



**UNIVERSIDAD PANAMERICANA**

**CAMPUS GUADALAJARA**

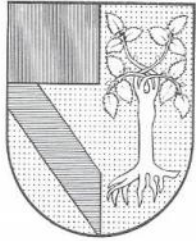
**“CONTROL DE AVANCE DE OBRA UTILIZANDO PROGRAMACIÓN**

**SEMANAL DE TAREAS”**

César Jesús Aguiar Bernal

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., 31 de octubre de 2017



**UNIVERSIDAD PANAMERICANA**  
CAMPUS GUADALAJARA

**DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

C. Sr. César Jesús Aguiar Bernal  
P r e s e n t e.

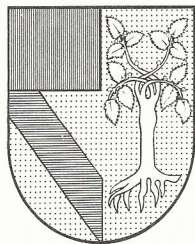
En mi calidad de presidente de la Comisión de Exámenes de Grado, y después de haber analizado el trabajo de titulación presentado por usted en la alternativa de **TESIS**, titulada:

“CONTROL DE AVANCE DE OBRA UTILIZANDO PROGRAMA  
SEMANAL DE TAREAS”

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 ocho ejemplares como parte de su expediente al solicitar el examen.

ATENTAMENTE

**MTRO. FRANCISCO ALEJANDRO OROZCO ARGOTE**  
**PRESIDENTE DE LA COMISIÓN**  
**DE EXAMENES DE GRADO**



UNIVERSIDAD PANAMERICANA  
CAMPUS GUADALAJARA

Zapopan, Jalisco, Octubre 2017

MTRO. FRANCISCO ALEJANDRO 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 el Sr. César Jesús Aguiar Bernal, ha concluido satisfactoriamente su trabajo de titulación con la alternativa TESIS, titulada:

“CONTROL DE AVANCE DE OBRA UTILIZANDO PROGRAMA SEMANAL DE TAREAS”

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.

A T E N T A M E N T E

MTRO. FRANCISCO MORENO ABRIL  
ASESOR DE TESIS

## **DEDICATORIA**

Muchas gracias por brindar su apoyo y soporte en esta etapa de mi vida a mis padres, Dora Elia Bernal Cabanillas y Oscar Aguiar Antuna, a mi novia Alejandra Gutiérrez Guerrero, a los señores Yolanda Guerrero Soto y Jorge Gutiérrez Mata, familia, amigos que me apoyaron en esta gran aventura.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco la paciencia, conocimientos y tiempo que dedicaron a esta investigación al Mtro. Francisco Moreno Abril y al Dr. Francisco Alejandro Orozco Argote para que se pudiera realizar esta tesis.

A mis compañeros de la maestría ahora muchos de ellos mis amigos con los cuales compartí clases, experiencias, formas de hacer las cosas y vivir la vida.

A mis profesores que aportaron su conocimiento y sabiduría en esta etapa de mi vida.

# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
1.1	EL PORQUÉ DE LA TESIS .....	10
1.2	ANTECEDENTES .....	11
1.3	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	12
1.3.1	<i>Hipótesis:</i> .....	12
1.3.2	<i>Objetivo General</i> .....	12
1.3.3	<i>Objetivos Particulares</i> .....	12
1.4	ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
1.5	METODOLOGÍA .....	14
1.5.1	<i>Descripción de la tesis</i> .....	15
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1	INTRODUCCIÓN. ....	17
2.1.1	<i>Fuentes de información</i> .....	17
2.2	¿QUÉ ES LA PLANEACIÓN? .....	17
2.3	¿QUÉ ES CONTROL DE OBRA?.....	19
2.4	CICLO DE VIDA DEL PROYECTO.....	21
2.4.1	<i>Características del Ciclo de Vida del Proyecto</i> .....	22
2.5	CARACTERÍSTICAS DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO.....	22
2.6	REALIZAR EL CONTROL INTEGRADO DE CAMBIOS .....	23
2.6.1	<i>Realizar el Control Integrado de Cambios: Entradas</i> .....	25
2.6.2	<i>Planificar la Gestión del Alcance</i> .....	26

2.6.3	<i>Planificar la Gestión del Cronograma: Salidas</i> .....	27
2.6.4	<i>Determinar los Recursos de las Actividades</i> .....	27
2.6.5	<i>Estimar la Duración de las Actividades</i> .....	30
2.6.6	<i>Desarrollar el Cronograma</i> .....	32
2.7	SISTEMA ÚLTIMO PLANIFICADOR ( <i>LAST PLANNER SYSTEM</i> ®) .....	32
2.7.1	<i>Estructura Jerárquica</i> .....	32
2.7.2	<i>En caso de “CAN-Will-DID”</i> .....	33
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>MEDICIÓN</b> .....	<b>35</b>
3.1	INTRODUCCIÓN .....	35
3.2	MÉTODOS DE MEDICIÓN.....	35
3.2.1	<i>Tamaños de la muestra</i> .....	35
3.2.2	<i>Método por encuestas</i> .....	36
3.2.3	<i>Cuestionario</i> .....	37
3.3	TABLA DE RESULTADOS ENCUESTA. ....	39
3.4	MODELO DE AVANCE ÚLTIMO PLANIFICADOR .....	49
3.5	ELABORACIÓN DE PROGRAMA DE OBRA .....	50
3.5.1	<i>Programa de obra, en Microsoft Project</i> .....	50
3.5.2	<i>Establecer línea base</i> .....	52
3.5.3	<i>Recursos de obra</i> .....	53
3.5.4	<i>Elaborar programa de actividades semanales</i> .....	54
3.5.5	<i>Flujo de caja (Tabla 10)</i> .....	54
3.5.6	<i>Gráfica de uso de recursos</i> .....	55
3.5.7	<i>Inicio de Proyecto en Campo (fecha de control)</i> .....	57

3.5.8	Control de obra.....	57
3.5.9	Elaboración de diagramas de control de obra.....	62
3.6	COMENTARIOS DE MEDICIÓN .....	66
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>67</b>
4.1	INTRODUCCIÓN .....	67
4.2	MÉTODO DE ANÁLISIS .....	67
4.3	ANÁLISIS DE LA ENCUESTA A EMPRESARIOS DEL MEDIO DE LA CONSTRUCCIÓN .....	68
4.3.1	¿Realizas planeación de obra en tus proyectos?.....	68
4.3.2	¿Qué tipo de planeación de obra utilizas?.....	69
4.3.3	¿Sabes planear las obras a nivel de recursos?.....	69
4.3.4	¿Cuáles son las técnicas de planeación de obra que conoces? .....	70
4.3.5	¿Realizas control de obra en los proyectos que desarrollas? .....	70
4.3.6	¿Cuáles son los controles que utilizas?.....	71
4.3.7	¿Cuáles son las técnicas de control de obra que conoces?.....	71
4.3.8	En dado caso de no realizar control de obra, ¿cómo cobras por tus avances? .....	72
4.3.9	¿Con qué frecuencia realizar el control de obra en tus proyectos? .....	72
4.3.10	¿Cuánto tiempo te lleva planear una obra?.....	73
4.3.11	¿En qué porcentaje comparas lo planeado contra lo ejecutado? .....	73
4.3.12	En el caso que no planeas tú obra porque no lo realizas. ....	74
4.3.13	¿En qué porcentaje de las obras que participas se tiene utilidad? .....	74
4.3.14	¿En qué porcentaje de las obras realizadas se termina en tiempo, o con un margen controlable?.....	75
4.3.15	Si tuvieras una herramienta que te ayudara a realizar la planeación y el control de obra a nivel de detalle la utilizarías, ¿en qué porcentaje de tus obras la utilizarías?.....	75

4.3.16	<i>Si tuvieras una herramienta que te ayudara a entregar los proyectos a tiempo la utilizarías, ¿en qué porcentaje de tus obras la utilizarías?</i> .....	76
4.3.17	<i>¿Qué porcentaje de conocimiento tienes de Last Planner System?</i> .....	76
4.3.18	<i>Utilizarías una herramienta que requiere que el maestro de obra o el encargado de los proyectos te realice ajuste en la planeación.</i> .....	77
4.3.19	<i>Utilizarías una herramienta que garantice el cumplimiento de los tiempos, costos y utilidades.</i> 78	
4.3.20	<i>En tu experiencia, ¿cuáles crees que sean las principales razones por las que se retrasan las obras?</i> .....	78
4.4	ANÁLISIS DE IMPLEMENTACIÓN DE ÚLTIMO PLANIFICADOR .....	79
4.5	ANÁLISIS DE OBJETIVOS .....	79
4.5.1	<i>Objetivos Particulares</i> .....	79
4.5.2	<i>Objetivo General</i> .....	80
4.6	COMENTARIOS DE ANÁLISIS .....	81
<b>CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES</b> .....		<b>82</b>
5.1	INTRODUCCIÓN .....	82
5.2	CONCLUSIONES .....	82
5.3	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN .....	83
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....		<b>84</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1, TABLA DE RESULTADOS ENCUESTA, PARTE 1 DE 9 .....	39
TABLA 2, TABLA DE RESPUESTA CUESTIONARIO, PARTE 2 DE 9 .....	40
TABLA 3, TABLA DE RESULTADOS ENCUESTA, PARTE 3 DE 9 .....	42
TABLA 4, TABLA DE RESULTADOS ENCUESTA, PARTE 4 DE 9 .....	43
TABLA 5, TABLA DE RESULTADOS ENCUESTA, PARTE 5 DE 9 .....	44
TABLA 6, TABLA DE RESULTADOS ENCUESTA, PARTE 6 DE 9 .....	45
TABLA 7, TABLA DE RESULTADOS ENCUESTA, PARTE 7 DE 9 .....	46
TABLA 8, TABLA DE RESULTADOS ENCUESTA, PARTE 8 DE 9 .....	47
TABLA 9, TABLA DE RESULTADOS ENCUESTA, PARTE 9 DE 9 .....	48
TABLA 10, FLUJO DE CAJA .....	54

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 PLANO 1, TRAZO CAMINO CÓDIGO 529 TECOLOTLÁN-TENAMAXTLAN-SOYATLÁN DEL ORO .....	14
---	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

GRÁFICA 1, MONITOREAR Y CONTROLAR EL TRABAJO DEL PROYECTO: ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS, Y SALIDAS , ADECUADO DE (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013) .....	20
GRÁFICA 2, DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS DE MONITOREAR Y CONTROLAR EL TRABAJO DEL PROYECTO, ADECUADO DE (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013).....	20
GRÁFICA 3, NIVELES TÍPICOS DE COSTO Y DOTACIÓN DE PERSONAL, COPIA DE (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013) .....	22
GRÁFICA 4, EJEMPLO DE CICLO DE VIDA PREDICTIVO, ADECUADO DE (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013) .....	23
GRÁFICA 5, REALIZAR EL CONTROL INTEGRADO DE CAMBIOS: ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS, Y SALIDAS, ADECUADO DE (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013) .....	23
GRÁFICA 6, DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS DE REALIZAR EL CONTROL INTEGRADO DE CAMBIOS, ADECUADO DE (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013).....	24
GRÁFICA 7, PLANIFICAR LA GESTIÓN DEL ALCANCE: ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS, Y SALIDAS, ADECUADO DE (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013). 26	26
GRÁFICA 8, DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS DE PLANIFICAR LA GESTIÓN DEL ALCANCE, ADECUADO DE (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013) .....	26
GRÁFICA 9, DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS DEL PROCESO, ADECUADO DE (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013) .....	28
GRÁFICA 10, DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS DE ESTIMAR LOS RECURSOS DE LAS ACTIVIDADES, ADECUADO DE (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013).....	28
GRÁFICA 11, ESTIMAR LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES: ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS, Y SALIDAS, ADECUADO DE (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013). 30	30
GRÁFICA 12, ESQUEMA DEL PROCEDIMIENTO DEL SISTEMA LAST PLANNER (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013) .....	33
GRÁFICA 13, PROGRAMA DE OBRA ORIGINAL, MS-PROJECT, HOJA 1 .....	50
GRÁFICA 14, PROGRAMA DE OBRA ORIGINAL, MS-PROJECT, HOJA 2 .....	51
GRÁFICA 15, PROGRAMA DE OBRA ORIGINAL, MS-PROJECT, HOJA 3 .....	51
GRÁFICA 16, ESTABLECER LÍNEA BASE .....	52
GRÁFICA 17, HOJA DE RECURSOS MS-PROJECT.....	53
GRÁFICA 18, CARGAR RECURSOS PARTIDA MS-PROJECT .....	53
GRÁFICA 19, GRÁFICA INICIAL DE ACTIVIDADES PLANEADAS POR SEMANA .....	54
GRÁFICA 20, USO DE RECURSOS 1 DE 3 .....	55
GRÁFICA 21, USO DE RECURSOS 2 DE 3.....	56
GRÁFICA 22, USO DE RECURSOS 3 DE 3 .....	57
GRÁFICA 23, CONTROL DE OBRA SEMANA 1 .....	58
GRÁFICA 24, CONTROL DE OBRA SEMANA 2 .....	59
GRÁFICA 25, CONTROL DE OBRA SEMANA 3 .....	60
GRÁFICA 26, CONTROL DE OBRA SEMANA 4.....	61
GRÁFICA 27, AVANCE PLANEADO VS EJECUTADO VS RETRASO SEMANA 1 .....	62
GRÁFICA 28, AVANCE PLANEADO VS EJECUTADO VS RETRASO SEMANA 2 .....	62
GRÁFICA 29, AVANCE PLANEADO VS EJECUTADO VS RETRASO SEMANA 3 .....	63
GRÁFICA 30, AVANCE PLANEADO VS EJECUTADO VS RETRASO SEMANA 4 .....	63

GRÁFICA 31, PORCENTAJE DE AVANCE CONTEMPLADO SEMANA 1 .....	64
GRÁFICA 32, PORCENTAJE DE AVANCE CONTEMPLADO SEMANA 2 .....	64
GRÁFICA 33, , PORCENTAJE DE AVANCE CONTEMPLADO SEMANA 3.....	65
GRÁFICA 34, , PORCENTAJE DE AVANCE CONTEMPLADO SEMANA 4.....	65
GRÁFICA 35, ¿REALIZAS PLANEACIÓN DE OBRA EN TUS PROYECTOS? .....	68
GRÁFICA 36, ¿QUÉ TIPO DE PLANEACIÓN DE OBRA UTILIZAS? .....	69
GRÁFICA 37, ¿SABES PLANEAR LAS OBRAS A NIVEL DE RECURSOS?.....	69
GRÁFICA 38, ¿CUÁLES SON LAS TÉCNICAS DE PLANEACIÓN DE OBRA QUE CONOCES? ...	70
GRÁFICA 39, ¿REALIZAS CONTROL DE OBRA EN LOS PROYECTOS QUE DESARROLLAS? .	70
GRÁFICA 40, ¿CUÁLES SON LAS TÉCNICAS DE CONTROL DE OBRA QUE CONOCES?.....	71
GRÁFICA 41, EN DADO CASO DE NO REALIZAR CONTROL DE OBRA, ¿CÓMO COBRAS POR TUS AVANCES? .....	72
GRÁFICA 42, ¿CON QUÉ FRECUENCIA REALIZAR EL CONTROL DE OBRA EN TUS PROYECTOS? .....	72
GRÁFICA 43, ¿CUÁNTO TIEMPO TE LLEVA PLANEAR UNA OBRA? .....	73
GRÁFICA 44, ¿EN QUÉ PORCENTAJE COMPARAS LO PLANEADO CONTRA LO EJECUTADO? .....	73
GRÁFICA 45, EN EL CASO QUE NO PLANEAS TÚ OBRA PORQUE NO LO REALIZAS. ....	74
GRÁFICA 46, ¿EN QUÉ PORCENTAJE DE LAS OBRAS QUE PARTICIPAS SE TIENE UTILIDAD? .....	74
GRÁFICA 47, ¿EN QUÉ PORCENTAJE DE LAS OBRAS REALIZADAS SE TERMINA EN TIEMPO, O CON UN MARGEN CONTROLABLE? .....	75
GRÁFICA 48, SI TUVIERAS UNA HERRAMIENTA QUE TE AYUDARA A REALIZAR LA PLANEACIÓN Y EL CONTROL DE OBRA A NIVEL DE DETALLE LA UTILIZARÍAS, ¿EN QUÉ PORCENTAJE DE TUS OBRAS LA UTILIZARÍAS? .....	75
GRÁFICA 49, SI TUVIERAS UNA HERRAMIENTA QUE TE AYUDARA A ENTREGAR LOS PROYECTOS A TIEMPO LA UTILIZARÍAS, ¿EN QUÉ PORCENTAJE DE TUS OBRAS LA UTILIZARÍAS?.....	76
GRÁFICA 50, ¿QUÉ PORCENTAJE DE CONOCIMIENTO TIENES DE LAST PLANNER SYSTEM? .....	77
GRÁFICA 51, UTILIZARÍAS UNA HERRAMIENTA QUE REQUIERE QUE EL MAESTRO DE OBRA O EL ENCARGADO DE LOS PROYECTOS TE REALICE AJUSTE EN LA PLANEACIÓN.....	77
GRÁFICA 52, UTILIZARÍAS UNA HERRAMIENTA QUE GARANTICE EL CUMPLIMIENTO DE LOS TIEMPOS, COSTOS Y UTILIDADES.....	78
GRÁFICA 53, EN TU EXPERIENCIA, ¿CUÁLES CREES QUE SEAN LAS PRINCIPALES RAZONES POR LAS QUE SE RETRASAN LAS OBRAS? .....	78

## ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1 DISTRIBUCIÓN TRIANGULAR .....	32
ECUACIÓN 2 DISTRIBUCIÓN BETA .....	32
ECUACIÓN 3, TAMAÑO DE LA MUESTRA POBLACIÓN FINITA.....	36

# CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 El Porqué de la Tesis

En mi experiencia profesional, a lo largo de los años, he sido testigo de que en las constructoras uno de los más graves problemas que se da día a día, es la falta de programación de la obra y nulos controles de avance, lo que conlleva a que se presenten retrasos en la ejecución de la obra, dejando de lado un aspecto muy importante, el cual es estimar y cobrar los trabajos que se van ejecutando.

En la ejecución de los proyectos comúnmente se presenta una escasa o nula presencia de una planeación de los proyectos de construcción, generando problemas en las etapas posteriores a causa de esta omisión, debido a que la etapa de planeación nos ayuda a poder vislumbrar los posibles conflictos y problemas durante la ejecución de los proyectos constructivos.

A su vez, los controles de obra, a un nivel de detalle que te permita evaluar e identificar los retrasos de una forma adecuada, son prácticamente inexistentes, causando que el problema de escasa planeación se maximice ante la falta de un control a detalle de las obras.

Estos puntos antes mencionados causan problemas directos en la construcción, como son los retrasos en obra y los incrementos que por éstos se causen, debido a que para poder subsanar los retrasos de obra es común que se tenga que incrementar los costos para tratar de resarcir los retrasos en las obras.

Esta investigación propone el uso de una herramienta de control, que debe de ser implementada una vez realizada una planeación y programación de la obra a un nivel de detalle avanzado, esto no genera que se tenga que hacer un esfuerzo adicional, solo dedicarle el tiempo adecuado a un proyecto de construcción, dicha herramienta se conoce como el Sistema del Último Planificador™ (Ballard, The last planner, 1994)

## 1.2 Antecedentes

El Sistema del Último Planificador™ tiene su origen en el sistema de *Lean Production* (Ballard, *The last planner*, 1994). El origen de este sistema se dio en el sector industrial al publicarse el libro "*Lean thinking: Banish waste and create wealth in your organisation*" (Womack & Jones, 1996).

Algunos de los principales cimientos para que se comenzara a utilizar, y que adaptó *Lean Production* a la construcción, fue el libro "*Application of new production Philosophy to Construction*" (Koskela, 1992), el cual incorporó las técnicas como just-in-time, calidad total y la producción Toyota.

Dentro de la filosofía *Lean Construction*, se desarrolló una técnica en el *Lean Construction Institute* y la que es la más utilizada, es el Sistema del Último Planificador que está basada en la obra "*Lean Construction Tools and Techniques*" (Ballard, Tommelein, Koskela, & Howell, 2002) el cual, ha tenido una gran aceptación en el mundo.

Hablaremos del la herramienta del último planificador utilizando, los conceptos propuestos por el PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*, 2013), el cual nos guiará en los siguientes pasos:

- Etapas de planeación.
- Etapas de control.
- Etapas de seguimiento.
- Etapas de manejo de ordenes de cambio.
- Etapas de cierre y control de procesos.

## **1.3 Hipótesis y Objetivos**

### **1.3.1 Hipótesis:**

Esta tesis se basa en la siguiente hipótesis:

“El empleo del Sistema Último Planificador mejora el control de las obras, reduciendo los retrasos en obra y los costos en las entregas de los proyectos”.

### **1.3.2 Objetivo General**

El objetivo de la investigación es validar la mejora del control de estimaciones y el control de una obra carretera, aplicando el sistema del último planificador con una adecuación, desde el inicio del proyecto hasta el transcurso de 4 semanas, observando su comportamiento, y eficiencia para reducir los retrasos en tiempo real.

### **1.3.3 Objetivos Particulares**

Los objetivos particulares planteados en esta investigación, se basan en los siguientes puntos:

- Conocer las herramientas de control que se utilizan actualmente en la industria de la construcción.
- Evaluar el nivel de conocimiento del Sistema de programación semanal de tareas.
- Evaluar como se puede implementar el sistema de programación semanal de tareas.
- Que herramientas incluye hoy en día para el control de obras.
- La implementación del sistema de programación semanal de tareas, la viabilidad de utilizarlo en México.

#### 1.4 Alcances y Limitaciones de la Investigación

Se evaluará mediante un estudio de investigación en una obra ubicada en los municipios de Tecolotlán – Tenamaxtlán- Soyatlán en el estado de Jalisco la cual la está ejecutando la empresa constructora Grupo CISAGB en asociación en participación con Asociados Rocfer S.A. de C.V. especializada en trabajos de terracería y construcción de carreteras.

A su vez se realizará un levantamiento del nivel de conocimiento del sistema último planificador, y su aplicación en la industria mexicana, tomando como base de la muestra a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), delegación Jalisco.



*Fotografía 1, Trabajos Conservación Tecolotlán- Tenamaxtlán- Soyatlán del Oro*



*Ilustración 1 Plano 1, Trazo Camino Código 529 Tecolotlán-Tenamaxtlán-Soyatlán del Oro*

## 1.5 Metodología

La metodología de esta investigación será de tipo cualitativa, basándose en los levantamientos físicos del avance de obra, con sus ajustes semanales utilizando la herramienta de último planificador, y a su vez, con el levantamiento de las cualidades y conocimientos de la herramienta.

Observando el nivel de posibilidad de implementarse en la región, se hará un seguimiento a la obra por parte de la persona encargada del Control de Obra, el que deberá reportar el cumplimiento de las actividades planteadas en un periodo determinado.

