

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Evaluación de métodos de gerencia de obras para la construcción de edificaciones TIPO TUNEL, aplicando la herramienta de LAST PLANNER de la filosofía LEAN CONSTRUCTION.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por el Bachiller:
Cheng Tsang, Rafael Honkit
Para optar al Título de
Ingeniero Civil

Caracas, Octubre 2012.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Evaluación de métodos de gerencia de obras para la construcción de edificaciones TIPO TUNEL, aplicando la herramienta de LAST PLANNER de la filosofía LEAN CONSTRUCTION.

Tutor Académico: Prof. Hermann Lago

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por el Bachiller:
Cheng Tsang, Rafael Honkit
Para optar al Título de
Ingeniero Civil

Caracas, Octubre 2012.

ACTA

El día 9 de Noviembre se reunió el jurado formado por los profesores:

Hermann Lago
Francisco Gruber
Maira E. Knody

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: “Evaluación de métodos de gerencia de obras para la construcción de edificaciones TIPO TUNEL, aplicando la herramienta de LAST PLANNER de la filosofía LEAN CONSTRUCTION.”.

Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al Título de INGENIERO CIVIL.

Una vez oída la defensa oral que el bachiller hizo de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió las siguientes calificaciones:

NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	Números	Letras
Br. Rafael Honkit Cheng Tsang	20	VEINTE

Recomendaciones:

FIRMAS DEL JURADO

Maira E. Knody

Caracas, 9 de Noviembre de 2012

Cheng T. Rafael H.

**EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE GERENCIA DE OBRAS PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES TIPO TUNEL, APLICANDO LA
HERRAMIENTA DE LAST PLANNER DE LA FILOSOFÍA LEAN
CONSTRUCTION.**

Tutor Académico: Prof. Hermann Lago

**Trabajo Especial de Grado. Ciudad Universitaria de Caracas, Facultad de
Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil. 2012,127 págs.**

Palabras Claves: Estructuras Tipo Túnel, Método de gestión Tradicional, Filosofía Lean Construction, Herramienta de Last Planner, Guía del PMBok.

En este trabajo especial de grado se realizó una comparación entre dos métodos de gestión de obra para la ejecución de una estructura tipo túnel. Los métodos a comparar son: el método tradicional y el método de gestión utilizando la herramienta de Last Planner proveniente de la filosofía Lean Construction, para ello se realizó un análisis de escenarios durante la fase de ejecución de una estructura tipo túnel cuyos parámetros y características ya están definidos. La comparación se realizó en función del tiempo, en donde para cada método de gestión se simuló cuatro escenarios, uno ideal sin ningún tipo de restricción que afecte a la obra en ejecución y los tres escenarios restantes se tomaron una restricción diferente. Las restricciones consideradas son: falta de materiales, ausencia de personal de obra y modificaciones no esperadas en el diseño original. Estas restricciones se aplicaron en un día y actividad específica en la obra, donde se midió el nuevo tiempo total que se requirió para terminar la estructura, con los nuevos tiempos registrados para cada escenario se realizó la comparación. El análisis de resultados concluye que la herramienta de Last Planner obtuvo el mejor tiempo en todos los escenarios con restricción, por ende si aplicamos esta nueva herramienta a la planificación de las nuevas estructuras tipo túnel que están en proceso de construcción en Venezuela, se obtendría un resultado más eficiente donde se requiere un entrenamiento previo del personal de obra sobre la filosofía de Lean. Este trabajo especial de grado se podría ampliar variando el número de escenarios y planteando proyectos de mayor complejidad tanto con el mismo tipo de estructura o con uno distinto pero evaluando las demás variables que no fueron contempladas.

INDICE

<i>INTRODUCCION</i>	1
<i>CAPITULO I</i>	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
OBJETIVOS	6
OBJETIVO GENERAL.....	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
JUSTIFICACIÓN.....	7
<i>CAPITULO II</i>	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1 Gestión de Proyectos.....	9
2.2 Gestión de proyectos de construcción	10
2.3 La Filosofía Lean	13
2.4 Lean Construction.....	14
2.5 El ultimo planificador (Last Planner)	17
2.6 Sistema constructivo “Tipo Túnel”	28
2.7 Gestión de valor ganado	40
<i>CAPITULO III</i>	45
METODO.....	45
1) Investigación por cuestionario.....	45
2) Generación del modelo de la estructura tipo túnel y las condiciones contenidas.	45
3) Secuencia de construcción para la edificación tipo túnel.....	49
4) Elaboración de la planificación de obra utilizando el método tradicional..	50
5) Realizar la gestión de la obra con la herramienta de Last Planner.	51
6) Evaluación y procesamiento de los resultados.	52
<i>CAPITULO IV</i>	53
ANALISIS Y RESULTADO.....	53
4.1 Cuestionario de selección de variable.....	53
4.2 Consideraciones tomadas antes de ejecutar un proyecto.	58
4.3 Método Tradicional de Gestión de obra en Venezuela.....	61
4.4 Método de gestión de Last Planner, basada en la filosofía Lean Construction	76

4.5 Comparación de la metodología tradicional y la metodología del Last Planner.....	102
<i>CAPITULO V</i>	104
CONCLUSIONES.....	104
<i>CAPITULO VI</i>	107
RECOMENDACIONES.....	107
<i>REFERENCIAS</i>	108
<i>ANEXOS</i>	110

INDICE DE FIGURAS

Figura II. 1: Tiempo de ciclo. Fuente Stambul (Lean Construction).	16
Figura II. 2: Programa intermedio (lookahead), Fuente Stambul (Lean construction)	18
Figura II. 3: Urb. El Encantado, Fuente propia	28
Figura II. 4: Encofrado tipo túnel, Fuente Sparthaco Haack	30
Figura II. 5: Vista encofrado tipo túnel, Fuente Sparthaco Haack	31
Figura II. 6: Utilización de Grúa para levantamiento de encofrado, Fuente Sparthaco Haack	32
Figura II. 7: Colocación de los encofrados sobre losa de fundación, Fuente Sparthaco Haack	33
Figura II. 8: Arranques de mallas, Fuente Sparthaco Haack	34
Figura II. 9: Panel vertical, su estructura y apoyo, Fuente Sparthaco Haack	35
Figura II. 10: Ruedas deslizante de los encofrados tipo túnel, Fuente Sparthaco Haack.....	36
Figura II. 11: Plataforma de desencofrado, Fuente Sparthaco Haack	36
Figura II. 12: Desencofrado mediante una pluma, Fuente Sparthaco Haack	37
Figura III. 1: Vista en planta.	47
Figura III. 2: Vista en elevación de la dirección más corta.	47
Figura III. 3: Vista en elevación de la dirección más larga.	48
Figura III. 4: Vista en 3D.	48
Figura III. 5: Distribución de modulo en planta tipo.....	49
Figura III. 6: Secuencia de construcción para edificación tipo Túnel	50
Figura IV. 1: Cuestionario de investigación de variables.	54
Figura IV. 2: Grafica de variables más relevantes	56
Figura IV. 3: Cuestionario de estimación de retraso.	61
Figura IV. 4: Grafica de valor ganado para línea base.	82
Figura IV. 5: Grafica de valor ganado entre línea base y el caso por variable de materiales.	89
Figura IV. 6: Grafica de valor ganado entre línea base y el caso por variable de personal.	95
Figura IV. 7: Grafica de valor ganado entre línea base y el caso por variable de proyecto.	101

INDICE DE TABLA

Tabla II. 1: Indicadores de gestión de producción, Fuente Stambul (Lean Construction).....	27
Tabla II. 2: Intervalos de tiempo por fase de construcción. Fuente Sparthaco Haack	38
Tabla II. 3: Cantidad de personal por función. Fuente Sparthaco Haack	38
Tabla IV. 1: Tabla de resultados de variables.....	55
Tabla IV. 2: Tabla de resultados de los tiempos de retraso por variable.....	63
Tabla IV. 3: Cronograma de actividades semanales en el caso ideal, Metodología Tradicional	65
Tabla IV. 4: Cronograma de actividad en caso ideal del Módulo A (piso 1).	65
Tabla IV. 5: Cronograma de actividad en caso de ausencia de material del Módulo A (piso 1). Método tradicional.....	68
Tabla IV. 6: Cronograma de actividad en caso de ausencia de material del Módulo A (piso 2). Método tradicional.....	68
Tabla IV. 7: Cronograma de actividad en caso de ausencia de personal del Módulo A (piso 2): encofrado metálico. Método tradicional.	71
Tabla IV. 8: Cronograma de actividad en caso de imprevisto del proyecto en el Módulo A (piso 1): colocación de mallas. Método tradicional.	74
Tabla IV. 9: Resumen de tiempo total de ejecución utilizando el método tradicional de gestión	75
Tabla IV. 10: Tabla de áreas tomada por actividad	77
Tabla IV. 11: Costo estimado por actividad	78
Tabla IV. 12: Costo estimado por actividad Gerencial	78
Tabla IV. 13: Cronograma del plan maestro en caso de la línea base. Método Last Planner.	80
Tabla IV. 14: Cronograma de la actividad desglosada de la fundación en el plan semanal en caso de la línea base. Método Last Planner.	80
Tabla IV. 15: Tabla de valor ganado para línea base.	81
Tabla IV. 16: Puntos de estudios de ausencia de aceros en el cronograma de planificación. Método Last Planner.....	85
Tabla IV. 17: Nuevo cronograma con los tiempo de retrasos. Método Last Planner.	86
Tabla IV. 18: Tabla de valor ganado para el caso de la variable de materiales. ...	87
Tabla IV. 19: Evaluación del valor ganado en la séptima semana para la variable de material.	88
Tabla IV. 20: Cronograma de actividad en caso de ausencia de personal del Módulo A (piso 2): encofrado metálico. Método Last Planner.....	92

