que también se mostró en el capítulo anterior de medición.

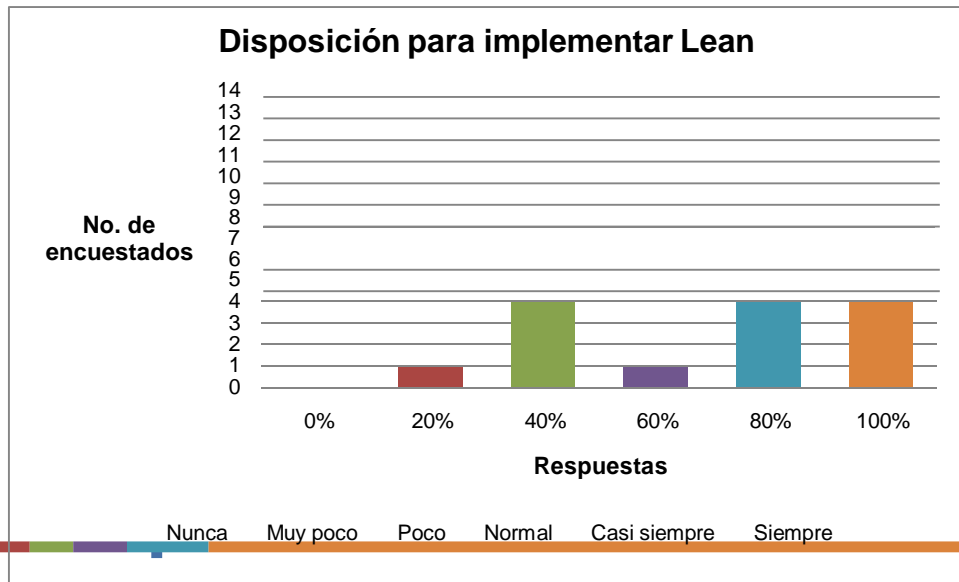
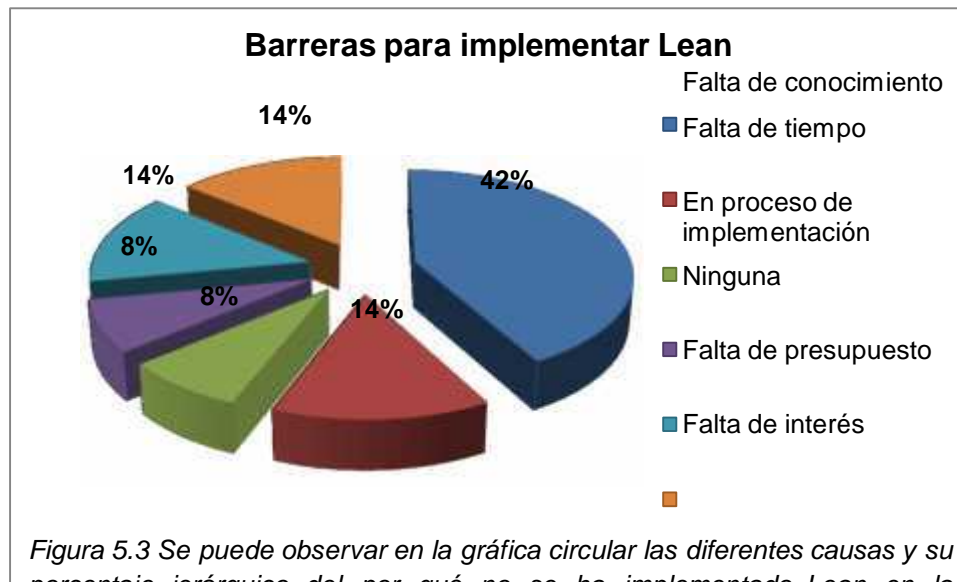


Figura 5.4 Se puede observar en la gráfica circular que si existe una tendencia positiva al querer implementar el sistema Lean por parte de las empresas de construcción.

Respondiendo al segundo objetivo planteado en esta tesis, y en base a los resultados obtenidos durante la medición se concluye que las empresas de construcción en Guadalajara, Jalisco, México no han implementado el sistema Lean debido a varias causas, los cuales son:

- Poca capacitación que se hace en el ramo de la construcción.
- Poco conocimiento que se tiene sobre el tema.
- La falta de tiempo.
- Presupuesto e interés que se tiene sobre el tema.

A continuación se pueden observar las causas ya antes mencionadas en la siguiente gráfica que también se mostró en el capítulo anterior de análisis:



*Figura 5.3 Se puede observar en la gráfica circular las diferentes causas y su porcentaje jerárquico del por qué no se ha implementado Lean en la construcción en México.*

En base a lo mencionado en los párrafos anteriores como conclusión final se cree que el interés por parte de las empresas de construcción en Guadalajara, Jalisco de implementar el sistema Lean incrementará al momento de capacitarlas ya que se conocerá más a fondo sobre el tema, ya que como punto a favor se tiene que hay gran interés para capacitación en Lean por parte de las empresas.

### 5.3 Recomendaciones

En cuanto a las recomendaciones que se sugieren para esta tesis se tienen las siguientes:

- Difusión en la implementación de Lean en la construcción en México por parte del Instituto Lean Enterprise y la CMIC.
- Actualización de la información por parte de los diferentes organismos gubernamentales.



## 5.4 Futuras investigaciones a fines

Al momento de iniciar esta tesis, se tuvieron en mente otros objetivos de interés que por falta de tiempo no se propusieron pero que quedan abiertos para su realización y futura investigación, los cuales son:

- *“Implementación del sistema Lean”*, Diseñar un sistema de implementación Lean ya que las bases para llevar a cabo dicha implementación ya se tienen en esta tesis.
- *“Conocer los beneficios y logros al implementar Lean”*, después de implementar el sistema Lean, conocer los resultados en cuanto a beneficios y logros.
- *“Lean VS planeación convencional”*, hacer la comparativa de resultados de una empresa que implementa Lean contra una que no lo hace.

## Bibliografía

- Alarcón F. Luis, Calderón Rodrigo, Diethelm Sven, Rojo Oscar, (2008), Evaluando los Impactos de la implementación de Lean Costruction, Revista Ingeniería de Construcción, Vol. 23, No. 1, Abril de 2008, pp., 26-32.
- Da Fonseca Eduardo, González Vicente, Martínez Patricia, (2009), Integración Conceptual Green-Lean en el Diseño, Planificación y Construcción de Proyectos, Revista Ingeniería de Construcción, Vol. 24, No. 1, Abril de 2009, pp., 05-32.
- GEPUC, (año 9) Lean Construction, por una industria más eficiente, Revista Certificación, alta dirección para la excelencia, Año 9, No. 48, pp. 48,49.
- Glenn Ballard Herman, (2000), The Last Planner System of Production Control, The University of Birmingham, Mayo de 2000, p.p. 3-1 a la 3-9.
- Montenegro Frago Manuel, (2010), "Guía práctica para elaborar tesis", Editorial Página seis S.A. de C.V.
- Padilla Lillian, (2010), Lean Manufacturing, Revista Ingeniería Primero, No. 15, Enero de 2010, pp. 65-66.
- <http://www.azc.uam.mx/cyad/procesos>, Viramontes Muciño Alejandro, La Construcción, actividad clave para el desarrollo de un país, Tecnología y Diseño en las Edificaciones, Ed. U.A.M. –A, 1998 México, D.F., pp. 91–106.
- <http://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>
- <http://www.leanconstruction.org/>
- <http://www.leranproject.com/>