Una vez que se tenga la información en el programa de obra planeado, se podrá determinar qué trabajos están avanzados y los que se estimarán, para tramitar con el cliente, la estimación correspondiente para el cobro de los trabajos realizados.

La investigación está respaldada principalmente por la herramienta del Sistema del Último Planificador, Métodos de Control de Obra, Método de Planeación y Modelo de Avance en tiempo real.

### **1.5.1 Descripción de la tesis**

La tesis se conforma de 5 capítulos, los cuales son los siguientes:

#### Capítulo 1 Introducción

En este capítulo se muestra la problemática que muchas constructoras tienen actualmente, se aborda el problema a resolver y la propuesta de tesis para resolver lo planteada.

#### Capítulo 2 Marco Teórico

En este capítulo se recopila y revisa la información que soporta la tesis. En este caso se apoyó principalmente la del Sistema del Último Planificador, complementado por métodos de control de obra, método de planeación y modelo de avance en tiempo real.

#### Capítulo 3 Medición y resultados

En este capítulo se utilizará como base los resultados obtenidos en una obra en ejecución que lleva un mes de construcción, la cual está ubicada en el municipio de Tecolotlán – Tenamaxtlán- Soyatlán. En primera instancia se hará una planificación de la obra, una vez que estén establecido los objetivos de la planificación se medirá a través de los métodos antes mencionados utilizando principalmente la herramienta del Sistema del Último Planificador con una duración de 4 semanas.

#### Capítulo 4 Análisis de resultados

En este capítulo se analizan los resultados obtenidos en la implementación del caso de estudio y se comparan con los resultados que se tienen de la obra antes de la aplicación de la tesis. Buscando dar respuesta a los objetivos particulares y generales, y mediante estos mismo, contestar la hipótesis propuesta.

## Capítulo 5 Conclusiones

En este capítulo se contesta a la hipótesis de la tesis si es afirmativa o negativa todo esto respaldado por los resultados, análisis y gráficas que se utilizaron en la tesis. Se propondrá futuras líneas de investigación.

## CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Introducción.

Dentro de este capítulo se incluirá el estudio del arte al respecto de la planeación y control de las obras, y el conocimiento básico necesario para la implementación del Sistema del Último Planificador en proyecto de construcción.

Para lo cual se aborda el tema de *Lean* desde el punto de vista del constructor, con lo que se pretende dar sustento a la propuesta de investigación mediante investigaciones y proyectos desarrollados por otros autores y/o investigadores.

Se iniciará con los conceptos básicos, y el marco teórico nos irá adentrando al conocimiento de *Lean Construction* y sus herramientas que implementaremos.

#### 2.1.1 Fuentes de información.

Esta investigación se fundamentará principalmente de los siguientes medios:

- Artículos científicos de *journals*.
- Libros.
- Documentos electrónicos de Internet.
- Tesis previamente presentadas.
- Hemerotecas.
- Documentos de convenciones y seminarios.

### 2.2 ¿Qué es la Planeación?

La planeación, es el proceso para aplicar las técnicas de administración y sistemas, para direccionar y controlar los recursos y actividades que conlleva a las entregas de los proyectos de acuerdo a su alcance. Dimensionándolo en función del plan organizacional, de ejecución, de monitoreo y de control, para poder llegar a un modelo de administración global del proyecto (Ahuja, Dozzi, & Abourizk, 1994) (Ballard, Tommelein, Koskela, & Howell, 2002).

La planeación es de las principales funciones dentro del proceso de gestión, la cual se considera clave, ya que es la actividad primordial del planificador de la obra. Planificación se puede definir como la selección de objetivos y el establecimiento de programas y procedimientos para obtener los objetivos planteados en un inicio.

Se podría resumir como la toma de decisiones para el futuro siempre se debe estar mirando hacia adelante. En la planeación se deben tomar decisiones, ya que se tienen una serie de alternativas disponibles de las cuales se elige la que se considere más apta para el proyecto.

Dentro de la planeación se realiza un programa de actividades, el cual es una secuencia de actividades, que tendrán como meta al realizarse por completo el cumplimiento del objetivo trazado.

Hay varios estilos de manejo de la dirección dentro de un proyecto, entre los principales, se encuentra la gestión pro activa la que establece un plan y lo hace posible.

En el lado opuesto se tiene la dirección reactiva, la cual por lo general es la consecuencia de una falta de planeación. (Ahuja, Dozzi, & Abourizk, 1994).

Para la persona encargada de planear una obra, es muy importante visualizar todas las actividades inherentes a su proyecto, ya que al tener esta visión le permite tener un panorama completo de todas las actividades y operaciones necesaria del proyecto, a su vez le permite organizar estas actividades y operaciones en el orden correcto, para que cada actividad se entienda y se pueda llevar a cabo buscando que el método que se elija sea la más rentable para el proyecto.

La confianza en un proyecto, se obtiene mediante una planificación sistemática, que consiste en aplicar los elementos esenciales de una buena planificación. Sin embargo, a causa de un exceso de confianza, muchas personas no realizan las acciones mínimas necesarias para desarrollar un plan; por lo regular recurren a la gestión a sentimiento, la cual tiene como consecuencia, una serie de decisiones por sentimiento, la que produce un rendimiento bajísimo. Los objetivos que se tienen planteados se van resolviendo al momento como se van presentando, sin tener una planeación definida y establecida. (Alarcón, Diethelm, Rojo, & Caderon, 2008)

La planeación no es solamente la programación, que no es, sino uno de los muchos planes que se pueden poner en su lugar. La planeación nos da resultados cuando establecemos hitos en el cronograma, los cuales son los objetivos de tiempo. En esta etapa se establece de manera clara el trabajo por hacer para lograr ciertos objetivos del contrato y costo.

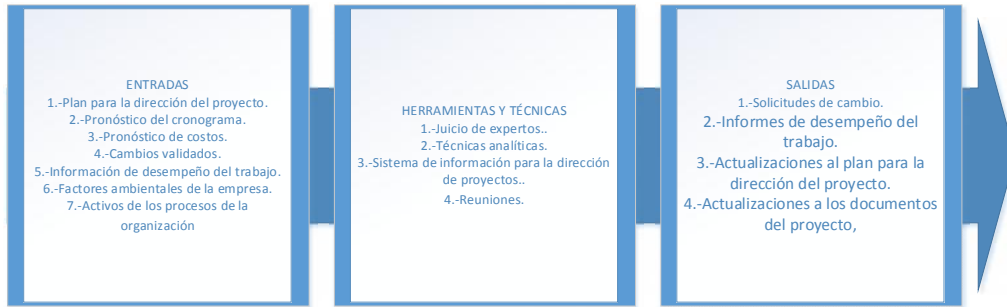
El objetivo principal de la planeación que se realiza antes de un proyecto es la eficiencia de ejecución la que nos ayudará aclarar los objetivos.

Otro aspecto importante que nos deja la planeación es la base para llevar acabo un monitoreo para la ejecución y control. (Ahuja, Dozzi, & Abourizk, 1994).

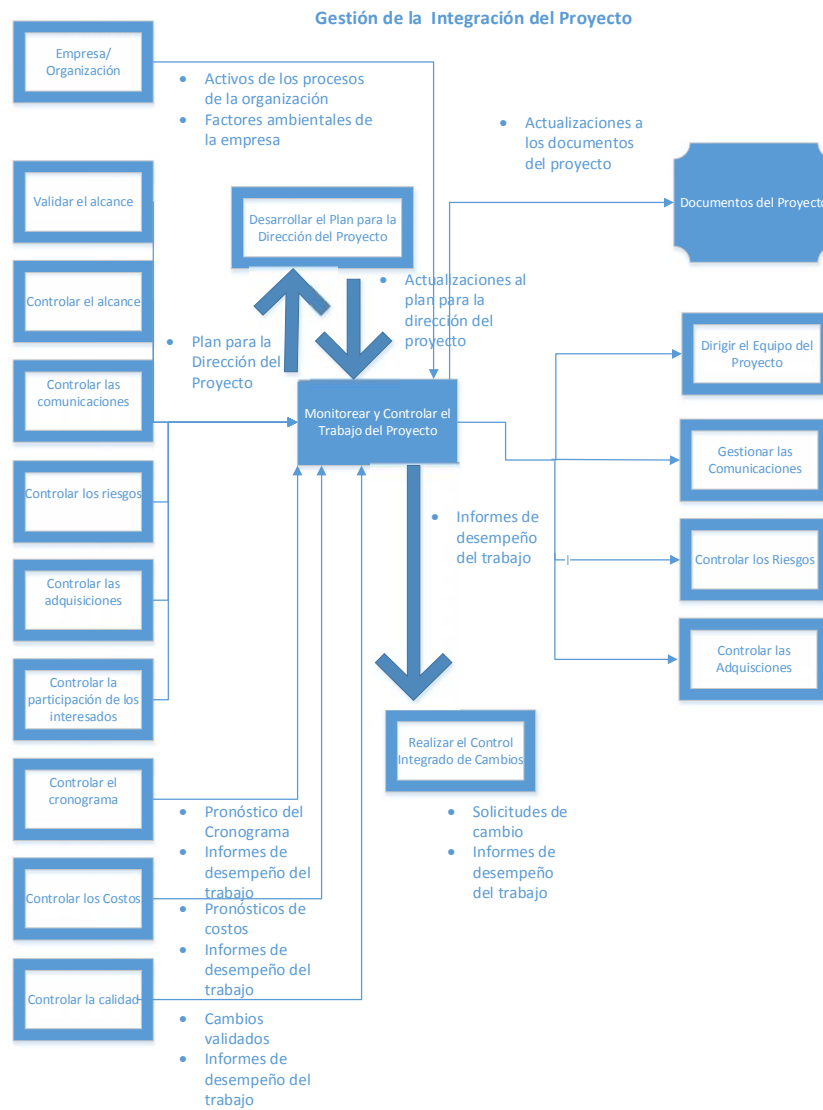
### **2.3 ¿Qué es control de obra?**

El Control de Obra, tiene una correlación directa con estar cumpliendo los objetivos trazados en el proyecto y lo esperado por las partes involucradas. Los proyectos rara vez son provocados por un solo problema, el fracaso suele ser una colección de elementos menores que individualmente tienen un impacto negativo en un área determinada del proyecto, sin embargo, cuando se examinan durante la vida útil de un proyecto, estos elementos menores por lo regular suelen causar impactos significativos en el costo, el calendario, el riesgo y pueden manifestarse como desviaciones del Plan del Proyecto original. (Project Management Institute, 2013).

Se conoce con el nombre de control y monitoreo al proceso de seguimiento, revisar, informar el avance revisando si se cumplen los objetivos trazados en la obra. Una de las grandes ventajas que nos brinda este proceso es que permite darnos cuenta como se encuentra el proyecto, de acuerdo a los objetivos trazados como lo son las proyecciones del cronograma, alcance y presupuesto. La Gráfica 1 muestra las entradas, herramientas y técnicas, y salidas de este proceso. La Gráfica 2 representa el diagrama de flujo de datos del proceso.



Gráfica 1, *Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas, adecuado de (Project Management Instituto, 2013)*



Gráfica 2, *Diagrama de Flujo de Datos de Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto, adecuado de (Project Management Institute, 2013)*

El monitoreo, es el proceso que se hace durante la duración del proyecto. Con la que se recopila, miden y distribuyen la información que tiene que ver con el desempeño, que al combinarse con las evaluaciones de las mediciones y tendencias, van hacer posible las mejoras al proceso. El monitoreo continuo, permite conocer el estatus del proyecto y poder identificar las áreas que pudieran requerir una mayor atención. El control nos permite tomar las acciones preventivas y/o correctivas de los planes de acción y seguimiento de los mismos para saber si las acciones pudieron resolver el problema de desempeño. (Project Management Institute, 2013)

El proceso de Monitorear y Controlar la planeación del Proyecto tiene entre sus acciones a seguir:

- Comparar el avance real del proyecto respecto al programa de obra;
- Evaluar el avance para determinar si se aplica una acción preventiva o correctiva y cuando se necesite recomendar las que se consideren necesarias.
- Analizar y localizar nuevos riesgos, revisar y monitorear los riesgos que llegaran a existir en el proyecto.
- Durante la ejecución del proyecto se debe tener una base de datos, la cual nos brinde la información necesaria de los productos del proyecto.
- Brindar la información necesaria para el avance y los pronósticos.
- Proporcionar pronósticos que ayuden a tener la información actualizada para el cronograma y costo del proyecto.
- Informar el avance del proyecto y el estado del programa de obra.

## **2.4 Ciclo de Vida del Proyecto**

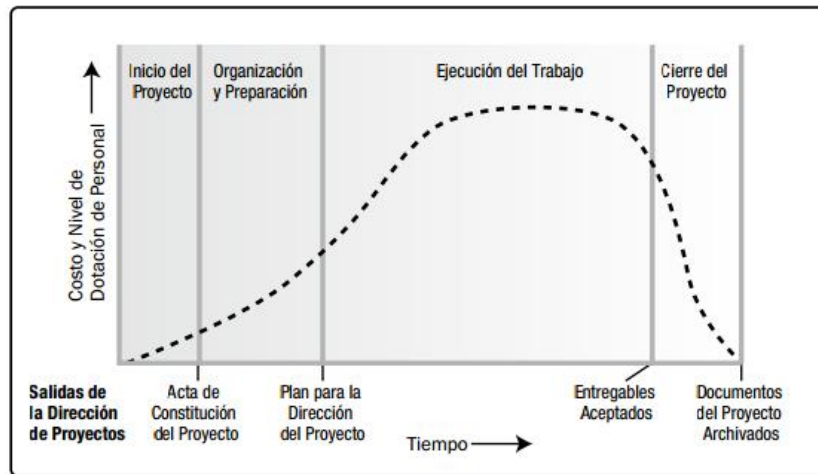
El ciclo de vida de un proyecto son todas las actividades que se desarrollan desde el inicio del proyecto hasta el final del mismo. Las actividades normalmente se engloban en fases, las cuales son secuenciales, el orden y nombre se determinan de acuerdo a las necesidades del proyecto. Las fases se pueden dividir en base a su importancia dentro del programa de obra (ruta crítica), actividades secundarias o aquellas que sean necesarias para generar flujo de efectivo. Las fases por lo general tienen una duración determinada, indicando un inicio o final, así como un punto de control o inflexión.

### 2.4.1 Características del Ciclo de Vida del Proyecto

Dentro de los proyectos, se puede diferenciar por su envergadura y sus condiciones de acuerdo a su grado de dificultad. De acuerdo a esto, podemos organizar a los proyectos dentro del siguiente orden que denominaremos el Ciclo de Vida del Proyecto (gráfica 3):

- Comienzo del proyecto.
- Planeación y programación.
- Ejecución de los trabajos.
- Fin del proyecto.

Esta estructura se puede usar para comunicarse con los integrantes del proyecto que están menos familiarizados (alta dirección, mandos altos). El ciclo de vida del proyecto es totalmente independiente del ciclo de vida del producto producido. Aunque se debe tener en cuenta la fase en la que se encuentre dentro del ciclo de vida del producto. Esta visión general, nos puede dar un marco para poder comparar proyectos, aunque sean de naturaleza diferente.

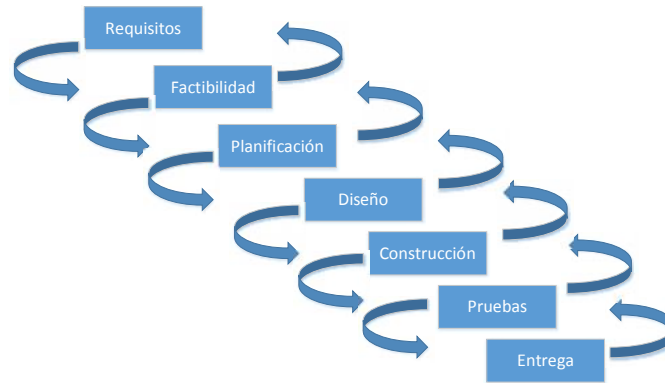


Gráfica 3, Niveles Típicos de Costo y Dotación de Personal, copia de (Project Management Institute, 2013)

### 2.5 Características del Ciclo de Vida del Proyecto

Los ciclos de vida predictivos son aquellos en los cuales el alcance del proyecto, el tiempo y costo requeridos para lograr dicho alcance, se determinan lo antes posible en el ciclo de vida del proyecto. En la Gráfica 4, se ejemplifica cómo los proyectos tienen etapas que se secuencian una de otra, dando como resultado una dependencia entre

ellas. El cumplimiento de cada fase normalmente es diferente que las anteriores y subsecuentes, por lo cual es necesario que los equipos de trabajo del proyecto sean de diferentes entre una fase a otra.



Gráfica 4, Ejemplo de Ciclo de Vida Predictivo, adecuado de (Project Management Institute, 2013)

En el comienzo del proyecto, se define el alcance del mismo, se desarrollará un plan para el proyecto, después se realizarán las fases del ciclo de vida predictivo, para ejecutar la programación establecida. Los cambios de proyecto deben tener un cuidado especial, debe revisarse la programación y aceptarse formalmente para el nuevo alcance.

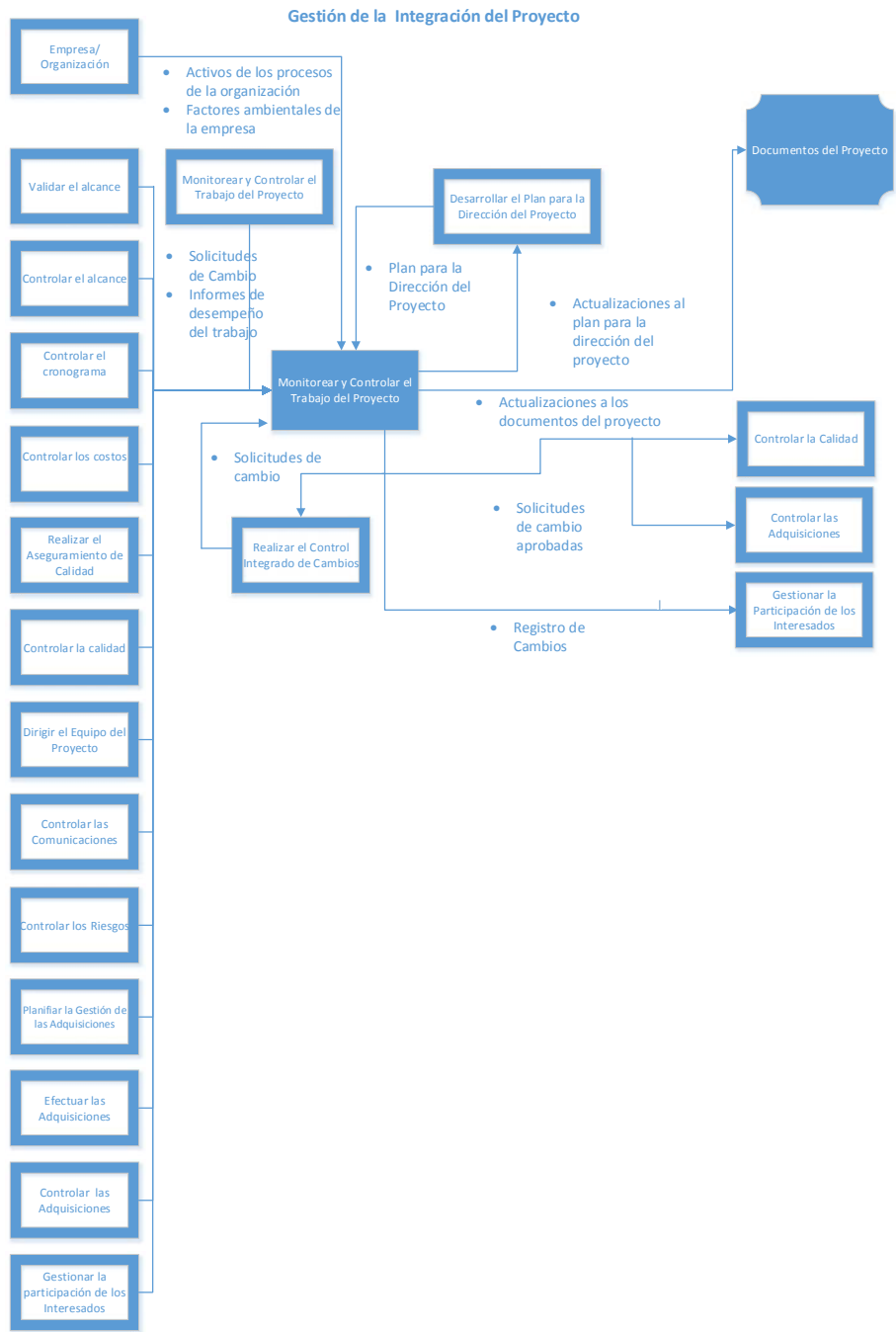
## 2.6 Realizar el Control Integrado de Cambios

Realizar el Control Integrado de Cambios, es el proceso en el cual se analizan todas las órdenes de cambios, su aprobación y gestión. Es la encargada de revisar las órdenes de cambio, líneas base, el plan para la dirección del proyecto.

El beneficio de este proceso, es que se documentan los cambios del proyecto con lo que se reduce el riesgo del proyecto. La gráfica 5 muestra las entradas, herramientas y técnicas, y salidas de este proceso. La gráfica 6 representa el diagrama de flujo de datos del proceso.



Gráfica 5, Realizar el Control Integrado de Cambios: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas, adecuado de (Project Management Institute, 2013)



Gráfica 6, Diagrama de Flujo de Datos de Realizar el Control Integrado de Cambios, adecuado de (Project Management Institute, 2013)

El proceso antes mencionado se realiza desde el comienzo del proyecto hasta el término del mismo, y es responsabilidad del director del proyecto. La planeación para la

gestión del proyecto, su alcance, deben mantenerse actualizados por medio de una dirección rigurosa y continua de los cambios, los cuales se aceptarán o se rechazarán, con esto se asegura que solo los aceptados se incorporen al programa de obra establecido.

Cualquier persona involucrada en el proyecto puede solicitar cambios. Los cambios normalmente se inician verbalmente, pero debe plasmarse por escrito y a su vez informar al sistema de la administración de los cambios.

Normalmente las solicitudes de cambios se aprueban o se rechazan por el director del proyecto, el cual se apoya de su equipo de trabajo para su revisión, visto bueno y posterior aceptación.

El nivel de control de cambios que se utilice dentro de un proyecto, depende de qué tan complejo es el proyecto, requisitos solicitados por el cliente en el contrato y el entorno en el que se ejecuta el proyecto.

En algunas ocasiones las solicitudes de cambio dependen de su impacto en el proyecto, ya sea en tiempo o en costo, se tiene que aprobar por el cliente o el socio del proyecto.

## **2.6.1 Realizar el Control Integrado de Cambios: Entradas**

### **2.6.1.1 Plan para la Dirección del Proyecto**

Los puntos que se pueden utilizar para el plan de la dirección del proyecto son:

- El plan de administración del alcance, contiene la metodología y procedimientos que se necesitan para realizar los cambios en el alcance del proyecto.
- La línea base del alcance, la cual proporciona el tope o fin del proyecto.
- El plan de administración de cambios, el cual nos da las herramientas necesarias para administrar el proceso de control de cambios y documenta el equipo de trabajo encargado de control de cambios.