Tabla IV. 21: Tabla de valor ganado para el caso de la variable de personal.	93
Tabla IV. 22: Evaluación del valor ganado en la séptima semana para la variable de personal.	94
Tabla IV. 23: Cronograma de actividad en caso de imprevisto del proyecto en el Módulo A (piso 1): colocación de mallas. Método Last Planner.....	98
Tabla IV. 24: Tabla de valor ganado para el caso de la variable de proyecto.	99
Tabla IV. 25: Evaluación del valor ganado en la séptima semana para la variable de proyecto.	100
Tabla IV. 26: Tabla resumen del método de gestión tradicional y Last Planner..	102
Tabla IV. 27: Tabla comparativa del método de valor ganado aplicado al método de Last Planner.	103

INTRODUCCION

Detrás de una adecuada y efectiva construcción de cualquier estructura u obra, existe una gerencia de proyecto basada en las mejores prácticas. Para ello esta investigación realiza una comparación entre el método tradicional de gestión de obra en Venezuela y el método de gestión bajo los lineamientos de la Filosofía Lean, específicamente la herramienta del Last Planner.

Hoy en día en Venezuela existe un importante y amplio déficit de vivienda y la mayoría de las edificaciones construidas son a base del sistema constructivo tipo túnel debido a su rápida construcción, pero si al unir la rapidez del sistema junto con un método de gestión mas eficiente se podría minimizar el déficit de vivienda presente hoy en día Venezuela a una mayor escala, por ello esta investigación utilizará una edificación tipo túnel para comparar los métodos de gestión.

El contenido de la presente investigación, está estructurado de la siguiente manera:

En el capítulo I se plantea el problema de las viviendas en Venezuela en los últimos años, y de como la inadecuada gestión de proyecto puede ser una de las principales causas que afecten el déficit de las viviendas actualmente, seguidamente se expone la justificación que indica la importancia dela investigación hacia un nuevo método de gestión de proyecto y se concluye con los objetivos perseguidos.

En el capítulo II se expone algunos conceptos y teorías de utilidad para la comprensión de la investigación, como el método de gestión tradicional y la metodología de la herramienta de gestión de proyecto Last Planner de la filosofía Lean Construcción.

En el capítulo III se establecen los parámetros o pasos necesarios para llegar al cumplimiento de los objetivos perseguidos.

En el capítulo IV se desarrollan los pasos mencionados en el capítulo anterior, describiendo los diferentes escenarios evaluados y dando a conocer el resultado de los análisis de escenarios.

En el capítulo V se presenta una disertación sobre cual de los métodos resulta más adecuado, utilizando como herramienta para la comparación la técnica de Gestión del Valor Ganado.

En el capítulo VI se proponen algunas recomendaciones acerca de la aplicabilidad en otro tipo de estructuras, y la utilización de las demás variables definidas en el cuestionario realizado a ingenieros expertos que no fueron contempladas en este trabajo especial de grado y propuestas para otros temas de trabajo especial de grado.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Toda construcción tiene parámetros mínimos de calidad, costo y tiempo que pueden dar lugar a un gran número de inconvenientes internos y externos a la misma. Estas posibles dificultades afectan directamente la complejidad de la construcción, exigiendo lineamientos y acciones para mitigar los riesgos de contratiempos y resolver cualquier otro tipo de situación que se pueda presentar en la obra. Es por esto que toda obra debe contar con un equipo especializado que se enfoque en la mitigación de dichos riesgos a través de una serie de estrategias de gestión. La selección de estas estrategias debe garantizar el desarrollo de la construcción de acuerdo a los parámetros establecidos y manteniendo un orden tanto en las tareas de producción como las de gestión.

En los últimos 20 años Venezuela ha experimentado un crecimiento poblacional, según estadísticas arrojadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2010), que sumado al mal desarrollo urbanístico ha provocado un importante déficit habitacional en el país. Es por ello que se están llevando a cabo grandes programas para la construcción masiva de viviendas, adoptando el sistema tipo túnel como método constructivo, ya que éste método ofrece cualidades combinadas de flexibilidad, rapidez y rentabilidad según el Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias (MCTI, 2010).

El sistema tipo túnel es un método constructivo en serie, el cual se basa en encofrados reutilizables, que al vaciarse forman muros y placas macizas en concreto reforzado con mallas electrosoldadas de alta resistencia, vaciado

monolíticamente en el mismo lugar en el que se hace la construcción. Las obras de este tipo por ser en serie, demandan una planificación a nivel general, con el fin de generar una sistematización de los diferentes procesos para así lograr una ejecución eficiente y el cumplimiento con el tiempo proyectado para la realización.

Existen varias causas de los retrasos que pueden presentarse en este tipo de obras, entre las cuales se pueden destacar la mala programación de las actividades de la obra, el retraso interno, el retraso por contratación de personal, la falta de información de proyecto, el retraso de control administrativo, el retraso por aprobación del cliente, cambio de información del cliente, la falta de información del terreno, entre otros.

Uno de los principales problemas con los que tienen que lidiar los planificadores de dichas obras, es con la alta variabilidad existente en el tema de suministro de materiales para la construcción. Esta es una de las mayores complicaciones por las que atraviesa Venezuela y que a la vez es protagonista de grandes retrasos en las obras del país (Jimenez, 2010) (CVC). Algunos medios de comunicación venezolanos realizaron varias publicaciones en las que se afirmó que para el año 2010 el suministro de cemento y cabillas a diferentes obras, caería en un 7.9 % con respecto al lapso anterior debido a la escasez en la explotación de materia prima, lo que viene de la mano con la crisis energética que actualmente afecta al país, recurso de gran importancia para la ejecución de dicha actividad. (Hinds & Barrios)

Actualmente, la mayoría de las instituciones utilizan los sistemas de planificación convencionales, sin embargo otras instituciones trabajan bajo sistemas de planificación distintos, que podrían ayudar a optimizar la productividad de construcción de viviendas. Por ello se plantea la elaboración estadística de comparación entre el método tradicional de gestión con respecto a la herramienta del Último Planificador de Lean Construction, evaluando ciertas premisas o variables que afecten al rendimiento óptimo de la obra, esto con el fin de

demostrar cuál de los métodos de gestión resulta más productivo en la construcción de viviendas basadas en el sistema tipo túnel.

Lean Construction es una filosofía basada en la gestión de procesos constructivos que nace de la Lean Manufacturing (Womack, Jones, & Roos, 1990), filosofía creada por planificadores de la marca automovilística Toyota en décadas pasadas, la misma se enfoca en la mitigación de pérdida de tiempo en obras, manteniendo la calidad, eficiencia y disminuyendo costos. Dicha filosofía requiere de un cambio de mentalidad en el personal, ya que aplica nuevas políticas en cuanto a la planificación de construcciones y tiene como lema que todos y cada uno de los integrantes de la obra deben trabajar en conjunto en beneficio del buen desempeño de la misma.

El Último Planificador (LastPlanner) es una herramienta de planificación y control que genera un cambio importante en la gestión de obras de construcción. Es una herramienta bajo la filosofía Lean Construction que propone atacar problemas de baja productividad, minimizar pérdidas, mejorar calidad, disminuir el índice de accidentes de obra y sobretodo minimizar desviaciones en el cumplimiento de plazos y presupuestos.

El método tradicional de gestión se puede enmarcar en los procesos básicos de la PMBOK que se dividen en 5 grupos principales: Iniciación, Planificación, Ejecución y Seguimiento y Control. Instituto de Gerencia de Proyecto (Project Management Institute, 2005).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la eficiencia de gestión de obra a la herramienta de Last Planner de Lean Construction y del método tradicional de planificación, en la construcción de una edificación del sistema tipo túnel con características planteadas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Elaborar tres escenarios de construcción para una edificación tipo túnel con características planteadas, utilizando las variables más destacadas en la investigación por cuestionario.
2. Elaborar los lineamientos de planificación necesarios para la construcción de una edificación tipo túnel utilizando el método tradicional de construcción.
3. Elaborar un plan maestro, una planificación intermedia (Look ahead) y una planificación semanal para la construcción de una edificación tipo túnel con las características planteadas en cada escenario definido, utilizando la herramienta de Last Planner.
4. Comparar los resultados de ambos métodos de planificación.