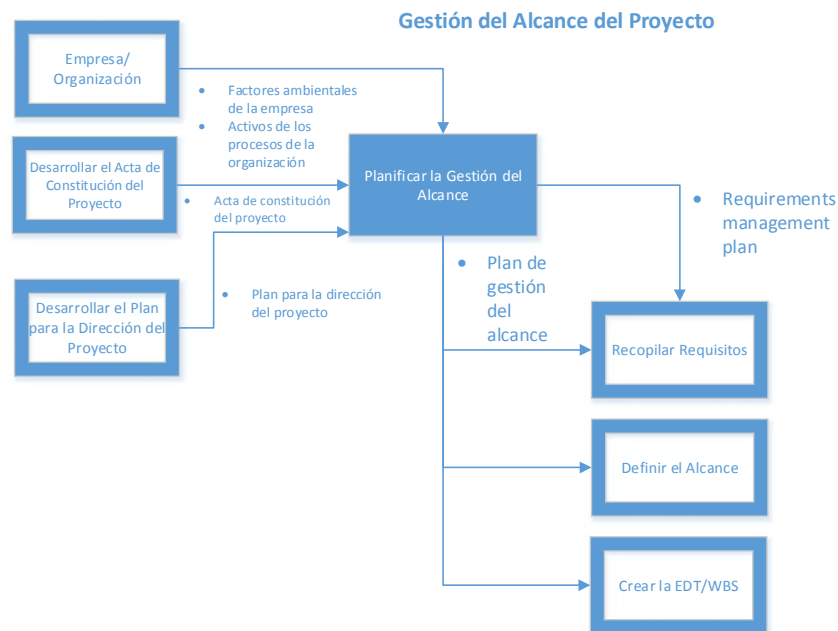
Los cambios se deberán documentar y actualizar en el plan para la dirección del proyecto como parte de los procesos de administración de cambios.

## 2.6.2 Planificar la Gestión del Alcance

Es el proceso de crear un plan de gestión del alcance que archive y documente cómo se definirá, validará y controlará el alcance del proyecto. El resultado final de este proceso es el que proporcionará una guía y dirección de cómo se hará la gestión del alcance en la duración del proyecto. La Gráfica 7 muestra las entradas, herramientas y técnicas, y salidas de este proceso. La Gráfica 8 representa el diagrama de flujo de datos del proceso.



Gráfica 7, Planificar la Gestión del Alcance: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas, adecuado de (Project Management Institute, 2013)



Gráfica 8, Diagrama de Flujo de Datos de Planificar la Gestión del Alcance, adecuado de (Project Management Institute, 2013)

## 2.6.3 Planificar la Gestión del Cronograma: Salidas

### 2.6.3.1 Plan de Gestión del Cronograma

El plan de Gestión del Cronograma es una parte importante del plan para la dirección del proyecto que establece los criterios y las actividades a llevar a cabo para desarrollar, monitorear y controlar el cronograma.

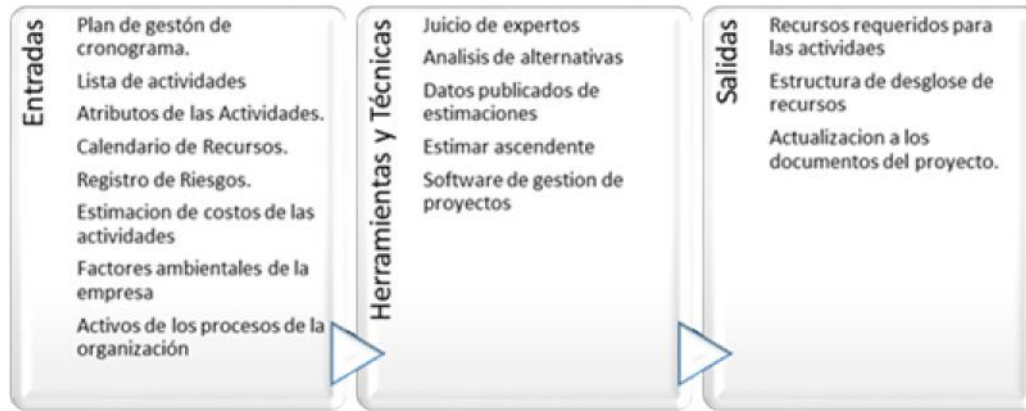
El plan de gestión del cronograma puede establecer lo siguiente:

- Desarrollo de la metodología y plan de programación del proyecto. En el cual se establece el modelo y la herramienta que se utilizará para la programación.
- Nivel de exactitud. Es el rango aceptable que se utilizará para estimar la duración de las actividades en la que se puede contemplar un buffer o colchón para cambios o contingencias.
- Unidades de medida. Se definirán, para cada uno de los recursos, todas las unidades que se utilizarán en las mediciones.
- Enlaces con la forma de trabajar de la organización. La Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)/*Work Breakdown Structure* (WBS), establece una base para el plan de gestión del cronograma, proporciona uniformidad entre las estimaciones y los cronogramas resultantes.
- Reglas para la medición del desempeño. Se establecen reglas para la medición del desempeño, tales como la gestión del valor ganado (EVM, *Earn Value Management*). El plan de gestión del cronograma podría especificar:
  - Reglas para establecer el porcentaje completado,
  - Cuenta de control en que se medirán la gestión del avance y del cronograma,
  - Técnicas que se utilizarán para medir el valor ganado (p.ej., líneas base, fórmula fija, porcentaje completado, etc.).
  - Medidas del desempeño del cronograma, tales como la variación del cronograma (SV, *Schedule Variation*) y el índice de desempeño del cronograma (SPI, *Schedule Performance Index*), que se utilizan para evaluar la magnitud de la variación con respecto a la línea base original del cronograma.
- Formatos de los informes. Se definen los formatos y la frecuencia de presentación de los diferentes informes relativos al cronograma.
- Descripciones de los procesos. Se documentan las descripciones de cada uno de los procesos de gestión del cronograma.

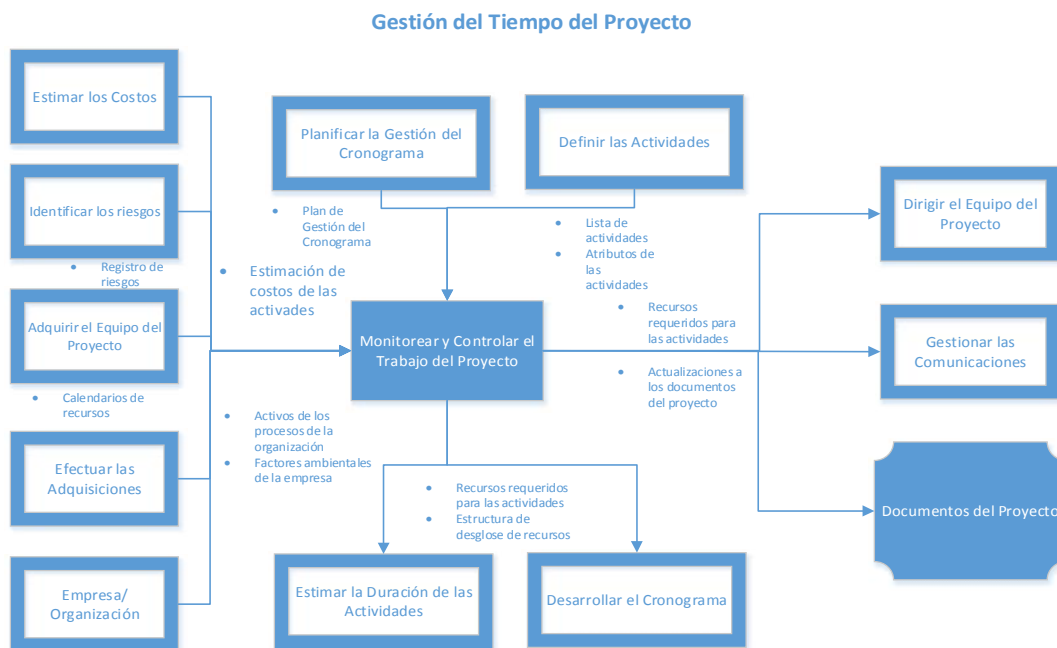
### 2.6.4 Determinar los Recursos de las Actividades

El determinar los tipos de insumo y sus cantidades, como pueden ser material, mano de obra, equipo, herramienta y sub contratos, que requiera cada una de las actividades. La principal característica que nos brinda esta determinación, es el poder identificar los tipos, cantidades y cualidades requeridas para cada uno de los recursos, que se

necesita en cada actividad, con la finalidad de determinar los costos y las duraciones de una manera real y muy acertada. La Gráfica 9 muestra las entradas, herramientas y técnicas, y salidas de este proceso. La Gráfica 10 representa el diagrama de flujo de datos del proceso.



Gráfica 9, Diagrama de Flujo de Datos del Proceso, adecuado de (Project Management Institute, 2013)



Gráfica 10, Diagrama de Flujo de Datos de Estimar los Recursos de las Actividades, adecuado de (Project Management Institute, 2013)

#### **2.6.4.1 Estimar los Recursos de las Actividades: Entradas**

Plan de Gestión del Cronograma. Nos ayuda a identificar el nivel de exactitud y las unidades de medida a utilizar para la estimación de los recursos.

Lista de Actividades. Nos ayuda a identificar las actividades que necesitarán recursos.

Cualidades de las Actividades. El definir los recursos necesarios para cada actividad es la entrada principal de los datos de acuerdo al listado de actividades.

Calendarios de Recursos. Es un calendario que identifica los días y turnos de trabajo en que cada recurso específico está disponible. Los calendarios de recursos especifican por cuanto tiempo y cuándo estarán disponibles los recursos identificados del proyecto durante la ejecución del mismo.

Registro de Riesgos. Ciertos eventos asociados al riesgo pueden influir en la selección y disponibilidad de los recursos.

Estimación de Costos de las Actividades. El costo de los recursos puede influir en la elección de los mismos.

#### **2.6.4.2 Estimar los Recursos de las Actividades: Salidas**

Recursos Requeridos para las Actividades. Los recursos requeridos para las actividades, son las cantidades y tipos de recursos que necesita cada actividad dentro de una fase del proyecto. El detalle y nivel de especificación dependen del área de aplicación.

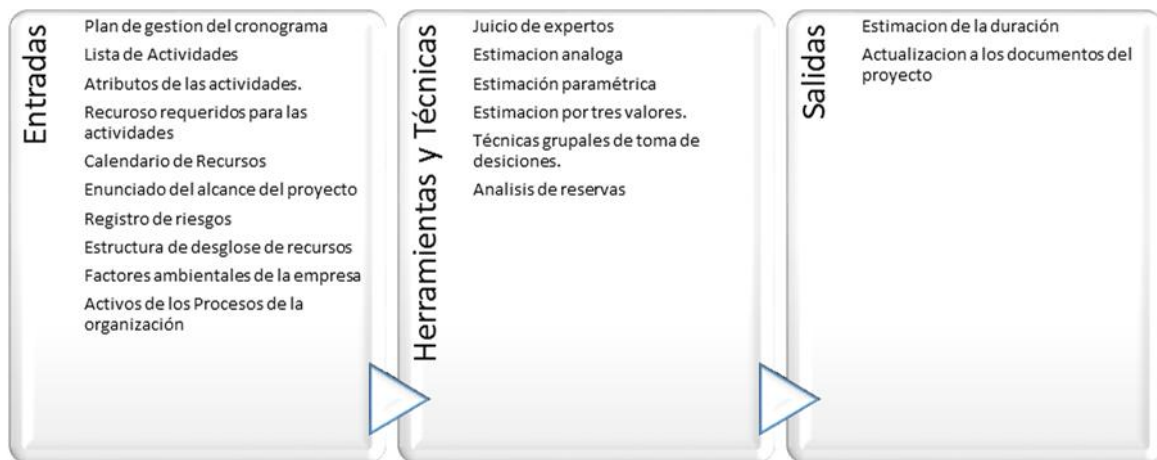
Estructura de Desglose de Recursos. La estructura de desglose de recursos, es una representación jerárquica de los recursos por categoría y tipo. La estructura de desglose de recursos es útil para organizar y tener una comunicación de los datos del cronograma del proyecto, junto con información sobre la utilización de recursos.

Actualizaciones a los Documentos del Proyecto. Los documentos del proyecto susceptibles de actualización incluyen, entre otros:

- La lista de actividades.
- Los atributos de las actividades.
- Los calendarios de recursos.

### 2.6.5 Estimar la Duración de las Actividades

Es el proceso de realizar una estimación de la cantidad de períodos de trabajo, necesarios para finalizar las actividades de los recursos estimados. La clave que nos brinda este proceso, es que establece la cantidad de tiempo que se necesita para finalizar cada una de las actividades, lo cual es una pieza clave para finalizar las actividades, lo que la hace una entrada fundamental para el desarrollo del cronograma. La Gráfica 11 muestra las entradas, herramientas y técnicas, y salidas de este proceso



Gráfica 11, Estimar la Duración de las Actividades: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas, adecuado de (Project Management Institute, 2013)

La estimación de la duración de las actividades, se basa en la información disponible del alcance del trabajo que necesita la actividad, el tipo de recursos que se necesitan, las cantidades que se estimaron y su utilización.

El proceso Estimar la Duración de las Actividades, requiere que se realice una estimación del esfuerzo requerido y de la cantidad de recursos disponibles estimados para completar la actividad.

### 2.6.5.1 Estimar la Duración de las Actividades: Entradas

Plan de Gestión del Cronograma. Define el método utilizado y el nivel de exactitud junto con otras variables y criterios necesarios para estimar la duración de las actividades, incluido el ciclo de actualización del proyecto.

Lista de Actividades. La lista de actividades identifica las actividades que requerirán estimaciones de duración.

Atributos de la Actividad. Los atributos de las actividades constituyen la principal entrada de datos que se utilizará para estimar las duraciones necesarias para cada una de las actividades de la lista de actividades.

Recursos Requeridos para las Actividades. Los recursos requeridos para las actividades que se han estimado, tendrán un efecto sobre la duración de las actividades, ya que los recursos asignados a cada actividad y que cumplen con los requisitos, tendrán una influencia significativa sobre la duración de la mayoría de las actividades.

Calendarios de Recursos. Los calendarios de recursos influyen sobre la duración de las actividades del cronograma en términos de la disponibilidad de recursos específicos, el tipo de los recursos y los recursos con atributos específicos.

Enunciado del Alcance del Proyecto. Una parte importante para determinar la duración de las actividades son las restricciones y supuestos de los alcances del proyecto.

Registro de Riesgos. El registro de riesgos proporciona una lista de riesgos, junto con los resultados del análisis de riesgos y de la planificación de la respuesta a los mismos.

Estructura de Desglose de Recursos

Activos de los Procesos de la Organización. Los activos de los procesos de la organización que pueden influir en el proceso Estimar la Duración de las Actividades incluyen, entre otros:

- La información histórica relativa a la duración.
- Los calendarios del proyecto.
- La metodología de programación.
- Las lecciones aprendidas.

### 2.6.5.2 Determinar la duración de las actividades, técnicas y herramientas:

Mediante especialistas. Mediante el uso de proyectos similares o el uso de especialistas, se puede determinar las duraciones mediante experiencia.

Mediante históricos. Mediante el uso de datos históricos en actividades similares, se puede determinar la duración de las actividades, esto considerando proyectos y condiciones similares a los del proyecto actual.

Duración Paramétrica. Mediante valores por elementos, m2 o técnicas para realizar costos y duraciones paramétricas, se pueden determinar las duraciones, cuantificando las áreas o reproduciendo los elementos.

Estimación por Tres Valores. Es la técnica que se basa en el método PERT, la cual, utiliza tres mediciones para poder definir la duración de las actividades.

- Tiempo más probable ( $t_M$ ).
- Tiempo máximo ( $t_O$ ).
- Tiempo Mínimo ( $t_P$ ).

Dos de las fórmulas más utilizadas son la distribución beta y la triangular. Utilizando las siguientes fórmulas:

- **Triangular.**

$$t_E = (t_O + t_M + t_P) / 3$$

*Ecuación 1 Distribución Triangular*

- **Beta (PERT)**

$$t_E = (t_O + 4t_M + t_P) / 6.$$

*Ecuación 2 Distribución Beta*

### 2.6.6 Desarrollar el Cronograma.

Es la realización que resulta del análisis del orden que llevan las actividades, duraciones, los recursos y los límites de acuerdo a nuestro proyecto. El resultado, es un programa que recopila toda la información antes mencionada con las duraciones de las actividades.

## 2.7 Sistema último planificador $\beta$ (Last Planner System <sup>TM</sup>).

### 2.7.1 Estructura Jerárquica

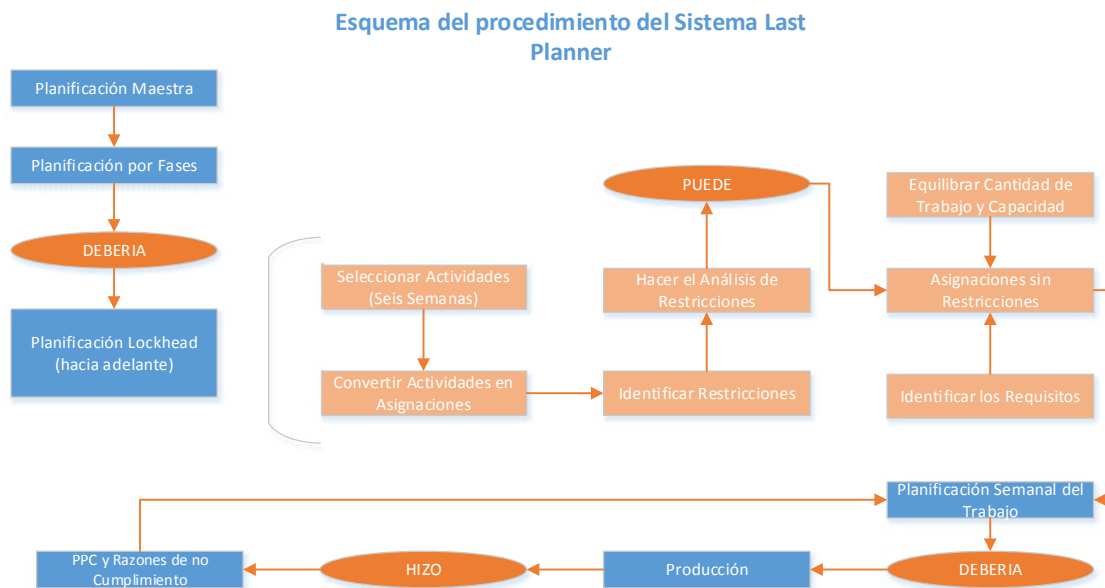
En el medio de la construcción, los trabajos más simples y más pequeños también requieren una planificación, y control hecho por diferentes personas, en diferentes

lugares dentro de la organización, y en diferentes momentos durante la vida de un proyecto. La planificación dentro de la organización tiende a centrarse en los objetivos y las restricciones globales, que rigen todo el proyecto.

En última instancia, alguien (persona o grupo), decide cuáles serán los trabajos específicos por realizarse. Ese tipo de planes se ha llamado "asignaciones".

### 2.7.2 En caso de “CAN-Will-DID”

El término "asignaciones", hace hincapié en la comunicación de los requisitos del director del proyecto para designar su equipo de construcción. Sin embargo, estos productos de planificación de la producción nivel de la unidad son también compromisos con el resto de la organización. Indican lo que será hecho, y (con suerte) son el resultado de un proceso de planificación que mejor se adapte a la voluntad y que debe (CAN) cumplirse dentro de las limitaciones de la programación.



Gráfica 12, Esquema del procedimiento del Sistema Last Plannerp (Project Management Institute, 2013)

Por desgracia, el rendimiento pasado planificador a veces se evalúa como si no pudiera ser posible diferenciar entre el deber y el poder. "¿Qué vamos a hacer la próxima semana?" "Lo que está en el programa," o "Todo lo que está generando la mayor parte

del calor." Los supervisores consideran que es su trabajo para mantener la presión sobre los subordinados de producir a pesar de los obstáculos.

Asentado que es necesario superar los obstáculos, eso no justifica la creación de ellos o dejando en su lugar. Suministro errático de recursos tales como información de entrada y finalización imprevisible de la labor requisito invalida la supuesta ecuación de *Will* como deberían, y rápidamente se traduce en el abandono de la planificación que dirige la producción real.

La falta de control de forma pro activa en la unidad de producción, aumenta el nivel de incertidumbre y priva a los trabajadores de la planificación como una herramienta para la conformación del futuro. Lo que se necesita es cambiar el enfoque del control de los trabajadores para el flujo de trabajo que los une. Los sistemas de control de producción de sistema de programación semanal de tareas (gráfica 12), es una filosofía, reglas y procedimientos, y un conjunto de herramientas que facilite, la aplicación de esos procedimientos. Con respecto a los procedimientos, el sistema tiene dos componentes: control de la unidad de producción y flujo de trabajo a controlar. El trabajo de la primera es hacer progresivamente mejores asignaciones a los trabajadores directos a través del aprendizaje continuo y la acción correctiva. La función de control de flujo de trabajo, es tal vez evidente en su nombre, para causar de forma pro activa, el trabajo a fluir a través de las unidades de producción en la mejor secuencia archivable y la velocidad.

## CAPÍTULO 3 Medición.

### 3.1 Introducción

Dentro de este capítulo, se presentan dos vertientes de medición. En la primera, se observa el conocimiento de la planificación y el control de obra en la industria de la construcción. En la segunda, se presenta el modelo de medición para analizar la planificación y el control de la obra estudiada.

Se tomó la población de 432 empresas, a partir del dato que nos arroja el padrón de contratistas de la CMIC (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción), determinando un error estadístico del 6.5%, calculando un 95% de confianza; lo cual da como resultado una muestra de 39 empresas; sin embargo, se toman 40 con el fin de garantizar la representatividad de los datos obtenidos.

Con lo anterior se observa que la investigación tendrá un carácter de tipo descriptiva, y su finalidad será dar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes de estos temas, tanto en la población encuestada como en la obra analizada.

### 3.2 Métodos de Medición

#### 3.2.1 Tamaños de la muestra.

Para determinar el tamaño de muestra se utilizan ecuaciones estadísticas, considerando que tenemos una población con un comportamiento de una distribución Gaussiana. (Castellanos, 2011)

$Z = 1.96$  (tabla de distribución normal para el 95% de confiabilidad y 6.50% error).

$N = 432$

$p = 95\%$

$q = 5\%$

e=6.50%

*Ecuación 3, Tamaño de la muestra población finita.*

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{N \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

$$n = \frac{1.96^2 \cdot .95 \cdot .05 \cdot 432}{432 \cdot .065^2 + 1.96^2 \cdot .95 \cdot .05} = 39.26$$

$n \approx 40$

Aplicando la fórmula anterior se determina que el número de la muestra asciende a 39 encuestas; sin embargo, se busca tener 40 para evitar los efectos que se podrían ocasionar debido al sesgo en el levantamiento.