JUSTIFICACIÓN

Muchas pueden ser las razones que justifiquen la elaboración de trabajos referentes a este tema, todas asociadas a la innegable necesidad que existe en el país de realizar proyectos de construcción de obras civiles altamente eficientes que satisfagan la altísima demanda habitacional en cortos períodos de tiempo y con la mínima utilización de recursos. Es habitual el constante retraso existente en la ejecución de las obras civiles en Venezuela, usualmente por irregularidades existentes en la distribución de materiales y a la falta de conocimiento que puede tener el personal técnico sobre la gestión de las diferentes actividades incluidas en el desarrollo de una obra. (Armas)

Este trabajo me permitirá ampliar mis conocimiento sobre los métodos de gestión de obras más eficientes para la construcción de edificaciones tipo túnel hoy en día y será de gran ayuda para todas aquellas personas responsables de la ejecución y planificación de algún proyecto de construcción, ya que aportará una serie de conocimientos necesarios para cumplir satisfactoriamente con la culminación de la obra en cuanto a metas de alcance, tiempo, calidad y costo establecidas para las mismas.

También aportará bases conceptuales y metodológicas de la filosofía Lean Construction y sus herramientas, específicamente el sistema Last Planner, que podrán utilizarse para cualquier tipo de edificación desarrollada bajo cualquier método constructivo.

Durante el trabajo especial de grado se plasmaron conocimientos en el área de planificación de obras civiles, que permiten controlar y tener el seguimiento de las actividades que se desarrollan en un proyecto de construcción.

Adicionalmente, en el aspecto social este trabajo puede servir para agilizar los proyectos habitacionales que están desarrollando actualmente en el país, dando herramientas a los planificadores para solventar eficazmente los problemas

que se puedan presentar, disminuyendo así notablemente la pérdida de tiempo en estas obras. Contribuiría de esta manera con la entrega oportuna de viviendas a las personas que más lo necesiten.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Gestión de Proyectos

Los gerentes son las personas encargadas de llevar a cabo la gestión de proyectos que consiste en la planificación de un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas, a fin de alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto, calidades establecidas previamente y un lapso de tiempo previamente definido (Parodi, 2001, p. 13), la misma abarca todo lo referido a las tareas y/o herramientas utilizadas para la buena administración de un conjunto de procesos, que incluyen un gran número de actividades a realizar. Según la Guía de los fundamentos de gestión de proyectos (Project Management Institute, PMBOK), Cuarta Edición (2005), dentro de toda gestión se encuentran una serie de trabajos indispensables entre los cuales podemos encontrar:

- Pronóstico: identificación del mejor tiempo y lugar para realizar el trabajo.
- Planeación: definición de lo que se va a hacer y como se va a hacer. Se trazan objetivos, metas, prioridades y caminos alternos.
- Organización: se asignan las tareas y funciones.
- Dirección: quien llevara el liderazgo dentro de las actividades que se realizarán. Este conjunto de persona debe ser capaz de tomar determinaciones, informar, motivar, comunicarse y supervisar.
- Coordinación: se basa en la interacción de los diferentes procesos, funciones y personas.

- Control: consiste en detectar fallas y errores, para lo cual se debe estar permanentemente verificando las labores en procesos y las actividades ya realizadas.

2.2 Gestión de proyectos de construcción

La gestión de todo proyecto de construcción busca tres objetivos fundamentales, minimizar costos, ahorrar tiempo y garantizar calidad. Pero los mismos deben integrar otros objetivos como la seguridad industrial, la protección del medio ambiente, la trazabilidad y orden en los procesos.

Para la investigación de problemas relacionados con la gestión de proyectos de construcción existen dos grandes líneas importantes, como lo son el Instituto de Gerencia de Proyecto (PMI) a través de su guía Fundamentos para la gestión de proyecto (PMBOK) y el Lean Construction Institute.

En el PMBOK se definen cinco etapas típicas del desarrollo de un proyecto, las cuales son estudiadas a través de nueve áreas de conocimiento, que configura cuarenta y dos grandes procesos estudiados. (Project Management Institute, 2005)

Las cinco etapas son:

- **Iniciación.**
Aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización para iniciar el proyecto o fase.
- **Planificación.**
Aquellos procesos realizados para establecer el alcance total del esfuerzo, definir y refinar los objetivos y desarrollar el curso de acción requerido para alcanzar dichos objetivos.

- Ejecución.
Aquellos procesos realizados para terminar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto.

- Seguimiento y control.
Aquellos procesos requeridos para monitorear, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que sean necesarios cambios al plan y para iniciar los cambios correspondientes.

- Cierre.
Aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los grupos de procesos de la dirección de proyectos para completar formalmente el proyecto o una fase.

Y las nueve áreas de conocimiento son:

- 1 Gestión de la integración del proyecto:
 - Desarrollar acta de constitución del proyecto.
 - Desarrollar acta del alcance del proyecto.
 - Desarrollar plan de gestión del proyecto.
 - Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto.
 - Supervisar y controlar el trabajo del proyecto.
 - Control integrado de cambios.
 - Cerrar el proyecto.

- 2 Gestión del alcance del proyecto:
 - Planificación del alcance.
 - Definición del alcance.

- Verificación del alcance.
 - Control del alcance.
- 3 Gestión del tiempo del proyecto:
- Definición de las actividades.
 - Establecimiento de la secuencia de las actividades.
 - Estimación de recursos de las actividades.
 - Estimación de la duración de las actividades.
 - Desarrollo del cronograma.
 - Control del cronograma.
- 4 Gestión de los costes del proyecto:
- Estimación de costes.
 - Preparación de presupuestos de costes.
 - Control de costes.
- 5 Gestión de calidad del proyecto:
- Planificación de la calidad.
 - Realizar aseguramiento de la calidad.
 - Realizar control de calidad.
- 6 Gestión de los recursos humanos del proyecto:
- Planificación de los recursos humanos.
 - Adquirir el equipo del proyecto.
 - Desarrollar el equipo del proyecto.
 - Gestionar el equipo del proyecto.
- 7 Gestión de las comunicaciones del proyecto:
- Planificaciones de las comunicaciones.
 - Distribución de la información.
 - Informar el rendimiento.
 - Gestionar a los interesados.
- 8 Gestión de los riesgos del proyecto:
- Planificación de la gestión de riesgos.

- Identificación de riesgos.
 - Análisis cualitativo de riesgos.
 - Análisis cuantitativo de riesgos.
 - Planificación de la respuesta a los riesgos.
 - Seguimiento y control de riesgos.
- 9 Gestión de las adquisiciones del proyecto.
- Planificar las compras y adquisiciones.
 - Planificar la contratación.
 - Solicitar respuestas de vendedores.
 - Selección de vendedores.
 - Administración de contrato.
 - Cierre del contrato.

2.3 La Filosofía Lean

Las primeras ideas de la nueva filosofía de producción se originan en Japón en el año 1950, las cuales fueron creadas y aplicadas en el Sistema Toyota, por Taiichi Ohno (Ohno, 1988) (Shingo, 1984), quien era director y consultor de la empresa. Las ideas básicas en el Sistema de producción de Toyota son:

- La reducción del inventario al mínimo.
- Eliminación de pérdidas.
- Pequeños lotes de la producción.
- Reducir o simplificar su estructura de Producción.
- 5S (orden suministros y herramientas).
- Cooperación entre los proveedores.

Existen seis tipos de desperdicios según esta filosofía:

- Los trabajos que necesitan repetirse.
- La fabricación de productos no deseados para el momento.
- Las etapas inútiles en los procesos.

- Las personas ociosas inhabilitadas de realizar una actividad en algún momento.
- Cualquier movimiento de inventario o personal que no genera valor.
- Los bienes producidos para los que no exista una demanda.

2.4 Lean Construction

Lean construction introduce principios que cambian el marco conceptual de la administración del mejoramiento de la productividad y enfoca todos los esfuerzos a la estabilidad del flujo de trabajo. Mediante el enfoque Lean construction se han desarrollado diversas herramientas tendientes a reducir las pérdidas a través del proceso productivo. Una de estas herramientas de planificación y control fue diseñada por Ballard y Howell. El sistema denominado el último planificador (Last Planner System) presenta cambios fundamentales en la manera como los proyectos son planificados y controlados. El método incluye la definición de unidades de producción y el control del flujo de actividades, mediante asignaciones de trabajo. Adicionalmente facilita la obtención del origen de los problemas y la toma oportuna de decisiones relacionada con los ajustes necesarios en las operaciones para tomar acciones a tiempo, lo cual incrementa la productividad. (Filosofía lean construction, 2012)

Ésta filosofía agrupa una serie de herramientas, que si las aplicamos con rigor, permiten anticipar de manera sistemática el conjunto de problemas que se puedan presentar en la obra y de esta forma no estar “apagando fuegos” de manera permanente.