### **3.2.2 Método por encuestas**

El método de medición basado en encuesta se realizará a empresas de la industria de la construcción; ya que estas empresas, son las que están directamente en la planeación y ejecución de obra, que proporcionará información real de la actualidad del medio de la construcción en nuestra región. La encuesta consta de veinte preguntas; de las cuales doce de ellas son de opción múltiple y ocho son abiertas con el objetivo de que los entrevistados puedan expresar libremente sus opiniones y observaciones.

La encuesta va dirigida principalmente a conocer el grado de aceptación y conocimiento que se tiene en México del sistema de programación semanal de tareas, los conceptos principales que se miden es la planeación y control de obra las técnicas y métodos utilizados actualmente en la construcción.

### 3.2.3 Cuestionario

Cuestionario para Obtener Grado de Maestro en Administración de la Construcción  
Universidad Panamericana Campus Guadalajara

Dirección de correo electrónico válida

NOMBRE: / PUESTO: / EMPRESA:

1. ¿Realizas planeación de obra en tus proyectos?

SI NO

2. ¿Qué tipo de planeación de obra utilizas? \*

R.

3. ¿Sabes planear las obras a nivel de Recursos? \*

SI NO

4. ¿Cuáles son las técnicas de planeación de obra que conoces? \*

R.

5. ¿Realizas control de obra en los proyectos que desarrollas? \*

SI NO

6. ¿Cuáles son los controles que utilizas? \*

R.

7. ¿Cuáles son las técnicas de control de obra que conoces? \*

R.

8. En dado caso de no realizar control de obra, ¿cómo cobras por tus avances? \*

R.

9. ¿Con qué frecuencia realizas el control de obra en tus proyectos?

SEMANTAL QUINCENAL MENSUAL AL FINALIZAR EL PROYECTO NUNCA

10. ¿Cuánto tiempo te lleva planear una obra? \*

1 DIA            1 SEMANA            2 SEMANAS            1 MES

11. ¿En qué porcentaje comparas lo planeado contra lo ejecutado?

100%            75%            50%            25%            0%

12. En el caso que no planeas tú obra porque no lo realizas.

R.

13. ¿En qué porcentaje de las obras que participas se tiene la utilidad?.

100%            75%            50%            25%            0%

14. ¿En cuánto porcentaje de las obras realizadas se termina con tiempo, o con un margen controlable?

100%            75%            50%            25%            0%

15. Si tuvieras una herramienta que te ayudara a realizar la planeación y el control de obra a nivel de detalle la utilizarías, ¿en qué porcentaje de tus obras la utilizarías?

100%            75%            50%            25%            0%

16. Si tuvieras una herramienta que te ayudara a entregar los proyectos a tiempo la

100%            75%            50%            25%            0%

17. ¿Qué porcentaje de conocimiento de tienes de *Last Planner System*?

100%            75%            50%            25%            0%

18. Utilizarías una herramienta que requiere que el maestro de obra o el encargado de los proyectos te realice ajuste en la planeación.

R.

19. Utilizarías una herramienta que garantice el cumplimiento de los tiempos, costos y utilidades.

100%            75%            50%            25%            0%

20. En tu experiencia, ¿cuáles crees que sean las principales razones por las que se retrasan las obras?

R.

### 3.3 Tabla de Resultados Encuesta.

Tabla 1, Tabla de resultados encuesta, parte 1 de 9

1. ¿Realizas planeación de obra en tus proyectos?

Sí	No
82.50%	17.50%
33	7

3. ¿Sabes planear las obras a nivel de Recursos?

Si	No
58%	43%
23	17

5. ¿Realizas control de obra en los proyectos que desarrollas?

Si	No
85%	15%
34	6

9. ¿Con qué frecuencia realizas el control de obra en tus proyectos?

Semanal	Quincenal	Mensual	Al finalizar el Proyecto	Nunca
63%	18%	8%	5%	8%
25	7	3	2	3

10. ¿Cuánto tiempo te lleva planear una obra?

1 Día	1 Semana	2 Semanas	1 Mes	No Planeo
18%	48%	18%	8%	10%
7	19	7	3	4

11. ¿En qué porcentaje comparas lo planeado contra lo ejecutado?

100 %	75 %	50 %	25 %	0 %
43%	30%	18%	5%	5%
17	12	7	2	2

13. ¿En qué porcentaje de las obras que participas se tiene la utilidad?

100 %	75 %	50 %	25 %	0 %
20%	60%	10%	8%	3%
8	24	4	3	1

14. ¿En qué porcentaje de las obras realizadas se termina en tiempo, o con un margen controlable?

100 %	75 %	50 %	25 %	0 %
20%	33%	33%	13%	3%
8	13	13	5	1

Tabla 2, Tabla de respuesta cuestionario, parte 2 de 9

15. Si tuvieras una herramienta que te ayudara a realizar la planeación y el control de obra a nivel de detalle la utilizarías, ¿en qué porcentaje de tus obras la utilizarías?

100 %	75 %	50 %	25 %	0 %
60%	30%	8%	0%	3%
24	12	3	0	1

16. Si tuvieras una herramienta que te ayudara a entregar los proyectos a tiempo la utilizarías, ¿en qué porcentaje de tus obras la utilizarías?

100 %	75 %	50 %	25 %	0 %
73%	23%	3%	0%	3%
29	9	1	0	1

17. ¿Qué porcentaje de conocimiento tienes de *Last Planner System*?

100 %	75 %	50 %	25 %	0 %
15%	25%	5%	8%	48%
6	10	2	3	19

19. Utilizarías una herramienta que garantice el cumplimiento de los tiempos, costos y utilidades.

100 %	75 %	50 %	25 %	0 %
80%	8%	8%	0%	5%
32	3	3	0	2

Tabla 3, Tabla de resultados encuesta, parte 3 de 9

2. ¿Qué tipo de planeación de obra utilizas?		
Project	Reuniones	Subcontratación
Ruta Critica	Cpm Com Gantt	Juntas Antes De Iniciar El Proyecto Para Ver Tareas Críticas Con El Personal Involucrado Y Juntas Semanalmente, Esto Se Realiza Con El Fin De Respetar El Programa De Obra
Cronogramas De Volumen Y Equipos	No Es De Obra, Pero Sí Determinamos Pasos A Seguir Y Tiempos	Hago Un Programa De Obra Para Presentar En Las Lictaciones Pero Una Vez Que Logramos Conseguir La Obra, El Director Y Gerente Definen Residentes Y Superintendente Después Estos Definen El Equipo De Trabajo Y Hacen Un Programan De Obra Real
No Se Utiliza Formalmente Ningún Método En Particular; Además, No Todas Las Obras Se Planean Con Igual Grado De Detalle.	Programación De Obra (Gantt Y Cpm)	Nomima
Ninguna	Tradicional Con Programa De Obra Y Ruta Critica	Cobrado Contra Estimado
Planeacion Operativa	Control De Obra	Organigrama Y Calendarios
Presupuestos Y Tiemíos De Entrega.	Planeación Tradicional. Se Planea Antes De Iniciar Cualquier Proyecto Y Pones Objetivos	La Tradicional , Al Inicio De La Obra
En Base A Nuestra Planeación Estratégica Y Financiera Programamos Nuestras Obras.	Planeo Con Neodata Y Project De Microsoft	Calendario De Entregas
Un Simple Excel Con Diagramas De Gantt	No Utilizo Planeación De Obra	De Alcance, Costos, Tiempos, Calidad, Riesgos, Compras, Rrhh, Comunicaciones, Etc...
Microsoft Project	Programa De Obra	Apenas Estamos Implementando Un Nuevo Sistema
Planeación Y Balanceo De Personal Y Recursos; Elaboración De Plan De Obra Y Calendario De Trabajo Mediante Cpm; Y Seguimiento, Supervisión Y Evaluación Del Desempeño Mediante Eva.	Diagramas De Barras	Semanal-Quincenal
Programa De Obra, Presupuesto De Venta Vs Presupuesto Base, Programa De Contrataciones.	Project (Avances En Base A Las Partidas)	Calendario De Obra
Ultimo Planificador Convencional	Diagrama De Gantt	Solo Programas De Obra

Tabla 4, Tabla de resultados encuesta, parte 4 de 9

4. ¿Cuáles son las técnicas de planeación de obra que conoces?		
Pert, Cpm, Gantt, Montecarlo	Cpm Gantt	Ruta Crítica, Diagrama De Gant
Ultimo Planificador, Ruta Critica, Cpm, Barras De Gantt, Pert	Recursos, Tiempos, Actividades	Excel
Cronogramas, Ruta Crítica	Gantt Y Cpm	Cobrado Contra Estimado
Último Planificador, Planeación General Con Diagramas De Gantt En Ms Project	Como Nombre No Las Se Como Funcion Ruta Critica De Acuerdo A Un Tiempo Determindo	No Muchas
Ninguna	Ninguna	Planeación De Obra Al Inicio Del Proyecto Y Planeación Semanales Parciales
Tener Metas Específicas	Tradicional , Last Planner System	Calendario De Obra
Matrices De Precios Unitarios	Por Rendimientos.	Project
Project, Wbs, Cpm, Estados Financieros, Gantt, Cronograma, Last Planner, Diagrama De Velocidades, Pert Y Analisis De Los Requisitos Legales Aplicables Al Iso (Calidad, Ambiental Y Seguridad)	Programa De Obra	No Aplica
Flujo De Caja	Por Avance	Personalizada,,Operativa,,Estratégica,, Normativa
Gantt	Diagramas De Barras, Ruta Crítica, Red De Precedencias	Pmi, Lean Construction (Last Planner System, Método De Compromisos Racionales)
Cpm, Lob Y Ultimo Planificador.	Diagrama De Barras, Ruta Crítica, Y Pert Pero Ese No Recuerdo Bien Como Era	Proyect, Navis Dos Tres
Last Planner, Project	Diagrama De Flujos, Gráfica De Gant	No Recuerdo
Ultimo Planificador, Cpm	Simulaciones, Árboles De Decisiones, Diagrama De Gantt, Lluvia De Ideas	Lean
Gantt, Cpm,		

Tabla 5, Tabla de resultados encuesta, parte 5 de 9

6. ¿Cuáles son los controles que utilizas?		
Indicadores De Rendimientos, Personal, Valor Ganado, Avance De Obra	Último Planificador	Utilizamos Erp Para Llevar Un Mejor Control (Neodata, Antes Utilizaba Enkontrol)
Control De Calidad, Tiempo, Y Dinero	N/A	Se Lleva Control En Las Nóminas Pero Materiales, Maquinaria E Indirectos No Hay Un Formato O Herramienta De Control Y Cada Quien Trata De Hacerlo Como Cree Que Es Correcto
De Volumen Y Costos	Con El Programa De Obra Y El Catalogo De Conceptos Comparamos Lo Programado Contra Lo Realizado En El Tiempo Estimado Y Lo Que Ya Tenemos Facturado	Programas
Materiales, Mediante Estimaciones Volumétricas. Mano De Obra, Mediante Reportes Breves Del Residente En Los Que Describe Aproximadamente Cuánto Avance Calcula Que Lleva El Proyecto, Y Si Espera Que Haya Alteraciones En El Calendario	Costo Consumo De Nateriales Y Mano De Obra	Gastado Contra Cobrado
Ninguna	En Procesos Y Economicos	No Uso
Ejecucion	Control De Egresos E Ingresos Y Cuanto Se Está Gastando Y Ejecutando De Acuerdo A Lo Invertido En La Obra	Control De Almacenes Y Control De Indirecto
Cáalidad Rendimiento Costo	Programa Personal De Excel Y Project	Ninuno
Utilizamos Los Formatos Que Generan Las Técnicas De La Planeación.	Control De Costos, De Planos, De Estimaciones Y De Desviaciones De Obra	Project
En Cuanto A Control De Pagos Se Realiza Con Estmaciones Semanales Y En Cuanto A Control De Calidadse Controla Con Un Supervisor De Calidad.	Por Avance	Líneas De Balance
Microsoft Project	Gannt Y Control Físico Financiero	Programación De Obra, Programación Suministro De Recursos.
Cada Semana Se Hace Un Análisis Del Avance De La Obra Y Se Compara Contra Lo Planeado, De Igual Manera Se Hacen Planes A Corto Y Mediano Plazo.	No Se A Qué Tipo De Control Se Refieren. Pero Si Es Control De Programas Que Uso Sería Project Y Excel. Y Pues Se Controla La Obra Con Lo Que Se Tiene De Avance Contra Lo Que Se Debería Tener	Solo Contabilizo Materiales Según Pagos
Materiales, Subcontratos, Contratos,	Ninguno. Es Proyección Y Supervisión	Generales, Específicos,Fundamentales
Ahorita No Hay Uno Formal Todavía	Insumos, Avance, Gastos	Last Planner, Evm, Etc...
Control De Obra Y Administrativo		

Tabla 6, Tabla de resultados encuesta, parte 6 de 9

7. ¿Cuáles son la técnicas de control de obra que conoces?		
-	Lps Gantt con hitos	Método de ruta crítica
En la empresa utilizamos el "Project Center" para controlar todos los aspectos de obra	Last planner, ruta crítica, construcción lean, BIM	No conozco
Usar un programa project y en excel el uso de formatos	No se los nombres	Ninguno
Último planificador,	Como tales no se	CONTROL DE COSTOS
Ninguna	Ninguna	Calendarios
Ninguna	Manejamos recortes semanales de avance real, ejecutado y estatus de cobro al cliente	Medir lo que llevamos gastado y lo que queda en el almacén
Calendarizacion	Solo las anteriores.	Ninguno
Last Planner, Lean constrction, Gráficos de Control, herramientas de calidad total.	Desconosco	Primavera , Project
NO CONOSCO	Por avance	Lineas de Balance
Diagrama físico de gannt con post its en muro, juntas semanales con los contratistas, pactano objetivos a nivel semanal	Control físico financiero	avance físico, avance financiero.
EVA y estimaciones.	No entiendo bien la pregunta, pero se controla la obra en base a los avances que se deben tener alcanzados y al presupuesto de venta	ultimo planificador, programa de obra.
Tablero de Planeación de Costos, Tablero de Planeación de Proyectos, Programa de Obra.	Calendario de obra	Diagrama de barra,curvas de producción acumuladas,metido de ruta crítica,
no recuerdo	BIM, proyect.	LAST PLANNER, EVM, ETC...
Legislaciones, reglas de operación, disposiciones, etc.		

Tabla 7, Tabla de resultados encuesta, parte 7 de 9

8. En dado caso de no realizar control de obra, ¿cómo cobras por tus avances?		
Negociando	Por Administración	Por Medio De Generadores De Avance Ejecutado
Por Estimaciones	N/A	Estimaciones
Se Debe De Llevar, Pero Si No Fuera El Caso Solamente Que Sea Por Administración	Estimaciones	Estimaciones
Se Acuerda Con El Cliente El Pago Por Etapas. Es Común Hacer Esto En Obras Pequeñas, O En Obras Donde El Anticipo Fue Muy Grande Y Se Cobra El Total En Dos O Tres Exhibiciones En Momentos Arbitrarios.	Con Estimacion Sobre Obra Ejecutada	No Aplica
Ninguna	Estimaciones	Por Estimación Mensual
Es Necesario	Si No Llevas Control . Cobrarías De Acuerdo El Flujo Que Tengas O Necesites	Cobro De Acuerdo Al Avance Que Llevo En La Obra
Estimaciones	Si Lo Realizo.	Estimaciones
N/A	N/A	Aranceles
Si Hago Control De Obra	Estimaciones	Estimaciones Por Conceptos.
Generadores	Si Se Realiza	Por Medio De Estimaciones
Si Hacemos Control De Obra.	Porcentaje De Avance Real Es Lo Que Se Va Cobrando (Presupuesto De Venta)	Si Realizo Control
N/A	Proyecto Y Supervisión Quincenal De Trabajo Hecho Según Los Planos Ejecutivos	Por Estimaciones En Excel
Según Aranceles Marcados En Carso	N/A	Avances
Corte Quincenal, Y Este Tiene Que Coincidir Con El Avance Físico Real Vs Avance Financiero,		

12. En el caso que no planeas tú obra porque no lo realizas.		
Si Se Planea Las Obras En Mi Caso	Planeo, Pero De Lo Teórico A Lo Practico Suele Ser Muy Diferente Y Realmente En El Momento Tomo Decisiones	Por Estar Fuera De La Ciudad
Porque Es Muy Corta, O Por Que Es Muy Sencilla Y Hay Suficiente Tiempo Para Realizarla Cómodamente.	Si Lo Realizo	No Se Cuenta Con Algún Sistema Sencillo
No Es Mi Jiro	Falta De Conocimiento	E Eso De Trabajo
Por No Conocer	Si La Planeo.	Si Planeo
Por Urgencias De Parte De Nuestros Clientes.	N/A	Porque No Hay Un Control Todavía
No Se Realiza Por Qué No Se Valora Lo Importante Que Es Planear Una Obra	N/A	Falta De Tiempo
N/A	Otra Empresa Hace Los Márgenes	Proyecto
No Aplica		

\*NOTA: El resto de los encuestados no contestaron ya que sí planean sus obras.

Tabla 8, Tabla de resultados encuesta, parte 8 de 9

18. Utilizarías una herramienta que requiere que el maestro de obra o el encargado de los proyectos te realice ajuste en la planeación.		
Si	No	Si
Si	Sí	Si
Si	Si	Si Porque Ellos Tienen Experiencia De Estar En Obra Y Pueden Ayudar Con Sus Cambios
No Entiendo La Pregunta.	Si	Si
Ninguna	Si	Si
Si	Si Claro	Si
Si	Solo Para Optimizar Tiempos	Si
Bajo Previa Autorización Del Gerente De Operaciones, Administración Y/O Dirección.	Encargado De Proyectos	Si Lo Utilizaria
Si	Tal Vez	Si
Si	Si Ayuda Yo Creo Que Si	Si
Si La Usamos.	Si	Si
Si	Project	La Utilizo
Si	Si	Si
Si		

Tabla 9, Tabla de resultados encuesta, parte 9 de 9

20. En tu experiencia, ¿cuáles crees que sean las principales razones por las que se retrasan las obras?		
Cambios En El Proyecto O Cambios En Las Prioridades Del Cliente	Las Planeaciones Alejadas De La Realidad	Retrazos En Suministros
Mala Planeacion.	Falta De Planeación Y Control, Y Dejar Poco Tiempo Y Recursos Para Contingencias	No Hay Una Planeación Ni Control De Tiempos.
Mala Planeación Y Falta De Proyectos	Mala Programación Y No Usar Buffers De Tiempo En Las Tareas Críticas	Retraso En El Flujo De Recursos Económicos
El Constructor-Integrador Del Que Dependemos No Coordina Adecuadamente Sus Trabajos Y Limita Excesivamente Nuestro Acceso Al Área De Trabajo; Hay Errores En Suministros De Material Y Equipo; Se Modifican Los Alcances Continuamente Y Es Necesario Hacer Retrabajos -- (Por Cierta, Están Mal Hechas Varias Preguntas, O Las Opciones No Dan Oportunidad De Dar Respuestas Alternativas)	La Falta De Un Proyecto Ejecutivo Pero Lo Que Es Ejecutivo Esto Implica Ya Todo Bien Estudiado Ya No Hay Sorpresas	Mala O Nula Planeación
Ninguna	Por Mala Planeacion En El Sistema	Por Falta De Control
Por Una Mala Planeacion	Falta De Planeación Y Flujo	Cambio De Proyectos, Falta De Seguimiento A La Planeacion Inicial, Falta De Responsabilidad Del Responsable De Obra
Falta De Proyecto Cambio De Proyecto Entregas De Materiales	Por Falta De Experiencia Al Planear.	Tiempos Muertos
La Falta De Conocimientos Administrativos Y Falta De Aplicación De Sistemas Internacionales Para La Estandarización.	Falta De Flujo.	En Mi Ámbito (Obra Pública Principalmente Trabajamos Para Sct Y Capufe) Es Por Cambios En El Proyecto Estructural Y Precios No Contemplados En El Catálogo Ya Que Nosotros Trabajamos Con Lo Que Nos Proporciona La Dependencia En La Convocatoria De Licitación
Por La Falta De Mano De Obra Y El Atraso De Los Materiales	Techo Financiero	Pagos
Mala Planeación, Control Y Seguimiento Cuando Comienza La Obra	Mala Planeación Financiera	Falta De Flujo, Cambios Por Parte Del Cliente
Falta Compromiso Por Parte De Todas Las Personas Involucradas En La Obra Para Llevar A Cabo Los Planes.	Contratistas Cambian Y Pagarles A Todos A Tiempo También Es Difícil. Una Construcción Depende De Muchas Personas Y Por Ello Es Difícil Organizarse Para Que No Exista Cuello De Botella	Mala Organización Y Falta De Compromiso En El Personal Que Labora
Por Falta De Información Necesaria Para Ejecutar (Proyecto, Estudios Preliminares), Por Falta De Flujo De Efectivo	Entrega De Material Y Empalme De Actividades	Falta De Materiales
Falta De Planeación Y No Conocer Los Rendimientos	Flujo De Efectivo Y Falta De Especificaciones En El Proyecto	Planeación
Compra De Materiales , Control De Compras, Cambios De Proyecto		

### 3.4 Modelo de Avance Último Planificador

A continuación, presentamos el modelo a utilizar para el control de la obra a través del Sistema del Último Planificador

El método cuenta de los siguiente 5 pasos, los mismos que serán implementados en un caso de estudio como fue mencionado desde los alcances y limitaciones de la investigación.

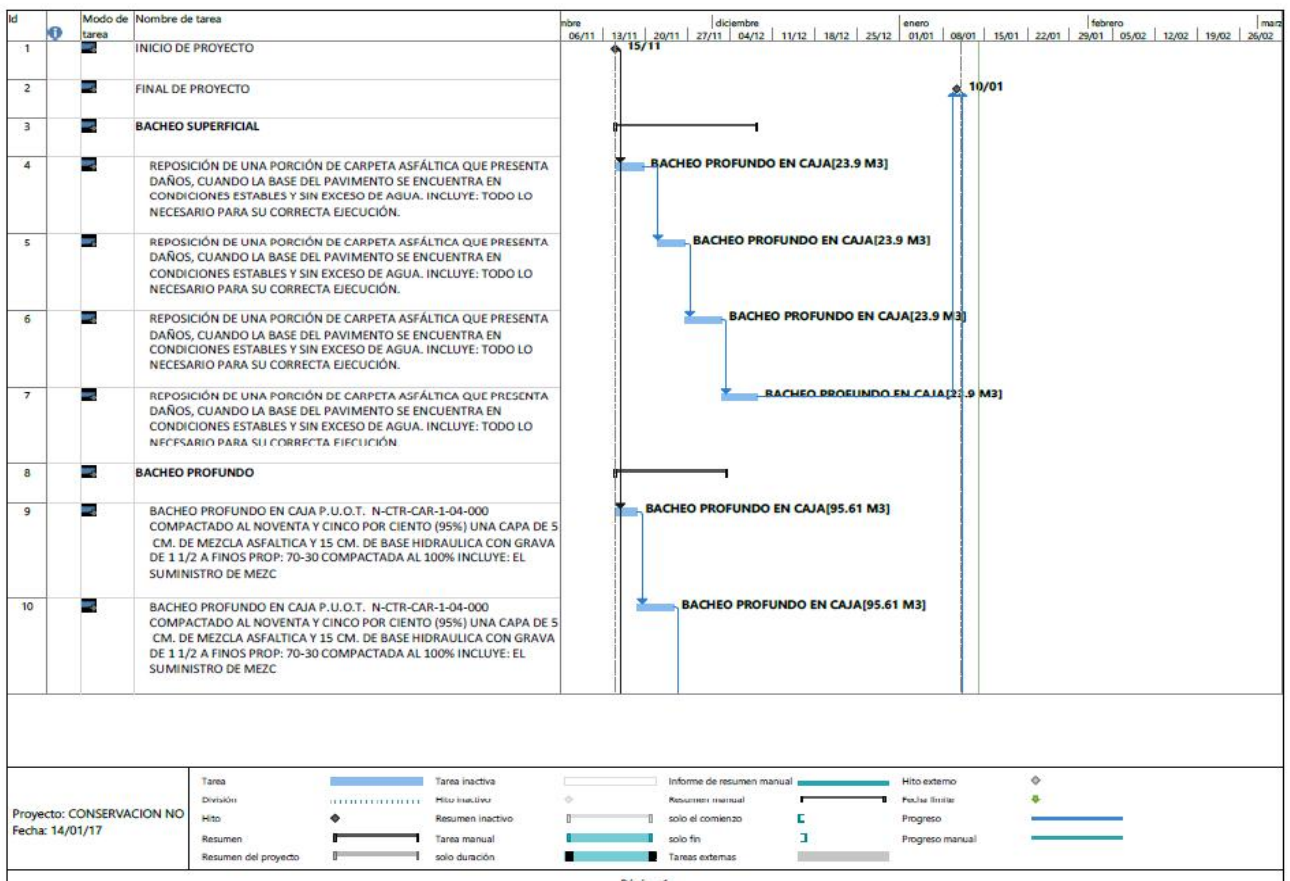
1. Elaboración de programa de obra.
  - a. Microsoft Project.
  - b. Establecer línea base.
  - c. Recursos.
2. Elaborar programa de actividades semanales.
3. Inicio de Proyecto en Campo (fecha de control).
4. Control de obra.
  - a. Semana a semana los avances de obra.
  - b. Se establecerá los avances y sus respectivos retrasos.
5. Elaboración de diagramas de control de obra.
  - a. Gráfico de Avances “Planeado vs Ejecutado vs Retraso”.
  - b. Gráfico de Porcentaje de Avance Completado.
  - c. Causa efecto de retraso por actividades.

### 3.5 Elaboración de programa de obra

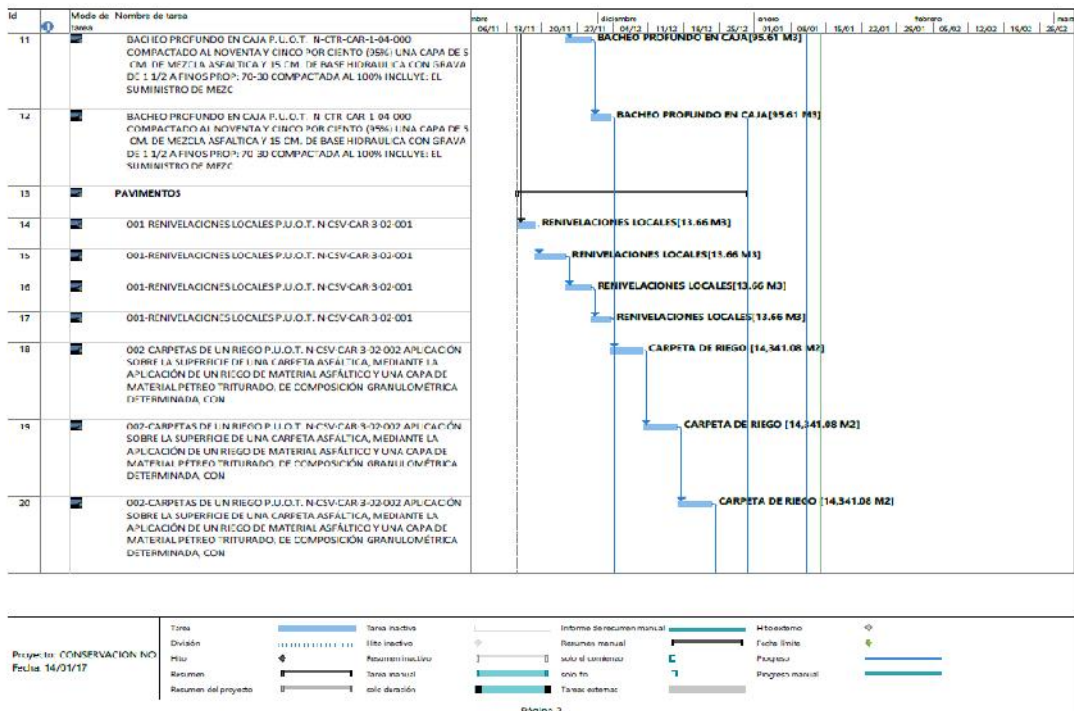
#### 3.5.1 Programa de obra, en Microsoft Project®

El primer paso es elaborar el programa de obra de acuerdo a los conceptos que tenemos en nuestro contrato o catálogo de conceptos. El cual, lo elaboramos en el Programa *Microsoft Project 2013*®.

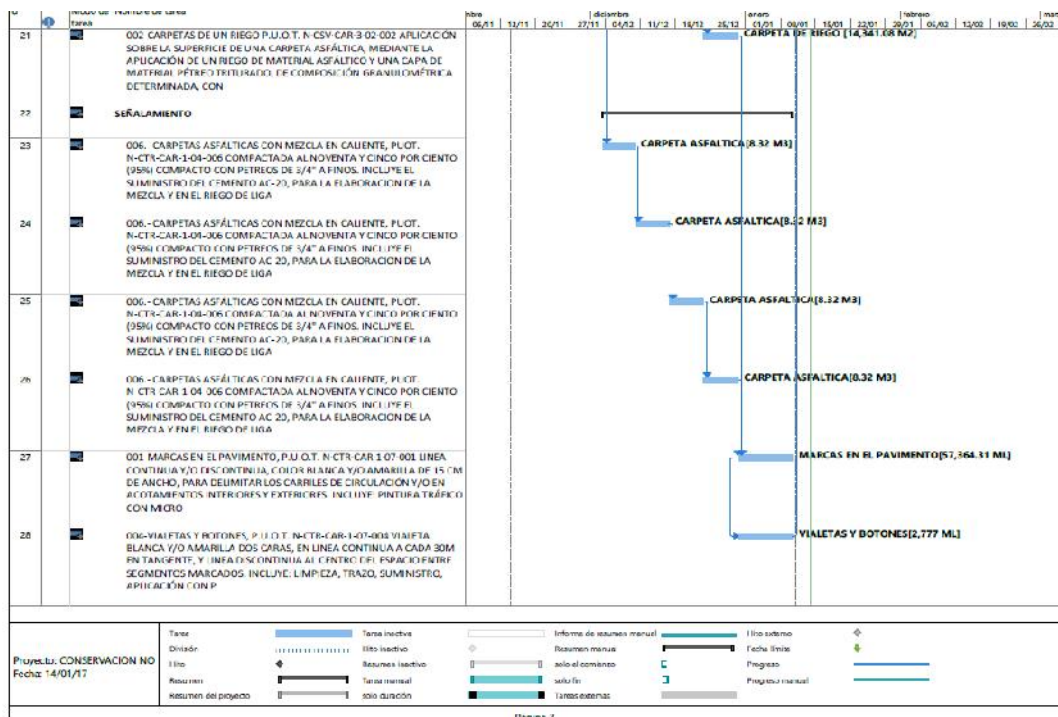
El programa de obra queda de la siguiente manera (Gráfica 13, 14, 15):



Gráfica 13, Programa de obra original, MS-Project, hoja 1



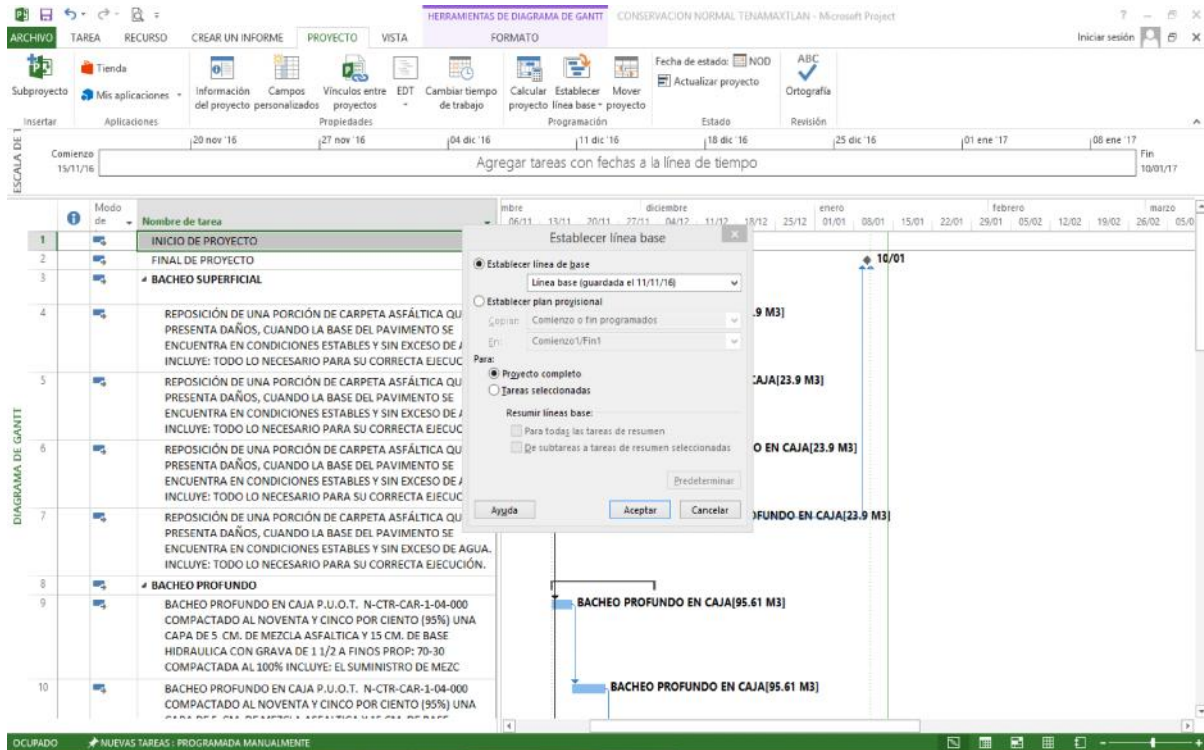
Gráfica 14, Programa de obra original, MS-Project, hoja 2



Gráfica 15, Programa de obra original, MS-Project, hoja 3

### 3.5.2 Establecer línea base

Una vez que se carga el programa de obra en el programa Project, se establece una línea base la cual nos sirve para establecer el punto de partida del proyecto(Gráfica 16).



Gráfica 16, Establecer línea base

### 3.5.3 Recursos de obra

Lo siguientes es cargar los recursos a nuestro programa de obra (Gráfica17 y 18):

ID	Nombre del recurso	Tipo	Etiqueta de	Iniciales	Grupo	Capacidad	Tasa	Tasa Horas	Costo hora	Acumulado	Costo diario	Código	Agregar nuevo costo
1	REPOSICION CARPETA	Material	M3	R			\$3,278.53		\$3,278.53	Priorizado			
2	BACHEO PROFUNDO EN CAJA	Material	M3	B			\$1,202.91		\$1,202.91	Priorizado			
3	RE-NIVELACION EN ESCALAFES	Material	M3	K			\$4,444.00		\$4,444.00	Priorizado			
4	CARPETA DE RIEGO	Material	M2	C			222.56		222.56	Priorizado			
5	CARPETA ASFALTICA	Material	M3	C			\$3,191.15		\$3,191.15	Priorizado			
6	MARKAS EN HERRAMIENTAS	Material	M3	M			\$8.11		\$8.11	Priorizado			
7	VIALETTAS Y BOTONES	Material	ML	V			550.76		550.76	Priorizado			

Gráfica 17, Hoja de Recursos MS-Project

Nombre de tarea	Comienzo real	Fin real	% completado
1 INICIO DE PROYECT	NOD	NOD	0%
2 FINAL DE PROYECT	NOD	NOD	0%
3 BACHEO SUPERFICI	15/11/16	NOD	77%
4 REPOSICION DE L	15/11/16	19/11/16	100%
5 REPOSICION DE L	22/11/16	26/11/16	100%
6 REPOSICION DE L	26/11/16	02/12/16	100%
7 REPOSICION DE L	02/12/16	NOD	9%
8 BACHEO PROFUNDO	15/11/16	NOD	27%
9 BACHEO PROFUNO	15/11/16	18/11/16	100%
10 BACHEO PROFUNO	18/11/16	NOD	6%
11 BACHEO PROFUNO	NOD	NOD	0%
12 BACHEO PROFUNO	NOD	NOD	0%
13 PAVIMENTOS	NOD	NOD	0%
14 001-RENNELACI	NOD	NOD	0%
15 001-RENNELACI	NOD	NOD	0%
16 001-RENNELACI	NOD	NOD	0%
17 001-RENNELACI	NOD	NOD	0%

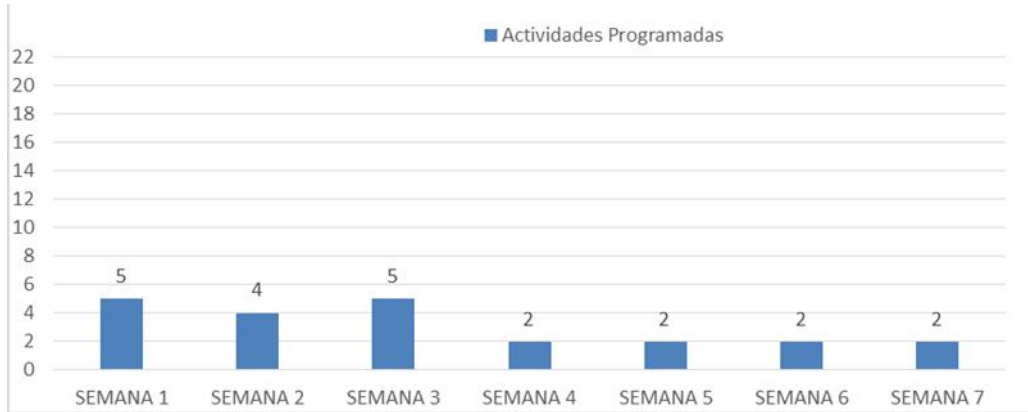
  

Nombre del recurso	Propietario de asignar	Unidades	Costo
REPOSICION CARPETA		23.0 M3	\$81,585.60

Gráfica 18, Cargar Recursos Partida MS-Project

### 3.5.4 Elaborar programa de actividades semanales.

Se elaborará un programa de actividades semanal (Gráfica 19)



Gráfica 19, Gráfica inicial de actividades planeadas por semana

### 3.5.5 Flujo de caja (Tabla 10)

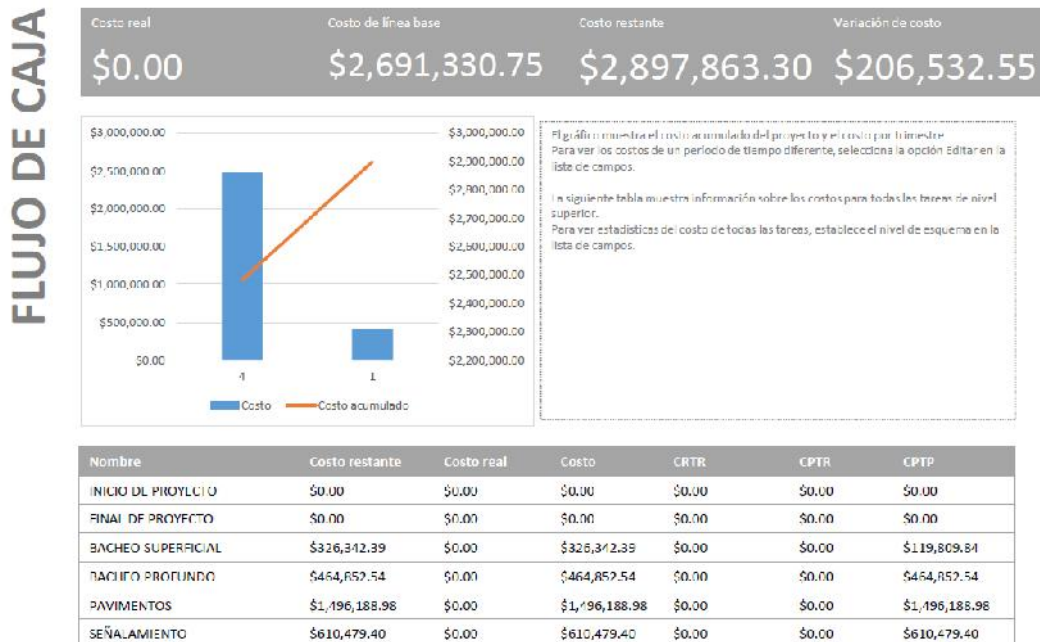
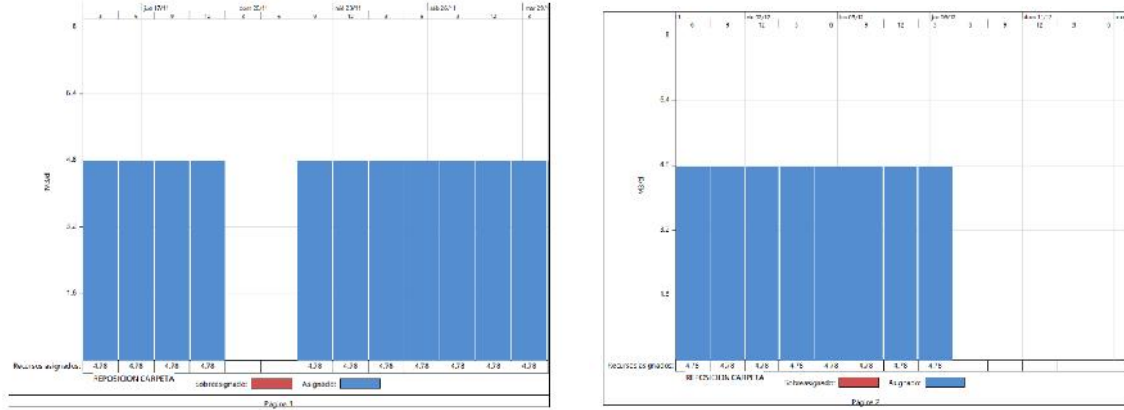