Lean Construction presenta una clasificación de actividades de la siguiente manera: actividades de conversión; son todas aquellas actividades que generan ganancias directas y se pueden visualizar físicamente, por ejemplo vaciados de estructuras, armado de cestas de acero, entre otros, actividades de flujos, las cuales no generan costos directos pero si se gestionan de mala manera, generan las mayores pérdidas para la obra, entre ellas podemos encontrar, tiempo de

acarreo de materiales, mediciones, etc. El 80 % de las pérdidas que se producen en una obra se atribuyen a la gestión de las actividades de la misma.

2.4.1 Principios fundamentales de la filosofía Lean Construction:

Reducción de pérdida

Las pérdidas son todo aquello que genera costos y no agrega valor, en obras civiles podemos encontrar:

- Perdidas por espera (inactividad).
- Perdidas por acarreos innecesarios.
- Perdidas por trabajo lento.
- Perdida por trabajo inefectivo.
- Perdida por trabajo rehecho.
- Velar por la calidad de los procesos

Para minimizar las pérdidas debemos atender y realizar controles de calidad en etapas intermedias (clientes internos) y no esperar al final del ciclo de producción. Es mucho más efectivo y económico verificar la calidad durante el proceso y no al final.

La Calidad se genera por la realización de exigencias del cliente interno y el cliente externo o final.

Reducir la variabilidad

Se denomina "variabilidad" a la desviación de lo planificado y su ausencia significa una planificación confiable. Desde el punto de vista de la construcción, la variabilidad genera muchas pérdidas, generando interrupciones en el flujo de trabajo.

Reducir el tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo es la suma de los tiempos de conversión, más los tiempos de flujos para terminar una actividad. En lo posible, debemos acortar los tiempos de ciclo para minimizar pérdidas. Ver Figura. II.1



Figura II. 1: Tiempo de ciclo. Fuente Stambul (Lean Construction).

Si reducimos las actividades que no agregan valor, y/o mejoramos la gestión de los flujos, estaremos directamente reduciendo el tiempo de ciclo.

Simplificación de procesos

Es una reducción de los componentes o números de pasos para realizar una actividad de construcción (mejorar el flujo).

Los procesos más simples tienen como ventaja que:

- Incurren en menos gastos.
- Son más confiables (menos variables)
- Tienen menores tiempos de ciclo.
- Son más claros, lo cual facilita el control y el mejoramiento.

Introducir el mejoramiento continuo

Para minimizar pérdidas, se requiere crear una cultura de mejora continua, de manera que el personal de la empresa esté muy enfocado en el análisis y corrección de las Razón de No Cumplimiento, RNC (esto será explicado con posterioridad en la presentación de la Gestión del Ultimo Planificador). Hay que

hacer el esfuerzo de involucrar al personal que ejecuta las obras (maestro, caporales, entre otras) en este proceso de mejora continua.

Mejorar tanto la conversión como el flujo

Se debe tratar de ser más eficientes tanto en las actividades de conversión como en los flujos. Sin embargo, normalmente las mejoras de conversión son mucho más costosas de implementar que las mejoras de los flujos, pues las primeras están relacionadas con la actualización de tecnologías. Las mejoras de los flujos son menos costosas y más sencillas de implementar.

Las mejoras de flujo y conversión están íntimamente ligadas, pues flujos bien administrados facilitan la introducción de nuevas tecnologías y viceversa.

Benchmarking

Se debe definir indicadores de gestión, y a partir de los mismos hay que hacer mediciones. Es muy difícil mejorar algo que no se mide, se debe comparar con indicadores “externos” (con otra empresa, que sea líder en el área), así como comparar “internamente”, monitoreando los indicadores internos en el tiempo.

2.5 El ultimo planificador (Last Planner)

Es la persona que determina qué asignaciones (actividades que son posibles de realizar) serán ejecutadas, cuándo y por quién. Típicamente el último planificador es el maestro de obra o caparal. En caso de Sub-contratos, hay que incorporar tanto al subcontratista como a sus caparales como últimos planificadores. (Ballard, 1994).

El último planificador debe analizar cuáles son las restricciones que hacen que la ejecución de las diferentes tareas haga imposible o genere retrasos, entre estas restricciones se pueden encontrar:

- Diseño (Planos, detalles, especificaciones técnicas, etc.)
- Materiales

- Mano de Obra
- Equipos y Herramientas
- Calidad.
- Seguridad Industrial
- Otros. (En casos especiales, puede haber otro tipo de restricciones, como por ejemplo, inspecciones, permisos, etc.)

2.5.1 Componentes del Sistema del Último Planificador

2.5.1.1 Herramientas del planificador

- **Programa Master**

A través de la realización de un diagrama PERT:

- Sirve para identificar los hitos de control de nuestro proyecto.
- Proporciona una guía de coordinación de actividades.
- Normalmente se puede representar en 1 o 2 hojas de papel.

- **Planificación Intermedia (LOOKAHEAD)**

MS Programa intermedio (lookahead) del 01/12/08 al 30/01/09				RESTRICCIONES			ACTUAL		SIGUIENTE		SIG + 1		SIG + 2		SIG + 3		SIG + 4		
ACTIVIDAD	MDE	USOS ESPEC.	MDE	Cant.Ord.	Requisitos	Requisitos	Requisitos	ACTUAL		SIGUIENTE		SIG + 1		SIG + 2		SIG + 3		SIG + 4	
								Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin		
1	CANTERAS GALPÁN	FR	TERRAZA	32 M2	HERN, Carlos / GARIBAY C.A. - JABATEZ GALPÁN			01/12/08	05/12/08										
2	COLOCACIÓN DE PIEDRAS	FR	PAISAJE	80 M2	SAEL, Daniel / PIEDRA (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
3	COLOCACIÓN DE LAMPARAS	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
4	COLOCACIÓN DE PASTISSE	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
5	COLOCACIÓN DE LAMPARAS EN TERRAZA	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
6	TERRAZA EN PISO	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
7	COLOCACIÓN DE PARRISSE EN PISO	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
8	COLOCACIÓN DE PARRISSE EN PISO	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
9	COLOCACIÓN DE PARRISSE EN PISO	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
10	COLOCACIÓN DE PARRISSE EN PISO	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
11	COLOCACIÓN DE PARRISSE EN PISO	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
12	COLOCACIÓN DE PARRISSE EN PISO	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
13	COLOCACIÓN DE PARRISSE EN PISO	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
14	COLOCACIÓN DE PARRISSE EN PISO	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
15	COLOCACIÓN DE PARRISSE EN PISO	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
16	COLOCACIÓN DE PARRISSE EN PISO	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
17	COLOCACIÓN DE PARRISSE EN PISO	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
18	COLOCACIÓN DE PARRISSE EN PISO	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
19	COLOCACIÓN DE PARRISSE EN PISO	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
20	COLOCACIÓN DE PARRISSE EN PISO	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
21	COLOCACIÓN DE PARRISSE EN PISO	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						
22	COLOCACIÓN DE PARRISSE EN PISO	FR	PAISAJE	100 M2	HERN, Luis / INTERIORES DE PAZ, J.A. - DEPAJAL (C)M2			08/12/08	10/12/08	X	X	X	X						

Figura II. 2: Programa intermedio (lookahead), Fuente Stambul (Lean construction)

- Es una ventana del plan master (entre 4 y 6 semanas) que representa en mayor detalle las actividades que deben ejecutarse en ese lapso de tiempo. Ver Figura II.2
- La ventana se desplaza todas las semanas una semana. Ver Figura II.2
- Las actividades con el color rojo tienen restricciones no levantadas. Ver Figura II.2

El LookAhead se basa en una rutina de procesos tales como:

- Definir las actividades.
- Definir la secuencia del flujo de trabajo y balancear la carga con la capacidad.
- Analizar las restricciones (de acuerdo a la clasificación previamente establecida) y asignar responsables para levantarlas.
- Desarrollar métodos detallados para la ejecución del trabajo.
- Poner al día y revisar la Programación Maestro.

Como producto de la rutina de elaboración del LookAhead se obtiene el Inventario de Trabajos Ejecutables (ITE), de donde se seleccionarán las actividades de la semana siguiente. (Stambul ingenieria,procura y construccion, 2011)

El ITE está compuesto por todas las tareas del Lookahead que tienen levantadas sus restricciones. Debemos intentar que el ITE sea de tal magnitud que las cuadrillas de producción no queden ociosas, en caso de presentarse algún imprevisto (Holgura = 1 semana adicional).