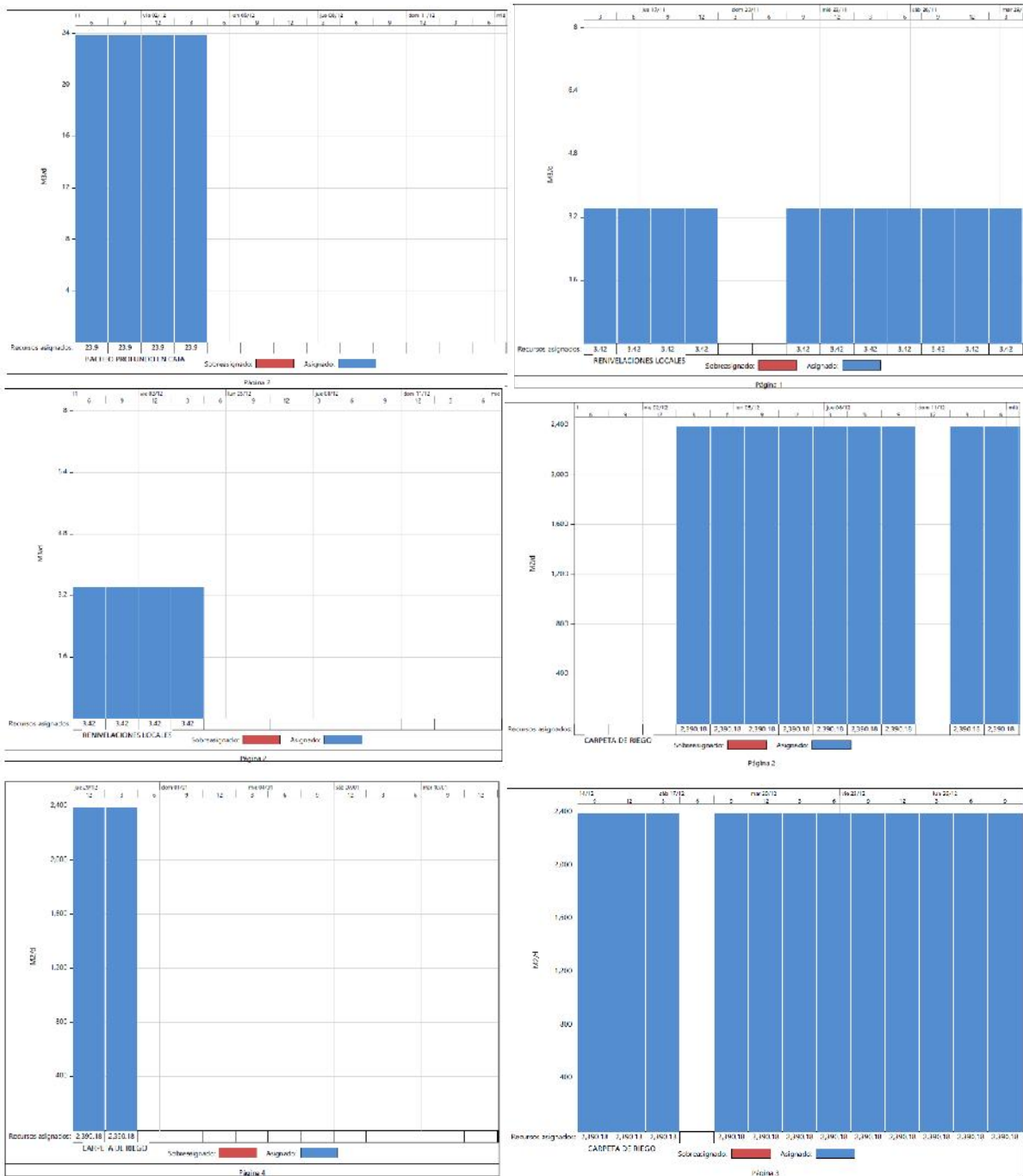
Tabla 10, Flujo de Caja

### 3.5.6 Gráfica de uso de recursos.

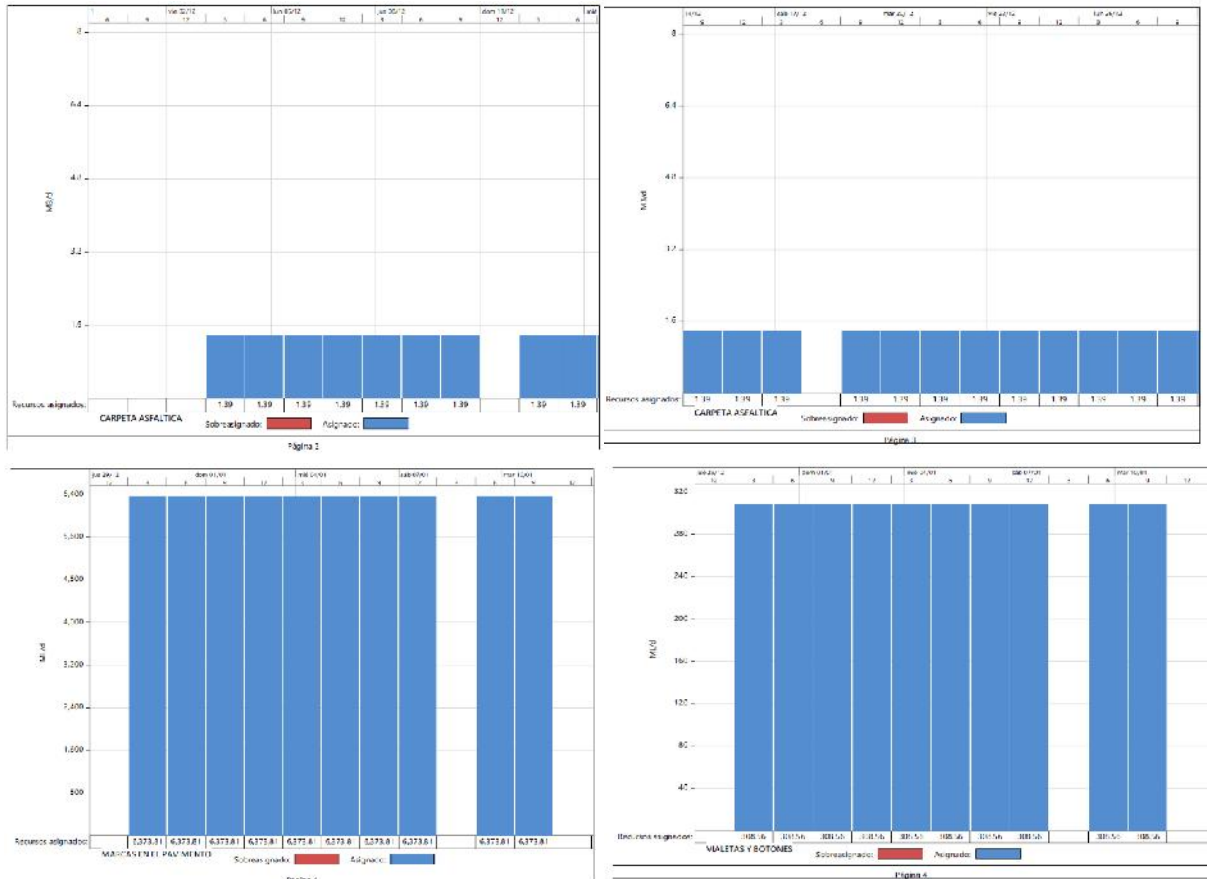
Listado de requerimiento de recursos semanales (Gráfica 20, 21 y 22).



Gráfica 20, Uso de Recursos 1 de 3



Gráfica 21, Uso de Recursos 2 de 3



Gráfica 22, Uso de Recursos 3 de 3

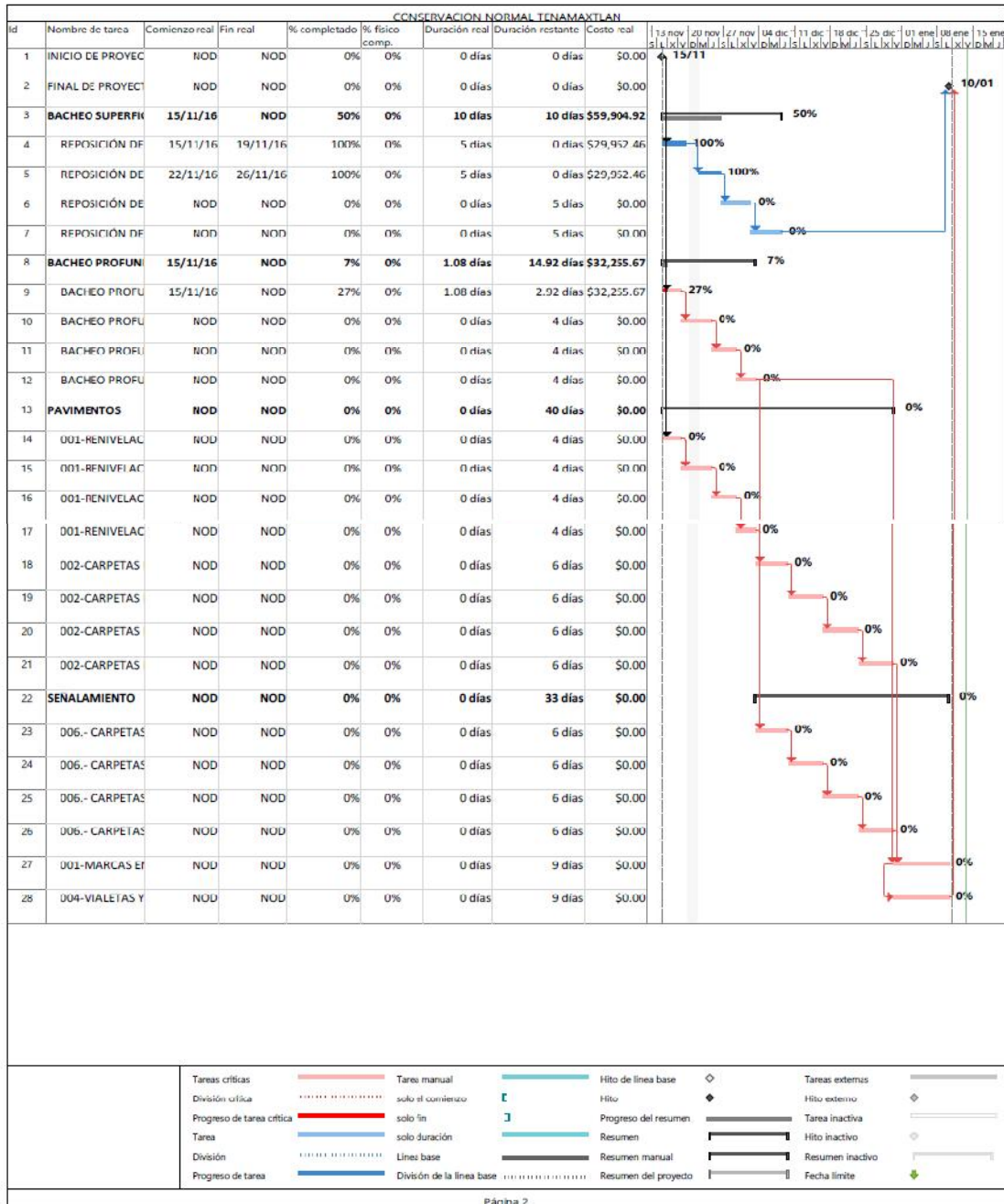
### 3.5.7 Inicio de Proyecto en Campo (fecha de control).

El inicio del proyecto fue el día 11 de noviembre de 2016, la que será nuestra fecha de control.

### 3.5.8 Control de obra.

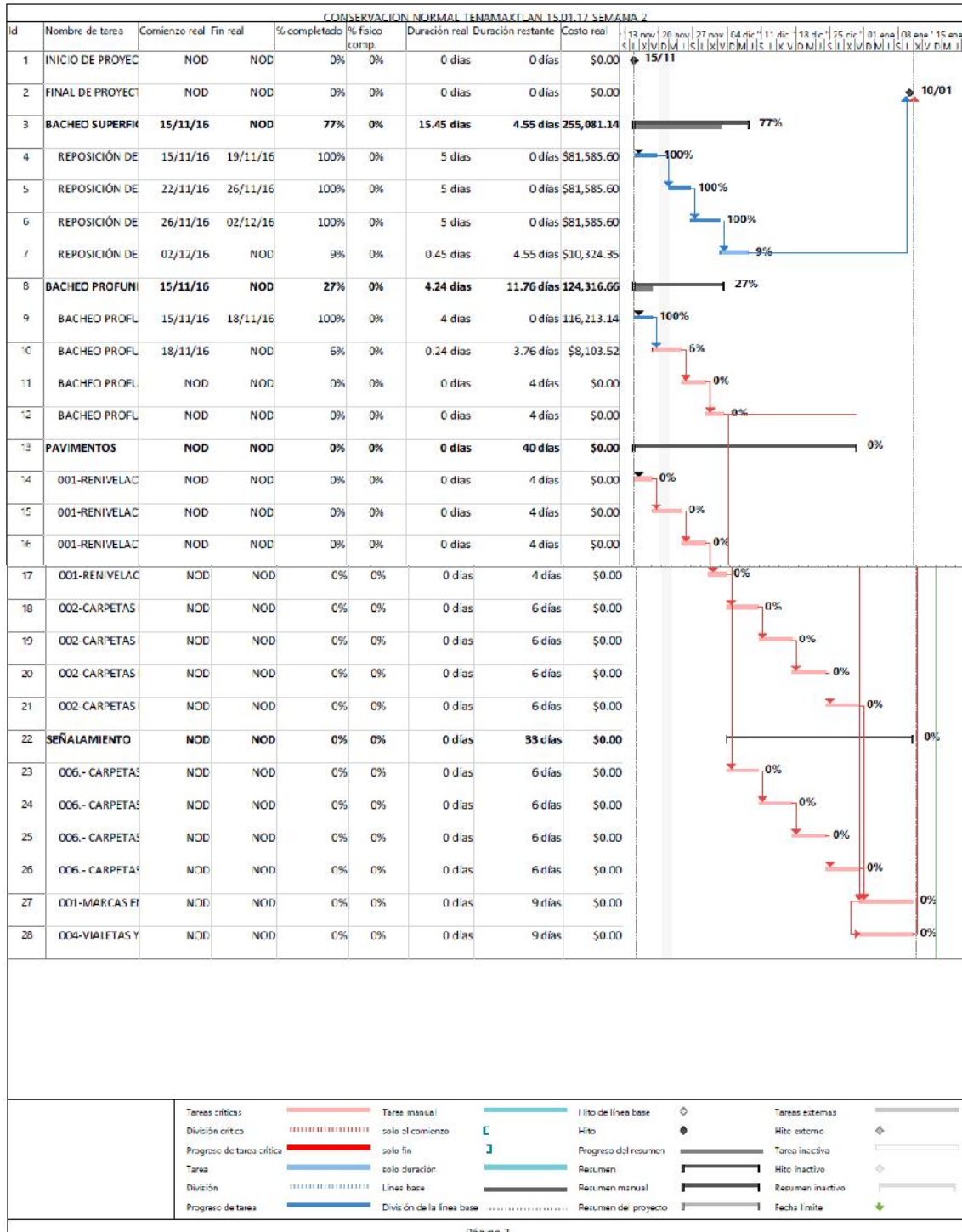
- Semana a semana los avances de obra (Gráfica 23, 24, 25 y 26).
- Se establecerá los avances y sus respectivos retrasos.

# SEMANA 1



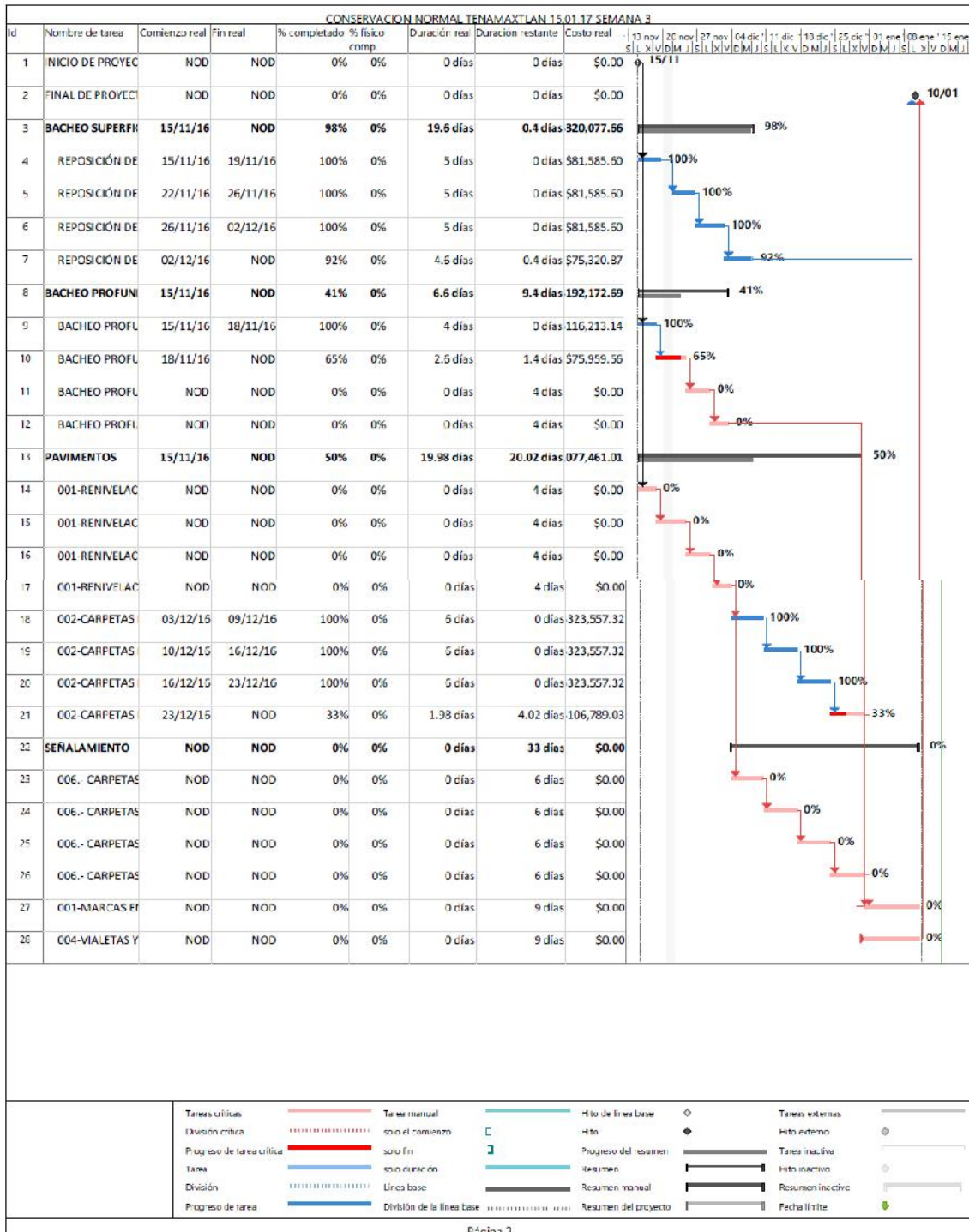
Gráfica 23, Control de obra semana 1

SEMANA 2



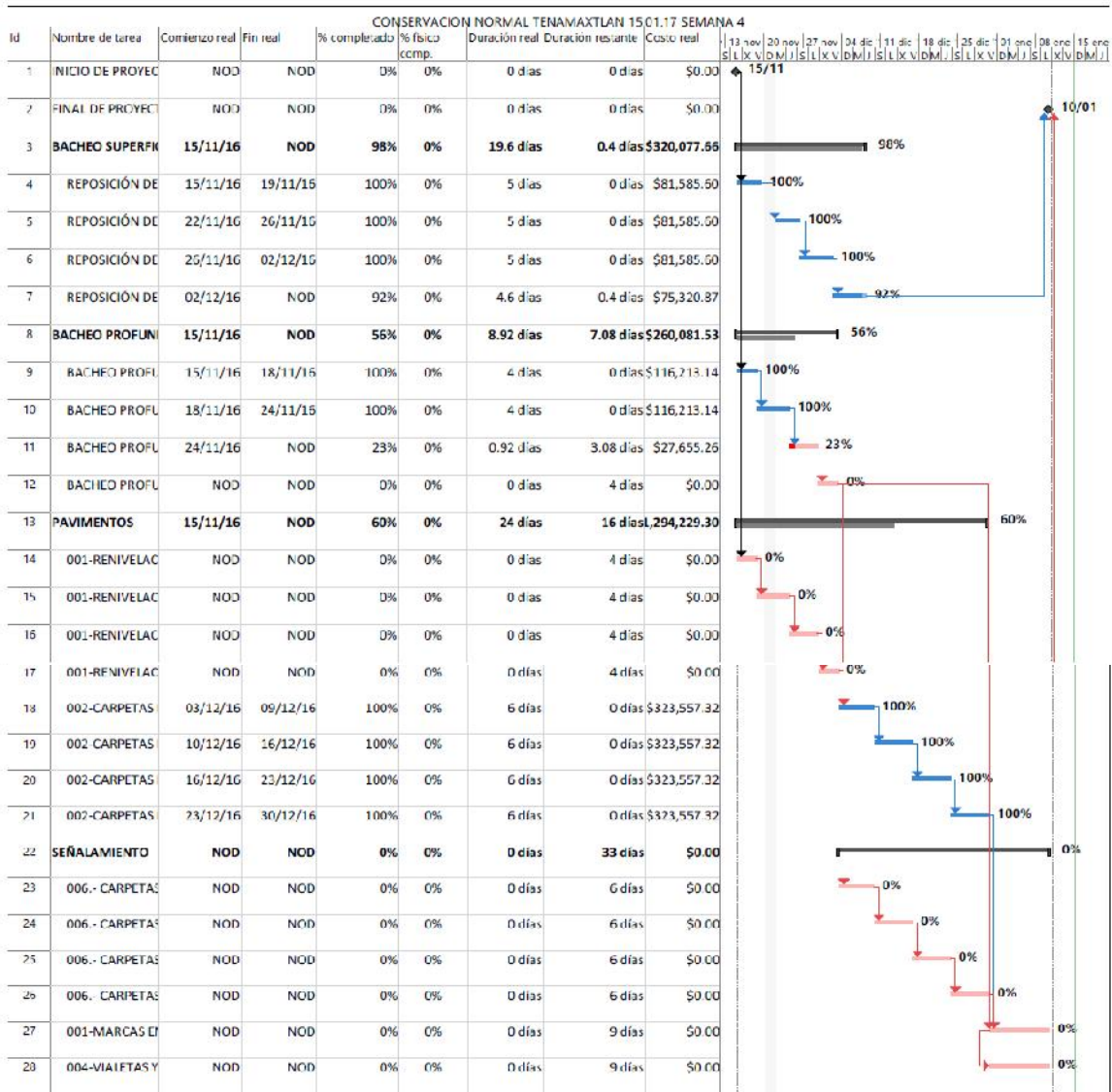
Gráfica 24, Control de obra semana 2

### SEMANA 3



Gráfica 26 Control de obra semana 3

# SEMANA 4



Tareas utilitas	Tarea inactiva	Hito de línea base	Tareas externas
División crítica	solo al comienzo	Hito	Hito externo
Progreso de tarea crítica	solo fin	Progreso de resumen	Tarea inactiva
Tarea	solo duración	Resumen	Hito inactivo
División	Línea base	Resumen manual	Resumen inactivo
Progreso de tarea	División de la línea base	Resumen del proyecto	Fecha límite

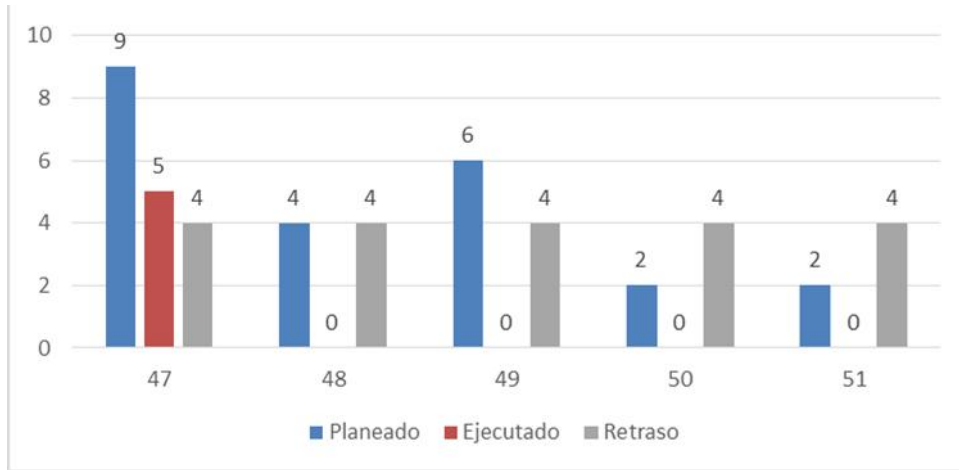
Página 2

Gráfica 27 Control de obra semana 4

### 3.5.9 Elaboración de diagramas de control de obra.

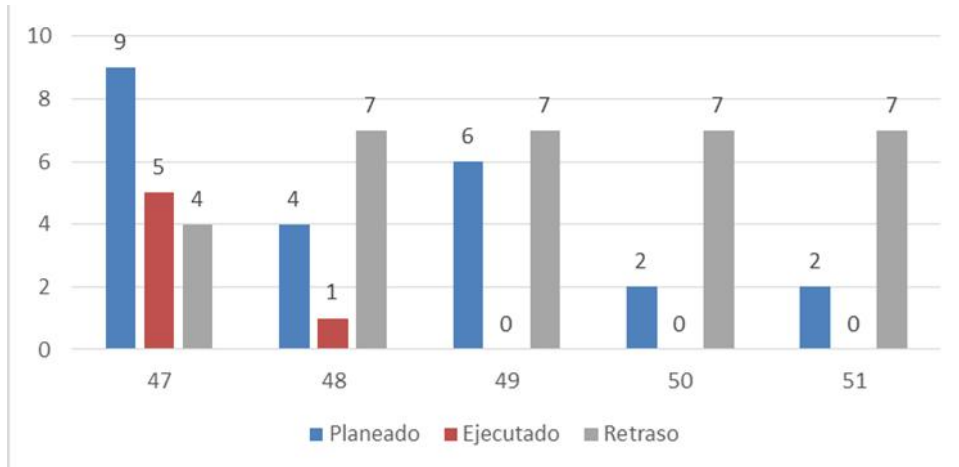
a. Gráficos de Avances “Planeado vs Ejecutado vs Retraso” (Gráfica 27, 28, 29 y 30)

Semana 1 (Inicio proyecto sin implementación)