- **Planificación del Trabajo Semanal**
 - Es el último nivel de planificación.

- Tiene como objetivo acordar con los Últimos Planificadores las metas de trabajo semanal.

El control de la unidad de producción, depende de la calidad de las asignaciones hechas por el último planificador, la cual tiene como características:

- Actividades bien definidas.
- Secuencia de trabajo lógica.
- Cantidad de trabajo directamente proporcional a la capacidad que tenga la unidad de producción.
- Haber levantado las restricciones.

2.5.1.2 Herramientas de evaluación

Porcentaje de actividades cumplidas (P.A.C) o Porcentaje de plan cumplido (P.P.C).

Es un índice de control de desempeño, que mide la efectividad de la gestión (producción y soporte) en forma de porcentaje.

Se calcula de la siguiente forma:

$$\text{PAC} = \text{tareas cumplidas} / \text{tareas programadas} \times 100$$

- **P.A.C de Producción.**
Evalúa el Cumplimiento de las actividades planificadas (Planificación de trabajo semanal).
- **P.A.C de Soporte.**
Evalúa a los responsables de la gestión del levantamiento de las restricciones.

Razones de No Cumplimiento (RNC)

Son los motivos por los que, las actividades que estaban programadas y libres de restricciones no se ejecutaron. Es tanto o más importante que evaluar

numéricamente el PAC, hacer un análisis profundo de las RNC es decir buscar el origen de causa de la restricción. (Stambul ingeniería,procura y construcción, 2011)

Algunas de las razones de no cumplimiento son:

- Materiales: Falta de material para realizar las actividades programadas.
- Equipos: Falta de equipos de construcción para realizar las actividades programadas.
- Personal: Falta de personal (Mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento: El trabajo asignado no fue completado a pesar de haber estado trabajando.
- Prelación de actividades: Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (Cancha de trabajo).
- Clima: Todo lo relacionado a razones climáticas.
- Proyecto: Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad: Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, Higiene y ambiente: Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).
- Desacato al Plan: Incumplimiento voluntario de las Actividades Asignadas.

El origen de dichas Razones de No Cumplimiento son debido a:

- **Asignador:** Errores en la programación de actividades o mala utilización de las herramientas de planificación: lookahead, balance entre carga y capacidad, requerimientos de materiales, equipos y otros recursos; asignación de actividades con restricciones al plan semanal, etc.
- **Ejecutor:** Todo lo relacionado a aquellas actividades contratadas a terceros que, teniendo las restricciones levantadas (materiales, equipos, cancha de trabajo, etc.), no se realizaron por falta de coordinación por parte del contratista.
- **Externo:** Todo lo relacionado con proveedores, clima, paralizaciones en la ejecución por eventos extraordinarios como conflictos laborales y/o sindicales, huelgas, accidentes, etc. Causas que competen al área de topografía y sus actividades relacionadas.

2.5.1.3 Rutina de Reuniones

Son reuniones necesarias a todo momento para mantener un orden y planificación adecuada de trabajo en la obra y como una herramienta de Last Planner se emplea estas reuniones clasificándolas según etapas. (Stambul ingeniería,procura y construccion, 2011)

- **Reuniones de Soporte (Gestión)**

Estas reuniones se hacen semanalmente, y tienen como objetivo principal “Gestionar las restricciones que tiene producción”, de manera de cumplir con la Planificación establecida para el horizonte de las 6 semanas siguientes.

La reunión se divide en 5 partes:

- 1) Análisis de la semana anterior (tanto de la producción como la de soporte)
 - PAC de Producción (minuta que llenó planificación)
 - PAC de Soporte (minuta que llenó planificación)
 - Razones de no cumplimiento (RNC) (minuta que llenó planificación)
 - Compromiso de levantamiento de restricciones a esa fecha. (minuta que llenó planificación)
- 2) Planificación intermedia actualizada (6 semanas). De Producción.
 - Planificación determina las nuevas actividades que entran en la planificación Lookahead, (semana 6) y en la reunión se realiza un adecuado análisis de las restricciones que existan y los responsables de levantarlas.
 - Planificación presenta el ITE para la próxima semana. (Esto debe ser discutido y aceptado por producción).
- 3) Presentación de la propuesta de la semana siguiente (Plan semanal).

El cual se comprometerá con los últimos Planificadores en la reunión de Producción verificando cantidades y rendimientos para cumplir plan máster. (Esto debe ser discutido y aceptado por producción y se dará prioridad a las actividades de la Ruta Critica)
- 4) Consideración de los materiales críticos (materiales con plazo de entrega largos y/o fuera del horizonte de LookAhead).
- 5) Consideraciones sobre seguridad industrial (Acceso, limpieza y seguridad industrial)

- **Reuniones de Producción (Asignación)**

Estas reuniones se realizan semanalmente, y tiene como objetivo principal acordar las actividades del plan semanal y analizar las razones de no cumplimiento con el Ultimo Planificador. (Stambul ingenieria,procura y construccion, 2011)

La reunión se divide en 3 partes:

- 1) Evaluación y análisis de la semana anterior:
 - P.A.C de producción (es responsabilidad de producción quien determina si se cumplió o no la actividad)
 - Análisis de las Razones de NO Cumplimiento (RNC) de Producción. (es responsabilidad de producción quien determina las RNC de las actividades)
 - Soluciones (Feedback)
- 2) Aprobación del programa de la semana que viene
 - Compromiso del Contratista o Capataz (compromisos reales, que efectivamente se puedan cumplir).
- 3) Consideración de seguridad industrial y limpieza.

Como resultado de la reunión de producción se realiza una reunión consecuente denominada Post-Reunión donde se trata asuntos como:

- Publicación de la evaluación (Identificándolos con colores como Verde y Rojo).
- Publicación del programa de trabajo semanal.
- Definición de incentivos (Ej.: entradas a espectáculos deportivos, gorras, agendas, rifas, eventos, etc.).
- Entrega al contratista de los acuerdos.

- **Reuniones Diarias (Seguimiento)**

Estas reuniones se realizan diariamente, y tienen como objetivo principal identificar y resolver (sin necesidad de esperar una semana) los problemas y/o “tareas” que afectan las actividades del plan semanal. Esto con el objeto de proteger el compromiso acordado. (Stambul ingenieria,procura y construccion, 2011)

En esta reunión se realizaran actividades como:

- La reunión se realiza todos los días en el mismo sitio, y a la misma hora (ejemplo: 3 p.m.) y debe durar máximo 15 min (hay que ser muy estrictos con el cumplimiento de estas formalidades). La reunión debe fijarse a una hora que no afecte la continuidad del trabajo.
- Multa por inasistencia: debe haber una multa (algo nominal) por inasistencia. Las multas debe ser efectivamente cobradas al infractor, pudiéndose establecer un fondo para actividades deportivas de los mismos involucrados, para costear algún gasto del grupo, etc.
- En estas reuniones no hay tiempo para planificar, solo se ven los problemas que se están suscitando y que no permiten cumplir la programación o trabajos específicos. La revisión de las metas y la reprogramación se debe hacer una vez por semana (en la Reunión de Soporte), contando con el análisis y tiempo necesario.
- Entrenamiento: Hay que garantizar un adecuado entrenamiento para la persona que moderará dicha reunión. Se debe identificar la causa raíz de los problemas, y no ser un transcriptor pasivo de las respuestas de los últimos planificadores. Hasta que el moderador de la reunión, no esté suficientemente entrenado (es decir adquiera un liderazgo efectivo, y tenga capacidad de resolver los problemas planteados) dicha reunión debe ser moderada por el Jefe de Producción, o alguien designado por el mismo.

- Combatir la monotonía de la reunión: Hay que prever durante el lapso de ejecución de la obra, que la reunión diaria se torne fastidiosa, repetitiva. Hay que imprimirle dinamismo, y eventualmente cambiar alguna cosa cosmética de ésta. (por ejemplo: rotar al moderador, solicitar la presencia del Jefe de Producción en la reunión con alguna periodicidad, establecer un nuevo sitio de reunión, etc.)
- Ser efectivo: Durante la reunión, no se permite entrar en divagaciones o salirse del guion. Sólo habla la persona que informa de su trabajo, el resto escucha y no hay lugar para otras conversaciones. Debe haber compromiso para que la reunión sea efectiva. Para garantizar la efectividad, se recomienda que la reunión no se haga sentado, recomendándose que se realice “de pie”.
- Problemas distintos de la reunión diaria: Si se presenta un tema importante, ajeno al objeto de la reunión diaria, dicho tema se discute aparte con los involucrados al finalizar la reunión. No se debe perder el formato de la reunión, pues la misma se tergiversa. Repetimos, de haber un problema importante para resolver, que cambie el objeto de la reunión diaria, ésta debe concluir y enfrentar posteriormente el problema las personas involucradas.
- Se realizan 3 preguntas fundamentales en la reunión para obtener información sobre las ocurrencias de la obra:
 - 1) ¿Qué trabajo hiciste hoy?
 - 2) ¿Qué tienes previsto para mañana?
 - 3) ¿Qué necesitas?
- **Reuniones de Productividad y Procesos (Análisis)**

Estas reuniones se realizan mensualmente y tienen como objetivo principal el Análisis de: Indicadores (en un periodo de tiempo), Procesos Lean y Programa Master. (Stambul ingeniería,procura y construcción, 2011)

La reunión se divide en 4 partes:

1) Evaluación y análisis del mes anterior.