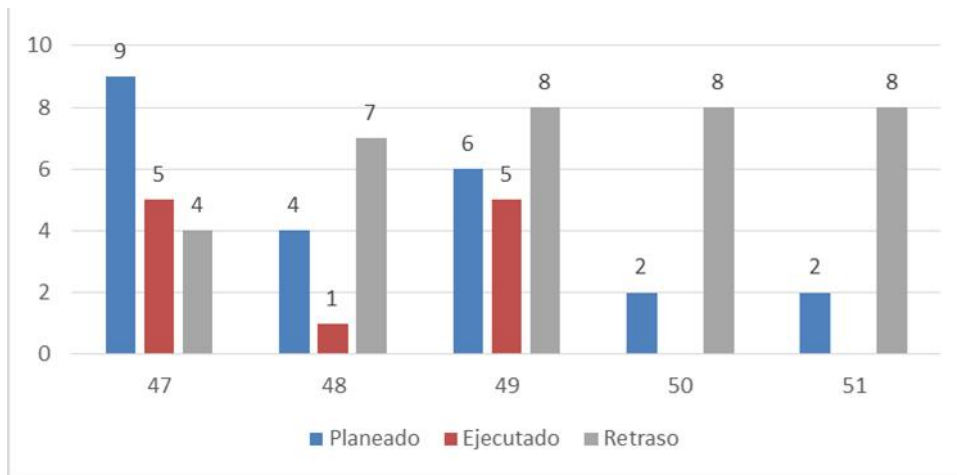
Gráfica 28, Avance Planeado vs Ejecutado vs Retraso semana 1

Semana 2 (Sin implementación)



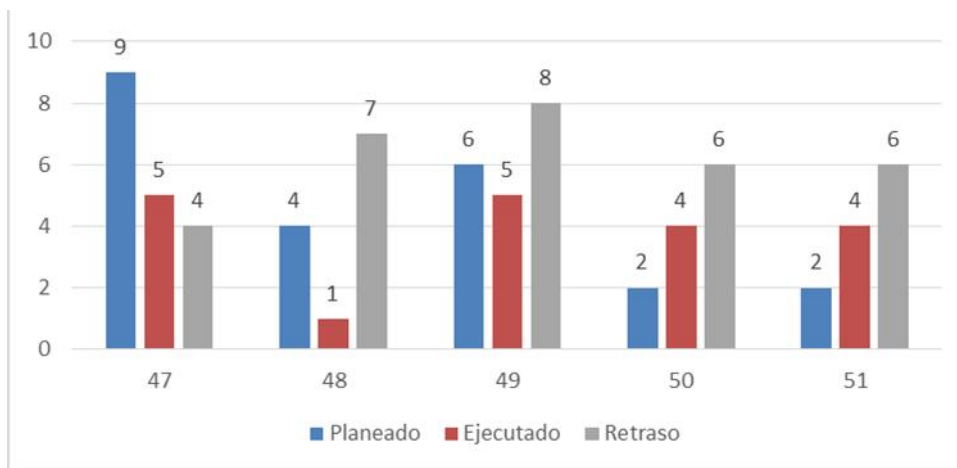
Gráfica 29, Avance Planeado vs Ejecutado vs Retraso semana 2

### Semana 3 (Semana de implementación de sistema LPS)



Gráfica 30, Avance Planeado vs Ejecutado vs Retraso semana 3

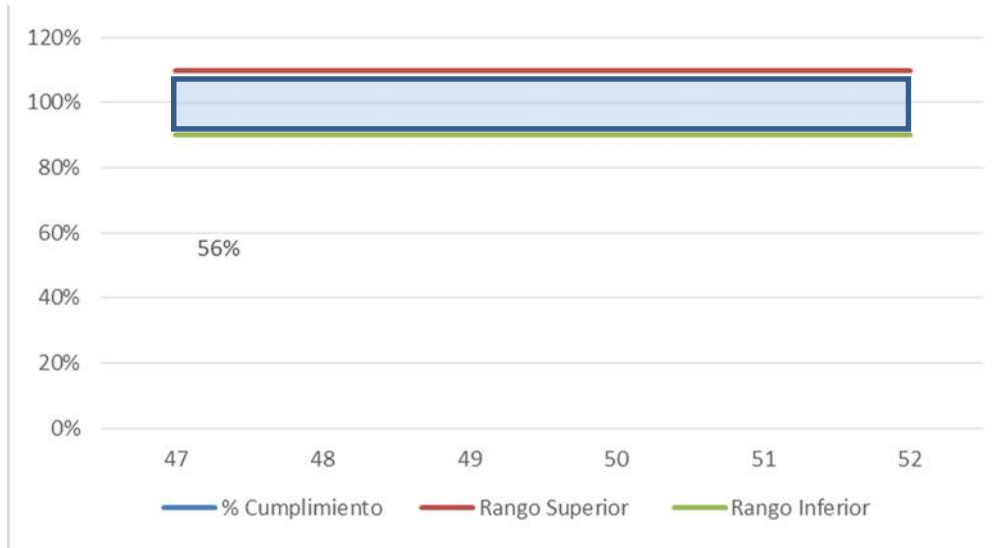
### Semana 4 (Sistema implementado en esta semana)



Gráfica 31, Avance Planeado vs Ejecutado vs Retraso semana 4

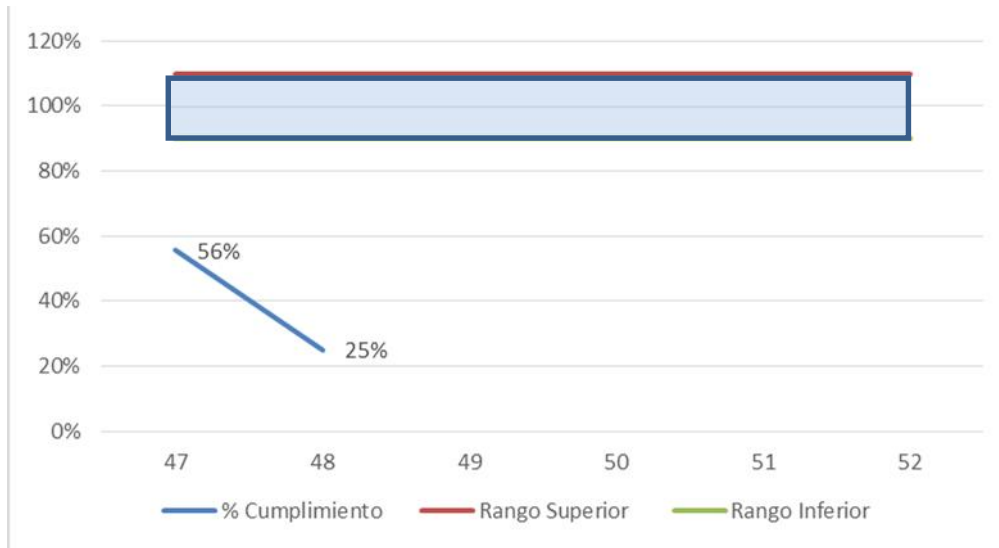
b. Gráfico de Porcentaje de Avance Completado (gr. 31, 32, 33 y 34).

SEMANA 1 (Rango de control del 90% al 100%, como lo indican para sistemas de producción)



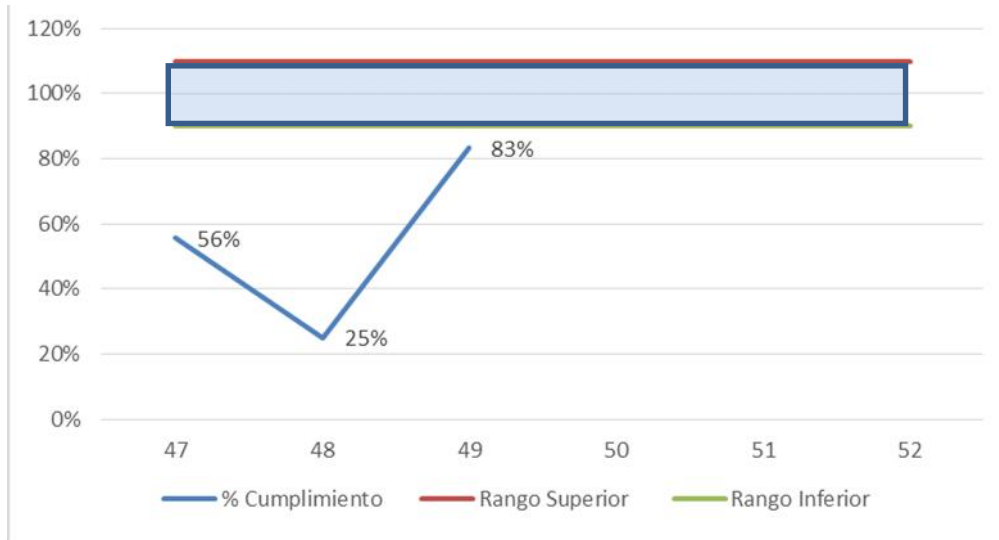
Gráfica 32, Porcentaje de Avance Contemplado semana 1

SEMANA 2 (Se continua sin implementar el sistema LPS)



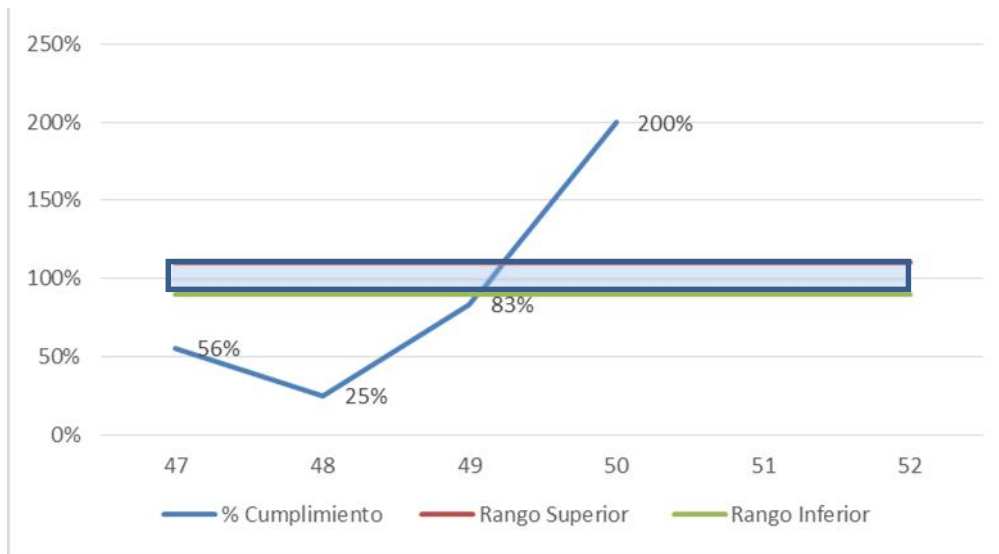
Gráfica 33, Porcentaje de Avance Contemplado semana 2

SEMANA 3 (Sistema LPS implementado)



Gráfica 34, , Porcentaje de Avance Contemplado semana 3

SEMANA 4 (Sistema LPS en operación)



Gráfica 35, , Porcentaje de Avance Contemplado semana 4

c. Causa efecto de retraso por actividades.

La semana 1 y 2 se ejecutó la obra de una forma tradicional, se medía pero no se implementaba el Sistema de Último Planificador Modificado.

A partir de la semana 3 se implementó la herramienta del Sistema del Último Planificador Modificado la que nos arrojó como resultados los avances y la recuperación paulatina del retraso que es uno de los objetivos primordiales de utilizar la herramienta.

### **3.6 Comentarios de medición**

La encuesta realizada a los empresarios y especialistas, fue un poco complicada ya que hay desconocimiento del nombre de las técnicas que se utilizan, pero muchos inconscientemente utilizan las herramientas y técnicas existentes de planeación.

En cuanto al proyecto, se batalló en poder tener un proyecto desde el origen, al inicio de la investigación se tenían 2 proyectos a evaluar, los cuales eran un motivo de ingreso de un coto y el otro era una vivienda de interés social alto.

- La primera obra presentó una falta de flujo de efectivo, la cual no nos permitió continuar con la evaluación misma que teníamos ya 3 semanas, pero por indicación de mi director de tesis, que me sugirió, que era mejor tener una medición mínima de 4 semanas.
- La vivienda tuvo problemas en permisos de construcción por lo cual fue desechada.

## CAPÍTULO 4 **Análisis de Resultados**

### 4.1 **Introducción**

Dentro de este capítulo se realizará el análisis de los resultados obtenidos en el capítulo 3, con el que pretendemos dar solución a la hipótesis propuesta mediante el cumplimiento de los objetivos entre los que destacan el mejorar el control de estimaciones y el control de la obra, utilizando herramientas, como bastón principal, el Sistema del Último Planificador y la implementación del mismo en México.

La encuesta presentó en un principio dificultades, ya que muchos empresarios desconocían el tema, por lo cual evitaban contestar la misma, una vez que se les explicó de qué trataba, fue más fluido y fácil de depurar las encuestas, seleccionando la muestra más valiosa para este trabajo de investigación.

El caso de estudio fue un tramo carretero ubicado entre las localidades de Tecolotlán-Tenamaxtlán-Soyatlán del Oro, el cual arranco muy bien, pero al pasar de las semanas y al ingresar las estimaciones con la dependencia correspondiente, tuvo que parar por falta de flujo de efectivo, quedando al cierre de este trabajo a un 90% de los trabajos ejecutados.

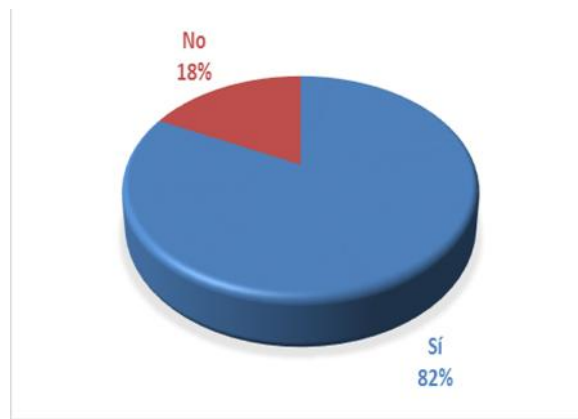
### 4.2 **Método de Análisis**

Se realizó un análisis cualitativo a la encuesta de los empresarios y uno cuantitativo para evaluar el caso de estudio, observando los resultados de la recuperación de los retrasos y un avance más continuo en la ejecución de la obra. La encuesta se compone de 20 preguntas de las cuales 12 son preguntas abiertas y 8 son cerradas.

En el caso de estudio, se realizó un levantamiento de 4 semanas, en el que se monitoreó por semana; las 2 primeras semanas la obra se realizó con técnicas de manera tradicional, y las siguientes 2 semanas, se aplicó el Sistema del Último Planificador Modificado.

### 4.3 Análisis de la Encuesta a empresarios del medio de la construcción

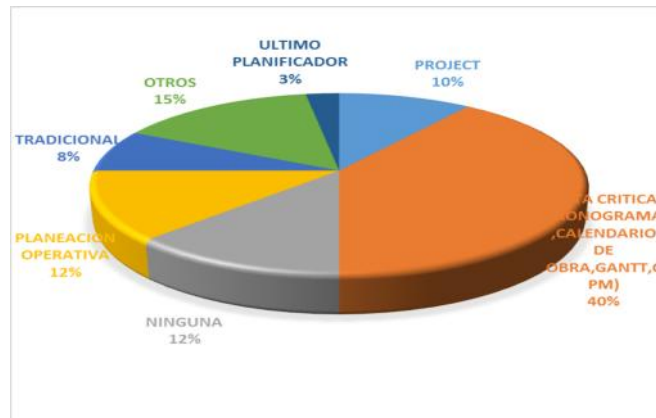
#### 4.3.1 ¿Realizas planeación de obra en tus proyectos?



Gráfica 36, ¿Realizas planeación de obra en tus proyectos?

Este resultado nos indica que en el 80% de los proyectos que se ejecutan, solo se realiza una planeación en los proyectos constructivos, lo que nos puede ayudar a que se implemente el sistema LPS con un poco de esfuerzo.

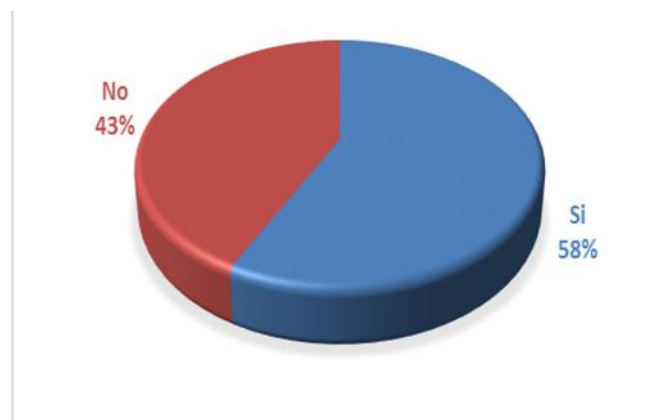
#### 4.3.2 ¿Qué tipo de planeación de obra utilizas?



Gráfica 37, ¿Qué tipo de planeación de obra utilizas?

Este resultado nos indica que en el 40% de los proyectos, se realiza con una sola planeación a través de ruta crítica, cronograma, lo cual nos da las bases para poder realizar un control de obra en tiempo real.

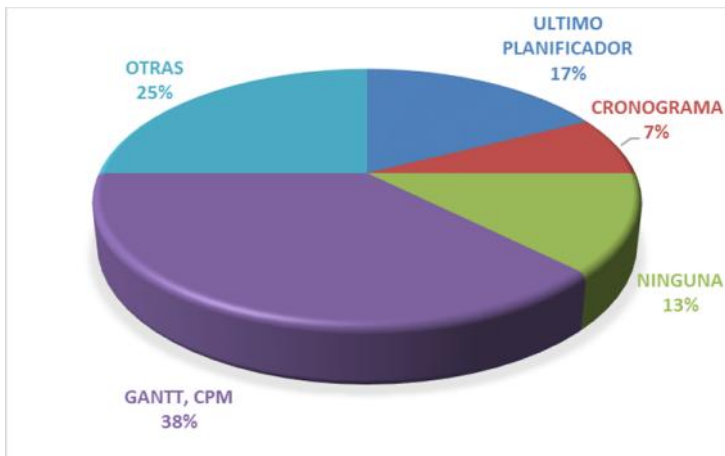
#### 4.3.3 ¿Sabes planear las obras a nivel de recursos?



Gráfica 38, ¿Sabes planear las obras a nivel de recursos?

Este resultado nos indica que en el 58% de los proyectos, se sabe planear a nivel de recursos, lo que es un nicho de oportunidad para realizar un control en tiempo real de los componentes principales del proyecto.

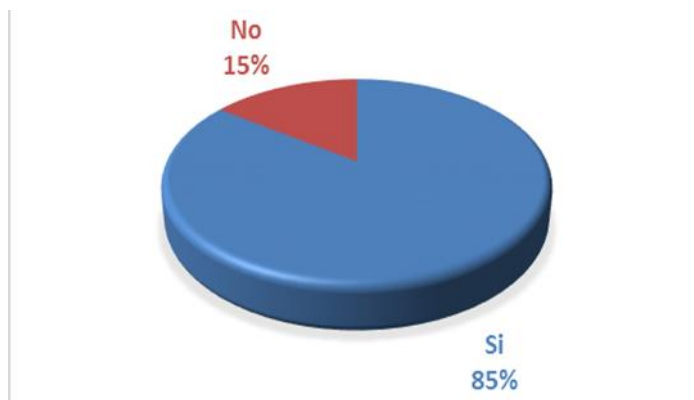
#### 4.3.4 ¿Cuáles son las técnicas de planeación de obra que conoces?



Gráfica 39, ¿Cuáles son las técnicas de planeación de obra que conoces?

El resultado de la encuesta nos indica que la técnica de planeación que más conocen con un 38% de los constructores, es el diagrama de Gantt y CPM.

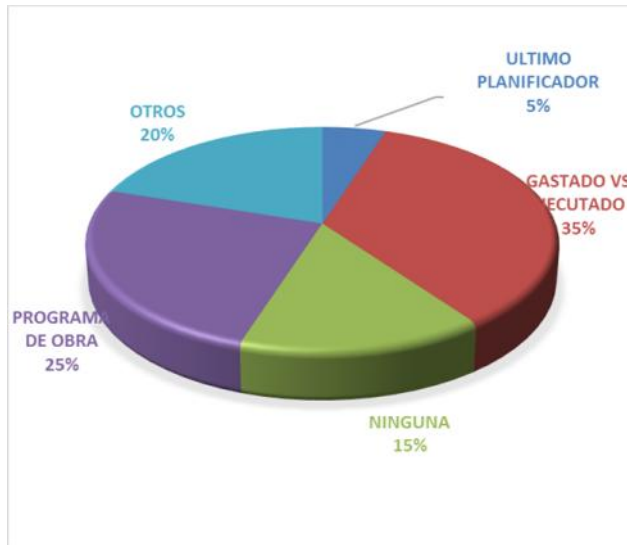
#### 4.3.5 ¿Realizas control de obra en los proyectos que desarrollas?



Gráfica 40, ¿Realizas control de obra en los proyectos que desarrollas?

Este resultado nos indica que el 85% de los proyectos se tiene un control de obra lo cual nos da hincapié a poder implementar el Sistema del Último Planificador.

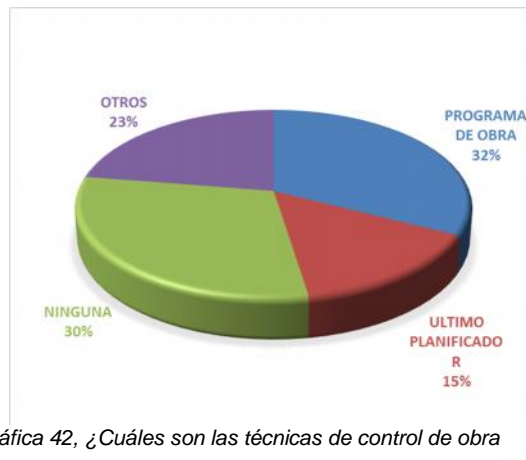
#### 4.3.6 ¿Cuáles son los controles que utilizas?



Gráfica 41 ¿Cuáles son los controles que utilizas?

Este resultado nos indica que el 35% de los constructores utilizan en sus proyectos el control de gastado contra ejecutado.

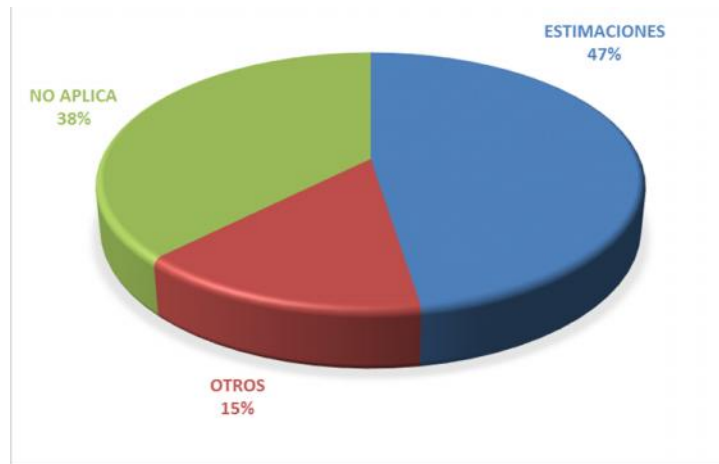
#### 4.3.7 ¿Cuáles son las técnicas de control de obra que conoces?