- PAC de todas las semanas del mes de PRODUCCION.
- PAC de todas las semanas del mes de SOPORTE.
- Razones de no cumplimiento (RNC) de PRODUCCION y/o SOPORTE.

2) Análisis de Indicadores de Gestión de Producción (Analizar las mediciones contra estándar). Ver Tabla II.1: Indicadores de gestión de producción.

Tabla II. 1: Indicadores de gestión de producción, Fuente Stambul (Lean Construction)

	Categoría	Parámetro	Unidad
1	Producción	Avance en Bs. (%)	Bs. valuados/Bs. Presupuestados (%)
		Avance en HH (%)	HH ejecutadas/HH Estimadas totales (%)
		Cantidad (hasta 4 parámetros de la ruta crítica)	Unidades producidas (Ej: m3 de concreto, m2 de bloque, etc)
2	Productividad	HH/unidad	HH reales vs. HH teóricas
3	Efectividad Planificación	PAC PRODUCCION PAC de SOPORTE	Actividades Cumplidas/ Actividades Planificadas
4	Calidad	(falta estudianto)	(falta estudianto)
5	Seguridad	Índice de Frecuencia Neta	Ver fórmula
		Índice de Severidad	Ver fórmula

3) Análisis de actividades de conversión y flujo (Basados en los 8 principios de Lean Construction).

1. Reducir las Pérdidas.
2. Velar por la Calidad en los procesos.
3. Reducir la variabilidad.

4. Reducir el tiempo del ciclo.
 5. Simplificar los Procesos.
 6. Introducir el mejoramiento continuo de los procesos.
 7. Mejoramiento del flujo y la conversión.
 8. Referenciar permanentemente los procesos. (Benchmarking).
- 4) Evaluación y actualización del programa master de la obra.

2.6 Sistema constructivo “Tipo Túnel”

2.6.1 Sistema tipo Túnel

La denominada tipo túnel, conocida como Tipo mecanizado, es el sistema estructural conformado por muros y placas macizas en concreto reforzado con mallas electrosoldadas de alta resistencia, fundidos monolíticamente en el mismo lugar en el que se hace la construcción. (Regnautt, R.). Ver Figura. II.3



Figura II. 3: Urb. El Encantado, Fuente propia

El sistema constructivo tipo túnel se usa para realizar estructuras de concreto armado compuestas por dos elementos estructurales, losas y muros de carga, también llamados muros de corte o muros de pared delgada, son los principales componentes de este sistema. Ellos son utilizados como los principales miembros de resistencia de cargas laterales y también como miembros de transporte de las cargas verticales. Los muros y las losas presentan casi el mismo espesor debido a que estas son vaciadas de forma simultánea usando un solo encofrado en la operación. (Haack, 2011)

2.6.2 El Encofrado

En los sistemas industrializados de construcción de viviendas se ubican las formaleta reutilizable, que significa el uso de paneles metálicos en aluminio o acero que al unirlos forman una estructura temporal y auto portante capaz de resistir grandes presiones sin deformarse y cuyo propósito es moldear el concreto según el diseño arquitectónico que se desea hacer. En general, este tipo de formaletas se agrupan en dos sistemas: formaletería manoportable y formaletería tipo túnel o mecanizado.

La formaletería tipo manoportable o manual, se puede acoplar fácilmente a cualquier tipo de proyecto o diseño arquitectónico. El sistema permite fundir de forma compacta muros y losas logrando un rendimiento de una vivienda al día con un acabado sobre la superficie de concreto liso o con textura.

La formaletería tipo túnel o mecanizado traen la velocidad y eficiencia de una línea de ensamblaje automatizada de producción, a la obra. Diseñado para vaciar con concreto los muros portantes y la losa de entrepiso en una sola y monolítica operación, estos túneles están especialmente diseñados para la construcción de múltiples viviendas (Vivienda unifamiliar individual, apareada, complejos habitacionales, edificio de apartamentos, hoteles, etc.). (Páginas amarillas Cantv, 2011).

El encofrado que se comercializa en Venezuela es una pieza de ingeniería que permite el vaciado y posterior desencofrado, utilizando para ello un tensor central el cual desencofrará las pantallas recogiendo la distancia entre ellas y cuatro soportes de rueda que funcionarán como gatos, para desencofrar la losa de entepiso y permitir rodar el encofrado seguramente a la plataforma de desencofrado. (Haack, 2011)

Los encofrados túnel tendrán como medida estándar 2.40 m de altura x 2.40m de profundidad (lo cual podrá variar entre 1 m a 2,40m) este encofrado podrá atender vaciados diarios de luces entre pantallas que van desde 1.20 m hasta 4 m, siendo la pieza máxima de 5 m de luz. (Haack, 2011).Ver Figura II.4, Figura II.5.



Figura II. 4: Encofrado tipo túnel, Fuente Sparthaco Haack



Figura II. 5: Vista encofrado tipo túnel, Fuente Sparthaco Haack

2.6.3 Proceso de montaje del sistema

El sistema túnel está diseñado para ser izado con grúas, siendo el peso máximo de una pieza de 2.000kg. Por lo que sugieren la utilización en obra de grúas con capacidad operativas de 2.000 kg en punta. La gran calidad y resistencia del sistema, ha permitido ofrecer equipos con duración de más de 1.000 usos, bajo un correcto esquema y mantenimiento, superando los 1.500 usos y los 20 años de servicio en ocasiones. (Haack, 2011). Ver Figura II.6



Figura II. 6: Utilización de Grúa para levantamiento de encofrado, Fuente Sparthaco Haack

El montaje se realiza partiendo en la primera puesta de una losa de fundación, en la que existen unos zócalos o resaltes que sirven de referencia y que constituyen el inicio de los muros. Esto se realiza sucesivamente, es decir, se colocan dichos zócalos en cada losa de entrepiso para servir de apoyo a los muros del próximo nivel. (Haack, 2011). Ver Figura II.7



Figura II. 7: Colocación de los encofrados sobre losa de fundación, Fuente Sparthaco Haack

Para obtener la continuidad de los muros a lo largo de todo el edificio, estos se unen mediante las mallas que los conforman, las cuales poseen unas extensiones extras de su acero en la parte superior, tal como se ve en la Imagen (Ver Figura II.8) estas son usadas para solapar el acero de refuerzo de un muro ya realizado con el acero del muro nuevo. (Haack, 2011).



Figura II. 8: Arranques de mallas, Fuente Sparthaco Haack

Los refuerzos verticales producidos sobre los paneles horizontales se transmiten, a través de unos tensores inclinados, hacia los muros construidos con anterioridad.

Los paneles verticales van provistos de una estructura que soporta, en su parte superior, un palco de trabajo, y en su parte inferior, dos pies regulares o gatos mecánicos que sirven para regular su posición en la altura y para conseguir un aplomado correcto. El panel con su estructura descansa sobre consolas que se fijan al muro, ya realizado, mediante tirantillas pasantes alojadas en los agujeros resultantes de la fase anterior. (Haack, 2011). Ver Figura II.9



Figura II. 9 :Panel vertical, su estructura y apoyo, Fuente Sparthaco Haack

Para el desencofrado, una vez extraídas las tirantillas, se accionan los pies regulables sobre los que se apoyan los túneles y estos descienden hasta quedar apoyados en una serie de ruedas (Ver Figura II.10), situadas en el borde inferior de los paneles verticales y que constituyen su propio sistema de transporte, mediante el cual son conducidos hasta las mesas de desencofrado situadas en las bocas de los túneles(Ver Figura II.11), para ser recogidos mediante un mecanismo de elevación, o simplemente suspendidos por eslingas de cable y trasladados para el montaje de una nueva puesta. Otro procedimiento es la utilización de una pieza en forma de C, cuyo brazo superior pende de la pluma de la grúa, mientras el inferior penetra en el interior del túnel recogiendo el encofrado para su transporte. (Haack, 2011)



Figura II. 10: Ruedas deslizante de los encofrados tipo túnel, Fuente Sparthaco Haack



Figura II. 11: Plataforma de desencofrado, Fuente Sparthaco Haack

En el proceso anterior se realizan varias fases:

- **Desencofrado:** se efectúa generalmente con un equipo de personal obrero y una pluma, donde cada operario debe estudiar cuidadosamente cada movimiento para no dañar el encofrado. Ver Figura II.12



Figura II. 12: Desencofrado mediante una pluma, Fuente Sparthaco Haack

- **Limpieza:** antes de proceder al montaje de una nueva puesta, deben retirarse de la superficie encofrante los restos de concreto que hayan quedado adheridos a la misma en la colocación precedente. Una vez limpia ducha superficie, se aplicará sobre ella una capa de aceite desencofrante.
- **Transporte y encofrado:** trasladados los módulos al emplazamiento de la próxima puesta, se procede a su montaje, solapándose con las operaciones del mismo, la colocación de la armadura y de las instalaciones.

- Vaciado: puede realizarse con tolva o bomba, dependiendo ello de la capacidad de carga de la grúa y de las particulares condiciones de la obra.
- Curado: para poder desencofrar doce horas después de terminado el vaciado, se hace necesario acelerar el fraguado inicial del concreto a fin de que la resistencia que se presente en el momento de retirar el encofrado alcance la mínima fijada previamente por el cálculo. Para ello, puede utilizarse cualquier procedimiento de curado (vapor, resistencia eléctrica a los paneles, aire caliente o cualquier aditivo) aunque el más usado y practico en nuestros días es el uso de un aditivo acelerante de fraguado. (Haack, 2011)

La distribución en tiempo del ciclo de operaciones de este sistema constructivo aproximado es. Ver Tabla II.2

Tabla II. 2: Intervalos de tiempo por fase de construcción. Fuente Sparthaco Haack

FASE	TIEMPO (horas)
Desencofrado-Limpieza-Encofrado	6 a 7
Vaciado	5 a 6
Curado	11 a 13

Así tenemos que un ciclo completo se puede realizar en período de 22 horas. Estos tiempos pueden ser posibles, pero dependen del rendimiento que presente el grupo del trabajo. Para conseguir el ciclo de 24 horas se estima como necesario el siguiente equipo humano. (Haack, 2011).Ver Tabla II.3

Tabla II. 3: Cantidad de personal por función. Fuente Sparthaco Haack

PERSONAL	N° DE HOMBRES
Gruista	1
Encofradores	6 a 8
Vaciado	4 a 5
Cabilleros	2
Instalaciones	2

2.6.4 Ventajas del Sistema

La construcción con formaletas metálicas permite un buen acabado, y el ensamble monolítico de muros y losas de entrepiso le confieren un buen comportamiento frente a la acción de sismos intensos. Las fachadas se pueden construir sin limitaciones arquitectónicas, el aislamiento acústico y térmico es aceptable, similar al de otros sistemas como los de mampostería o prefabricación en grandes paneles de concreto reforzado.

También es característico del sistema Tipo Túnel, que el uso de los encofrados permita la incorporación de cajas eléctricas y pasos de tubería perfectamente ubicados, pues las instalaciones se amarran a la malla y las cajas se incrustan en los muros. En la placa se sitúan cruces prefabricadas para colocar la formaleta de inicio de muro así como las mallas de refuerzo.

El sistema permite ubicar fácilmente contramarcos para vanos de puertas y ventanas, instalaciones sanitarias y eléctricas y elementos empotrados.

Al poder trabajar con la construcción de varios edificios al mismo tiempo, el ahorro de tiempo es aún mayor ya que se trabaja en conjunto la construcción de pares de edificios. Mientras en un edificio se está desencofrando, este encofrado se va colocando en el edificio adyacente, y mientras esto ocurre se va armando las mallas en el primer edificio. (Páginas amarillas Cantv, 2011)

2.6.5 Otros beneficios logrados con buena gestión

Los costos e eficiencia alcanzados en muchos proyectos realizados, son de entre 15 a 25%. De ahorro directo en los costos de obra. (Outinord)

Reducción en los plazos de ejecución: los ciclos de construcción siempre se reducen. El tiempo final de realización de la estructura puede ser la cuarta parte del tradicional en la construcción de viviendas individuales.

El aumento de la calidad debido al uso de encofrados metálicos permite una precisión dimensional sin precedente y un acabado en el hormigón que es de tal calidad que la utilización de un recubrimiento es a menudo innecesario. (Outinord)

El ritmo de construcción controlado los métodos de sistema tipo túnel son basados en un ciclo “desencofrado, encofrado, hormigonado” de 24 horas. Este ciclo diario de producción permite controlar el progreso de sus operaciones, la planificación precisa de todos los suministros y la logística, así como a definir las necesidades de mano de obra. (Outinord)

2.7 Gestión de valor ganado

La Gestión de Valor Ganado (EVM) fue desarrollada en los 60s como una Técnica de Análisis Financiero. Se volvió popular en las siguientes cuatro décadas como una Técnica de Gestión de Proyectos. Sin embargo, hoy es también conocida como una Técnica de Gestión de Programas. EVM fue adoptada por la Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio de los Estados Unidos (NASA), el Departamento de Energía de los Estados Unidos y el Departamento de Defensa (DoD). En las últimas tres décadas ha sido ampliamente adoptado por Gerentes y Ejecutivos internacionalmente. El ANSI/EIA-748-B-2007 ha estandarizado el uso de los Sistemas de Gestión de Valor Ganado (EVMS) que han sido adoptados en muchos países para sus programas de adquisiciones y aprovisionamiento. (EVM, 2012).

EVM principalmente cubre las tres más importantes áreas de conocimiento de la Gestión de Proyectos: Gestión del Alcance, Gestión del Costo y Gestión del Tiempo. EVM unifica esas tres áreas en un marco conceptual común que permite representar matemáticamente las relaciones entre ellas. A pesar de que EVM es débil en otras áreas de la Gestión de Proyectos como la Gestión de las Partes Interesadas, puede ser usada para mejorar dramáticamente la tasa de éxito en

proyectos cuando es complementada con otras técnicas de la Gestión de Proyectos.

La Gestión de Valor Ganado tiene su base en el uso de tres variables: Valor Planeado (PV), Costo Actual (AC) y Valor Ganado (EV). La última variable es una buena medida del avance. El Análisis de Valor Ganado principalmente compara el Valor Planeado con el Valor Ganado con el propósito de conocer la velocidad del proyecto. También compara el Costo Actual con el Valor Ganado con el propósito de saber si el proyecto está en el presupuesto. Ver Figura III.13

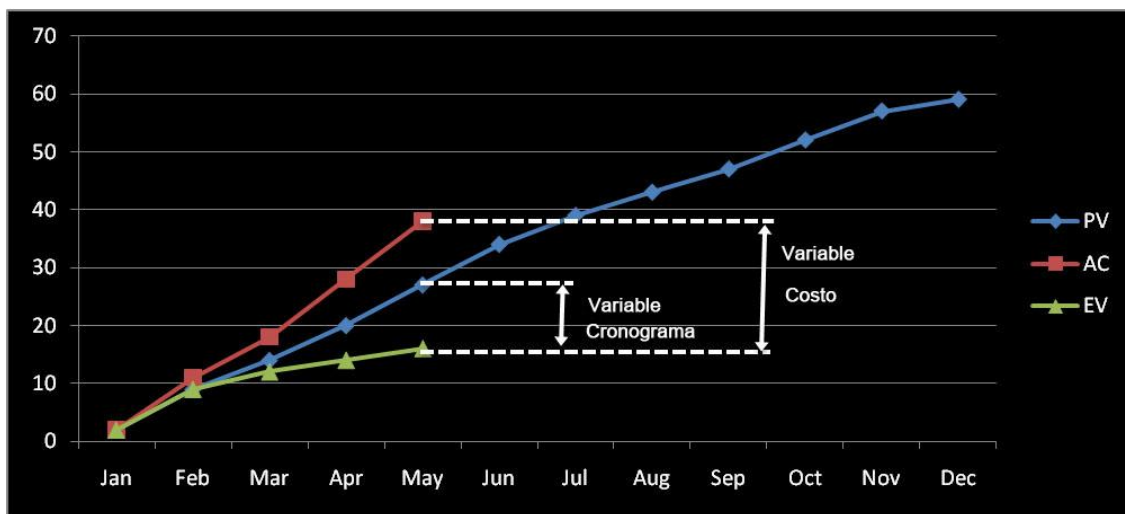


Figura II. 13: Gráfica de Gestión de valor ganado (evm). Fuente (EVM, 2012)

2.7.1 Valor Planeado (PV)

El Valor Planeado (PV) es una función del tiempo y representa el valor económico que será invertido en un proyecto. El dominio es el tiempo y el rango es el valor económico (Bs). Asocia un valor a cada momento del tiempo. Es una convención que el Valor Planeado (PV) comienza en el tiempo cero y va hasta la duración estimada del proyecto. El valor mínimo es cero y el valor máximo del Valor Planeado (PV) es el presupuesto total del proyecto. (EVM, 2012)

El Valor Planeado (PV) es una consecuencia de sumar el costo de las tareas de un proyecto en el momento en que ellas deben ejecutarse. Como Ud. puede ver en la siguiente Tabla II.4, el Valor Planeado (PV) es el costo acumulado de la ejecución de un proyecto en el tiempo.