Gráfica 42, ¿Cuáles son las técnicas de control de obra que conoces?

El resultado de la encuesta nos indica que las técnicas de control de obra que conocen los constructores, está dividida entre el programa de obra y no conocer ninguna técnica, siendo mayor la primera con un 32%.

**4.3.8 En dado caso de no realizar control de obra, ¿cómo cobras por tus avances?**



Gráfica 43, En dado caso de no realizar control de obra, ¿cómo cobras por tus avances?

El resultado de la encuesta nos indica que el 47% de los constructores cuando no realizan control, cobran sus avances a través de las estimaciones de obra.

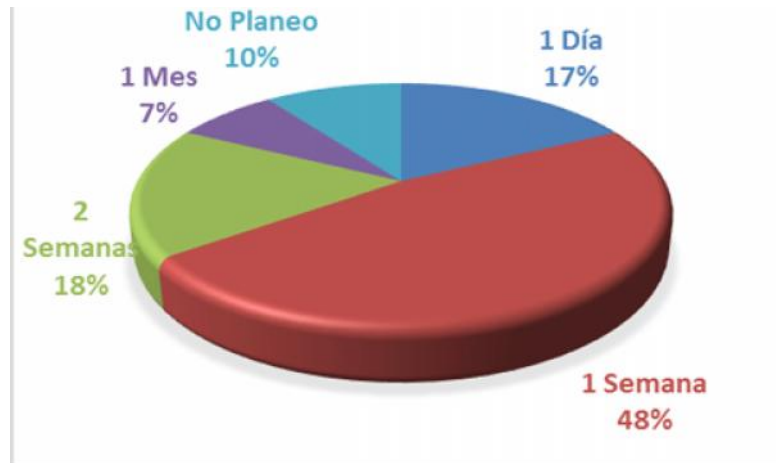
**4.3.9 ¿Con qué frecuencia realizar el control de obra en tus proyectos?**



Gráfica 44, ¿Con qué frecuencia realizar el control de obra en tus proyectos?

El resultado de la encuesta nos indica que la frecuencia con la que se realiza el control de obra en los proyectos es semanal, lo cual nos da un control de obra muy preciso evitando que un problema que se presente sea más grave por el paso del tiempo de monitoreo.

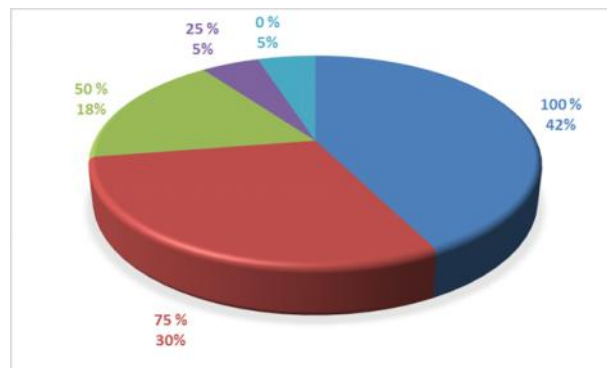
#### 4.3.10 ¿Cuánto tiempo te lleva planear una obra?



Gráfica 45. ¿Cuánto tiempo te lleva planear una obra?

El resultado de la encuesta nos indica que el 48% de las obras se planean en 1 semana, lo que es un tiempo razonable para realizar una buena planeación de un proyecto de construcción.

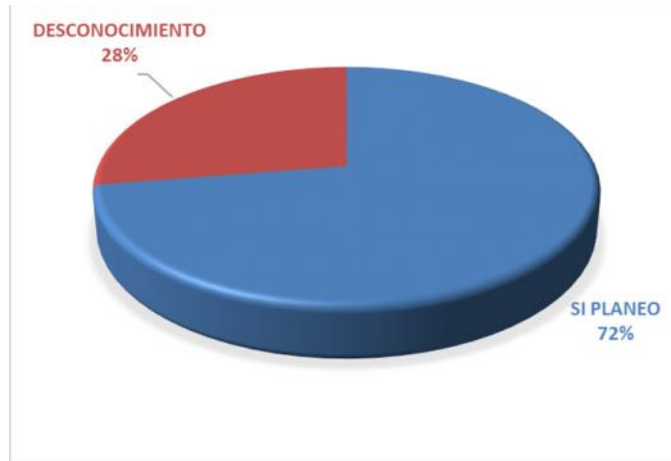
#### 4.3.11 ¿En qué porcentaje comparas lo planeado contra lo ejecutado?



Gráfica 46. ¿En qué porcentaje comparas lo planeado contra lo ejecutado?

El resultado de la encuesta nos indica que el 42% de los proyectos de construcción, un 100% compara lo que se planeó contra lo que se ha ejecutado lo que nos indica, una tendencia de control y augura un buen flujo de efectivo.

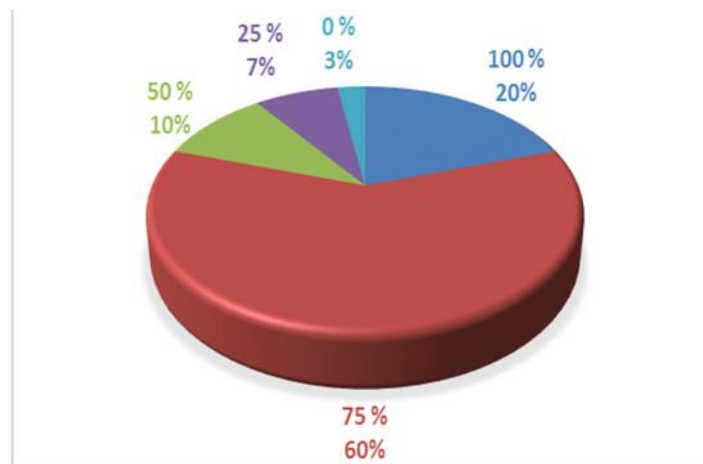
#### 4.3.12 En el caso que no planeas tú obra porque no lo realizas.



Gráfica 47, En el caso que no planeas tú obra porque no lo realizas.

El resultado de la encuesta nos indica que un 72% de los constructores, sí realizan algún tipo de planeación, pero el resto que no lo hace, un 28%, es por el desconocimiento que tienen sobre la planeación de obra.

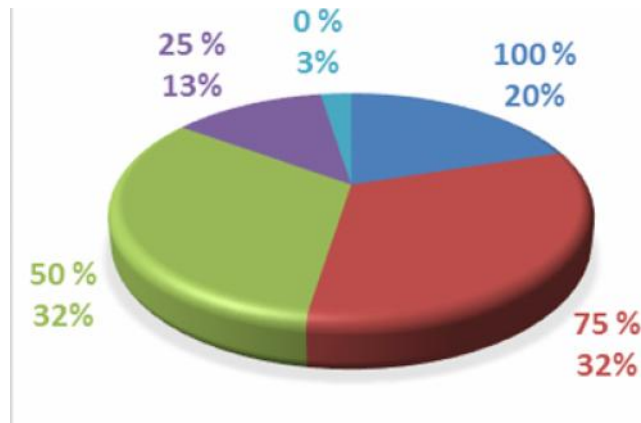
#### 4.3.13 ¿En qué porcentaje de las obras que participas se tiene utilidad?



Gráfica 48, ¿En qué porcentaje de las obras que participas se tiene utilidad?

El resultado de la encuesta nos indica que los empresarios del medio de la construcción, un 60%, tienen un 75% de utilidad en sus proyectos

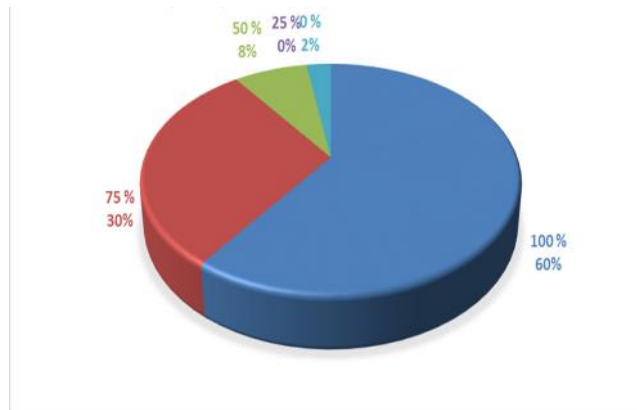
4.3.14 ¿En qué porcentaje de las obras realizadas se termina en tiempo, o con un margen controlable?



Gráfica 49, ¿En qué porcentaje de las obras realizadas se termina en tiempo, o con un margen controlable?

El resultado está dividido con un 32%, entre el 50% y 75% de las obras realizadas se termina en tiempo o con un margen controlable, lo que es un buen indicador que se realizan control de obra.

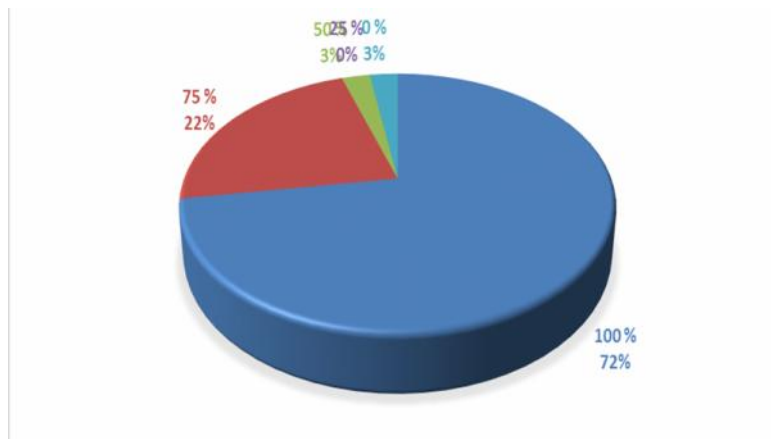
4.3.15 Si tuvieras una herramienta que te ayudara a realizar la planeación y el control de obra a nivel de detalle la utilizarías, ¿en qué porcentaje de tus obras la utilizarías?



Gráfica 50, Si tuvieras una herramienta que te ayudara a realizar la planeación y el control de obra a nivel de detalle la utilizarías, ¿en qué porcentaje de tus obras la utilizarías?

El resultado de la encuesta nos indica el grado de aceptación con un 60% de los empresarios del medio de la construcción de una herramienta que ayude a realizar una planeación y control a nivel de detalle.

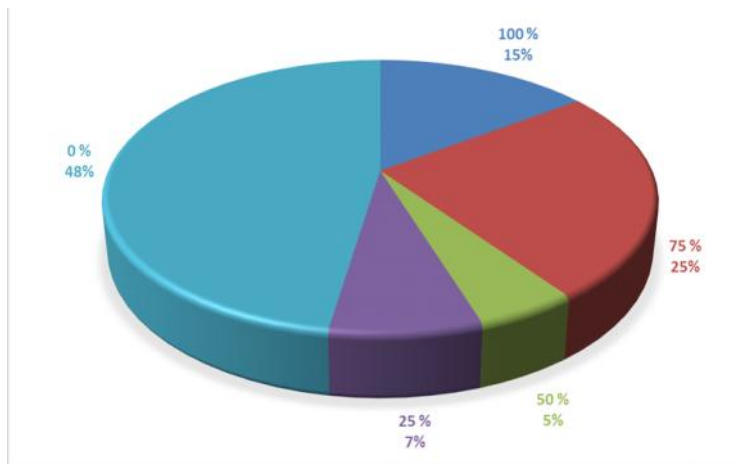
**4.3.16 Si tuvieras una herramienta que te ayudara a entregar los proyectos a tiempo la utilizarías, ¿en qué porcentaje de tus obras la utilizarías?**



Gráfica 51, Si tuvieras una herramienta que te ayudara a entregar los proyectos a tiempo la utilizarías, ¿en qué porcentaje de tus obras la utilizarías?

El resultado nos indica que el 72% de las empresas de la construcción, utilizarían una herramienta que ayudará a entregar los proyectos en tiempo.

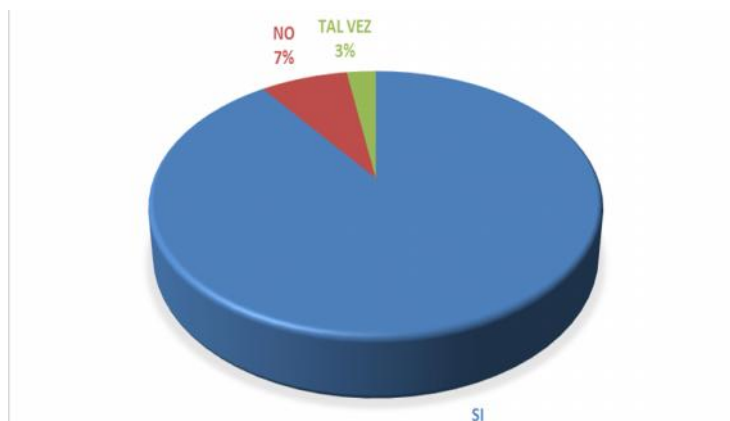
**4.3.17 ¿Qué porcentaje de conocimiento tienes de Last Planner System?**



Gráfica 52, ¿Qué porcentaje de conocimiento tienes de Last Planner System?

El resultado de la encuesta nos indica que el 48% de las empresas de la construcción, desconocen la herramienta de sistema de programación semanal de tareas.

**4.3.18 Utilizarías una herramienta que requiere que el maestro de obra o el encargado de los proyectos te realice ajuste en la planeación.**



Gráfica 53, Utilizarías una herramienta que requiere que el maestro de obra o el encargado de los proyectos te realice ajuste en la planeación

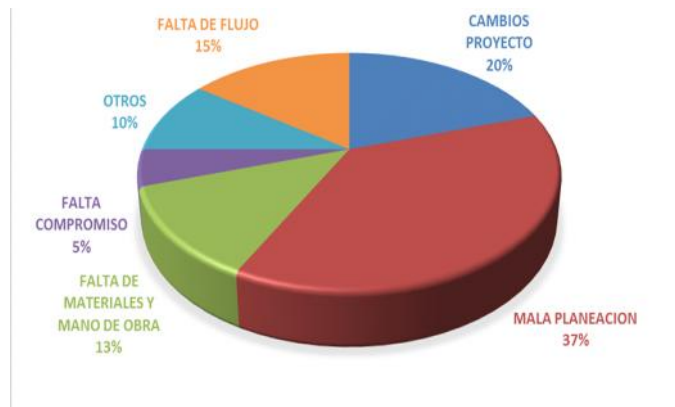
El resultado de la encuesta nos indica que el 90% de los empresarios de la construcción, sí utilizarían una herramienta que requiere que el maestro de obra o el encargado de los proyectos realicen ajustes en la planeación.

4.3.19 **Utilizarías una herramienta que garantice el cumplimiento de los tiempos, costos y utilidades.**



El resultado nos indica que el 80% de los constructores, utilizaría una herramienta que garantice el cumplimiento de los tiempos, costos y utilidades.

4.3.20 **En tu experiencia, ¿cuáles crees que sean las principales razones por las que se retrasan las obras?**



El resultado de la encuesta nos indica que la razón principal por la que se retrasan las obras, es una mala planeación con un 37%.

#### **4.4 Análisis de Implementación de Último Planificador**

La implementación del Sistema del Último Planificador en las últimas 2 semanas del análisis, superó las expectativas que se tenían de la herramienta en este tipo de proyectos.

Se decidió implementar la herramienta a partir de la semana 3, ya que las 2 primeras semanas se realizaron de la manera tradicional lo que nos arrojó como resultado, un bajo porcentaje de cumplimiento y retraso de la obra. Al iniciar la semana 3, se tenía un 75% de retraso en el porcentaje de cumplimiento, pero al término de la semana utilizando la técnica, se recuperó un 58% del retraso; el resultado más sorprendente, fue el que se dio en la última semana de medición en la cual, no solo se dio el 100% de cumplimiento de las actividades, sino que se llegó hasta un 200% de cumplimiento.

El monitoreo de las mediciones del avance y cumplimiento de actividades, se hizo recabando información directamente en la obra, la cual se hizo semanalmente, seleccionando el día jueves como corte ya que ese día se inicia la semana por cuestiones administrativas de la empresa.

#### **4.5 Análisis de Objetivos**

##### **4.5.1 Objetivos Particulares**

De acuerdo a los resultados de las encuestas hechas a los constructores nos damos cuenta que la herramienta de control que más se utiliza es el programa de obra seguido por el sistema del último planificador y otras técnicas, lo gratificante que nos arroja la

encuesta, es que solamente un porcentaje bajo de los constructores, no utilizan ninguna técnica ya sea por el giro de sus empresas o por desconocimiento de las mismas.

El conocimiento del Sistema del Último Planificador, nos arroja un contundente resultado, el cual, es el desconocimiento del sistema, sin embargo, la mayoría sí utilizaría la herramienta de conocer su metodología y aplicación del modelo a su planeación, y control de proyectos de construcción.

De acuerdo a los resultados, nos refleja que hay un alto grado de aceptación por la herramienta del Sistema del Último Planificador; a su vez los constructores en su gran mayoría, sí implementaría la herramienta en sus empresas.

Las herramientas de control que actualmente se utilizan el día de hoy, son: programas de obra, Sistema Último Planificador, WBS, ruta crítica, avance físico vs avance financiero, las herramientas que más se utilizan en la actualidad son las primeras herramientas que se hace mención

La implementación del Sistema del Último Planificador, es viable utilizarlo en México, ya que es una herramienta, que arroja un altísimo grado de aceptación y más, porque el ajuste de la planeación lo realiza directamente el maestro de obra o el encargado de los proyectos.

#### **4.5.2 Objetivo General**

De acuerdo a los resultados observados en la obra al aplicar el modelo del avance del Sistema del Último Planificador, reducimos los retrasos de las actividades programadas, ya que, al darle un seguimiento a corto plazo, nos da un margen para corregir y controlar las actividades que no se están cumpliendo.

Al reducir los retrasos y tener un control de las actividades, nos ayuda a mejorar el control de estimaciones y sobre todo el control de la obra.

Dentro de la investigación realizada en el proyecto, se tenía una problemática que era el retraso en la obra ya que no se tenía ninguna planeación. Las dos primeras semanas no

se implementó ninguna herramienta de planeación y control, fue hasta la semana tres donde se implementó la herramienta del Sistema del Último Planificador, la cual nos dio resultados sustanciales en la recuperación de actividades que se traían retrasadas, en la semana cuatro al tener al sistema en operación se tiene una recuperación de las actividades retrasadas superando las expectativas que se tenían en la planeación. Es un modelo que como quedó comprobado, de aplicarse desde el inicio de un proyecto nos reduciría el retraso en la ejecución de los trabajos y los costos, ya que de acuerdo a los resultados que se obtuvieron superaron los objetivos que se tenían planteados

#### **4.6 Comentarios de Análisis**

Esta investigación me hizo crecer como persona y aprender en los siguientes aspectos:

- Aprendí Metódico.
- Aprendí a hacer planeación a detalle.
- Aprendí a controlar obras con esta herramienta.
- Aprendí a realizar control de recursos.

### 5.1 Introducción

Dentro del capítulo, llego al resultado final de mi investigación, y con él, concluyo el resultado de una hipótesis que ha sido de mi interés. Esta investigación me ha servido para madurar como ingeniero, a saber, cómo llevar a cabo técnicas complicadas dentro de mi trabajo y poder obtener resultados, ya sean positivos o negativos, pero he aprendido a implementar métodos de control y planeación a detalle.

La investigación nos demostró que, aplicando el modelo del Sistema del Último Planificador, ha modificado el resultado, y los cambios que se tuvo en el proyecto, fueron excelentes, ya que al hacerlo de manera tradicional se tenían retrasos significativos y al aplicar el modelo, el resultado se dio inmediatamente, recuperando el tiempo y al final, hasta se adelantó las actividades programadas.

Finalmente, agregaré unas propuestas de investigación para que futuros maestros o ingenieros, puedan desarrollar, tomando como base mi investigación, y de esta manera apoyar al conocimiento y al crecimiento de mi país.

### 5.2 Conclusiones

La herramienta del Sistema del Último Planificador no es muy utilizada en México, pero tiene años que se utiliza en otras partes del mundo. Es una herramienta, que, adaptándola a la idiosincrasia de nuestro país, nos da resultados de manera inmediata y muy positiva.

De acuerdo a los resultados que nos arrojó el modelo que aplicamos en la carretera, nos damos cuenta que la técnica en primera instancia se puede aplicar y utilizar en

nuestro país, en segunda y más importante, es que nos dio resultados en el corto plazo, recuperando actividades que se traían retrasadas.

La hipótesis planteada que es: “El empleo del Sistema del Último Planificador, mejora el control de las obras, reduciendo los retrasos en obra y los costos en las entregas de los proyectos”, llevo a la determinación de, que es “AFIRMATIVA”.

Con esto, doy fin a mi investigación y a los estudios previos que hacia ella me llevaron. Espero que investigaciones como esta, permitan el crecimiento de la industria de nuestro país y en especial, el que podamos convertirnos en una industria reconocida a nivel global.

### **5.3 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

Las futuras líneas de investigación que se proponen son las siguientes:

- Implementación del modelo en proyectos de torres de 20 ó 30 pisos de altura.
- Método de control de recursos en tiempo real.
- Control, planeación de obra en tiempo real.

Desarrollo de aplicaciones para Smartphone, computadoras para llevar registro de avance de obra en tiempo real.

## Bibliografía

- Castellanos, D. (Enero de 2011). *Investigación Pediahr*. Recuperado el 20 de Enero de 2017, de Fórmula para Cálculo de la Muestra Poblaciones Finitas: <https://investigacionpediahr.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-cc3a1lculo-de-lamuestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>.
- Alarcón, L. F., Diethelm, S., Rojo, O., & Caderon, R. (2008). Assessing the impacts of implementing lean construction. *Revista ingeniería de construcción*, 23(1), 26-33.
- Ahuja, H. N., Dozzi, S. P., & Abourizk, S. M. (1994). *Project Management Techniques in Planning and Controlling Construction Projects*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Ballard, G. (1994). *The last planner*. Monterey, California: Northern California Construction Institute.
- Ballard, G., Tommelein, I., Koskela, L., & Howell, G. (2002). Lean construction tools and techniques. Chapter, 15, 227-255.
- Koskela, L. (1992). *Application of new production philosophy to construction*. Finlandia: VTT Building Technology.
- Project Management Institute. (2013). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos*. Newtown Square, Pensilvania: PMI. doi:ISBN978-1-62825-009-1
- Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your organisation*. New York: Simon and Shuster.