Tabla II. 4 Valor Planeado (PV). Fuente (EVM, 2012)

Task #	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Budget
1	2	4											6
2		3	3	3									9
3			2	2	2	2							8
4				1	1	1	1	1	1				6
5					4	4	4						12
6								3	3	3	3		12
7										2	2	2	6
Total Cost	2	7	5	6	7	7	5	4	4	5	5	2	
Accumulated Cost	2	9	14	20	27	34	39	43	47	52	57	59	59

La curva obtenida del costo acumulado es el Valor Planeado (PV), también conocido como "Línea Base" y es la referencia para el desempeño económico para todo el proyecto. Ver. Figura II.14.

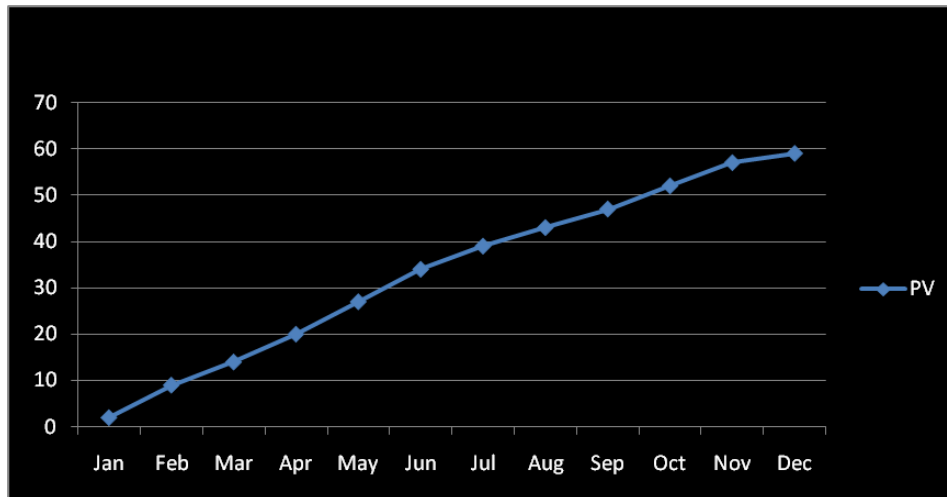


Figura II. 14: Gráfica de Línea Base del Valor Planeado (PV). Fuente (EVM, 2012)

2.7.2 Costo Actual (AC)

El Costo Actual (AC) es una función del tiempo y una medida de cuánto dinero ha sido gastada en un proyecto. Es medido en unidades de valor económico (Bs). Matemáticamente, el dominio del Costo Actual (AC) es tiempo y el rango es valor económico (\$). El Costo Actual (AC) está claramente asociado con el Valor Ganado (EV) porque las unidades de trabajo que son medidas por AC son las mismas que EV ha añadido como progreso. En otras palabras, cuando una unidad de trabajo ha sido hecha, EV añade el valor planeado de costo para esa unidad de trabajo y AC añade el costo real que tuvo esa unidad de trabajo. (EVM, 2012)

2.7.3 Valor Ganado (EV)

El Valor Ganado (EV) es una función del tiempo y representa el avance de un proyecto. Se mide en unidades de valor económico (Bs). Matemáticamente, el dominio del Valor Ganado (EV) es tiempo y el rango es valor económico (Bs). El Valor Ganado (EV) está claramente asociado con el Valor Planeado (PV) porque el valor que EV tiene, cuando se supera un hito (o se alcanza un objetivo), es el mismo que tiene PV en las mismas circunstancias. En otras palabras, cuando es ejecutada una unidad de trabajo, EV adiciona el mismo valor que fue planeado para esa unidad de trabajo en la curva PV, no importa cuánto fue el costo real de terminar esa unidad de trabajo. (EVM, 2012)

2.7.4 Índice de Desempeño de Programación (SV)

La Varianza de Programación (SV) de un proyecto es simplemente la diferencia entre el Valor Ganado (EV) y el Valor Planeado (PV). El valor es positivo si el costo presupuestado del trabajo ejecutado es mayor que el costo presupuestado del trabajo programado. En otras palabras, SV es positivo si el proyecto está dentro del cronograma. (Ver Formula II.1). (EVM, 2012)

$$SV = EV - PV \quad \text{(Formula II.1)}$$

2.7.5 Programación Ganada (ES)

El concepto de avance en tiempo de un proyecto, a veces llamado Earned Schedule (ES) o Programación Ganada, es bastante simple. Se trata de una medida de tiempo. Es el instante de tiempo del plan al que le correspondería el avance actual. Si el proyecto lleva atraso, ES será el instante de tiempo en el que debió completarse el mismo avance que se lleva actualmente. Si el proyecto va adelantado, ES será el instante de tiempo hasta el cual el proyecto se puede mantener sin progresar, sin que esto genere atraso en el proyecto.

La forma de encontrar el instante de tiempo (ES) es la siguiente. Se trata de encontrar un instante de tiempo distinto del instante de tiempo actual (T), en que el Valor Planeado (PV) fue o será igual al Valor Ganado (EV) actual, o lo que es lo mismo, proyectar horizontalmente el Valor Ganado (EV) sobre la curva de Valor Planeado (PV). (EVM, 2012)

2.7.6 Varianza de Programación (SPI)

El Índice de Desempeño de Programación (SPI) comúnmente es definido como la razón entre el Valor Ganado (EV) y el Valor Planeado (PV). El valor es mayor que uno si el costo presupuestado del trabajo ejecutado es mayor que el costo presupuestado del trabajo programado. En otras palabras, SPI es mayor que uno si el proyecto va más rápido que lo programado, definido de este modo es menos efectivo cuando un proyecto se acerca al final.

Es claro que cuando EV se acerca a PV, el indicador tiende a 1, que es el valor ideal. Aun cuando un proyecto termina tarde, el indicador SPI siempre termina en 1. Una mejor manera de definir el SPI es usando el concepto de Programación Ganada (ES). Entonces, considerando que AT es el tiempo actual, SPI puede ser mejor definido como en la siguiente (Fórmula II.2). (EVM, 2012)

$$SPI = \frac{ES}{AT} \quad (\text{Fórmula II.2})$$

CAPITULO III

METODO

Para la realización de esta comparación entre el método constructivo tradicional y la herramienta de Last Planner de Lean Construction se utilizaron los siguientes pasos.

1) Investigación por cuestionario

Dentro de la investigación por cuestionario se realizaron las siguientes actividades.

- Se realizó un listado de las variables comunes entre los dos métodos de gestión que puedan afectar el rendimiento de un proyecto.
- Se diseñó una encuesta corta con las variables o parámetros comunes, estas fueron entregadas a ingenieros expertos en el campo de planificación de obra, para obtener una base de datos que represente las tres principales variables que puedan afectar un proyecto en Venezuela.
- Con las tres variables principales, se creó un escenario por cada una de ellas donde se analizó la situación de restricción de dicha variable durante la realización de un proyecto, que luego se evaluó con cada método de gestión.

2) Generación del modelo de la estructura tipo túnel y las condiciones contenidas.

Para la comparación de ambos métodos de gestión de obra se desarrolló una edificación Tipo túnel previamente diseñado, en un programa de cálculo estructural Etabs, con las siguientes características:

- El uso de la edificación es residencial considerada del grupo B2, por la clasificación según el uso establecido en la norma COVENIN 1756-01.
- La edificación posee cuatro módulos de cuatro niveles cada uno.
- El esquema en planta y elevación es de geometría regular.
- Está conformado por pantallas de 12 cm de espesor en su dirección principal (la dirección más corta) y pantallas de 15 cm de espesor en su dirección transversal (la dirección más larga).
- La edificación está sobre una placa de fundación de 30 cm de espesor.
- La edificación se calculó en una zona sísmica 6, correspondiente a una aceleración horizontal del terreno de 0.35g y un factor de reducción $R=3$ (COVENIN 1756-01)

Las condiciones que contendrá la obra para su ejecución serán las siguientes:

- Se tendrán cuatro encofrados túnel, que permitirá el vaciado de un piso cada dos días.
- Se tendrán tres cuadrillas, una de encofrado, una de vaciado y una de malleros.
- En este proyecto se considero que no se poseía ningún tipo de malla remanente de otro proyecto antiguo, por lo que las mallas diseñadas para este proyecto son totalmente nuevas.
- Se consideró la planificación de la edificación únicamente hasta la parte estructural, es decir, no se incluirá la parte de acabado.

Una vez diseñada la edificación se presenta una vista de planta, elevación, viste 3D del modelo y algunos planos referenciales. Ver Figura III.1, Figura III.2, Figura.III.3, Figura III.4, Anexo A

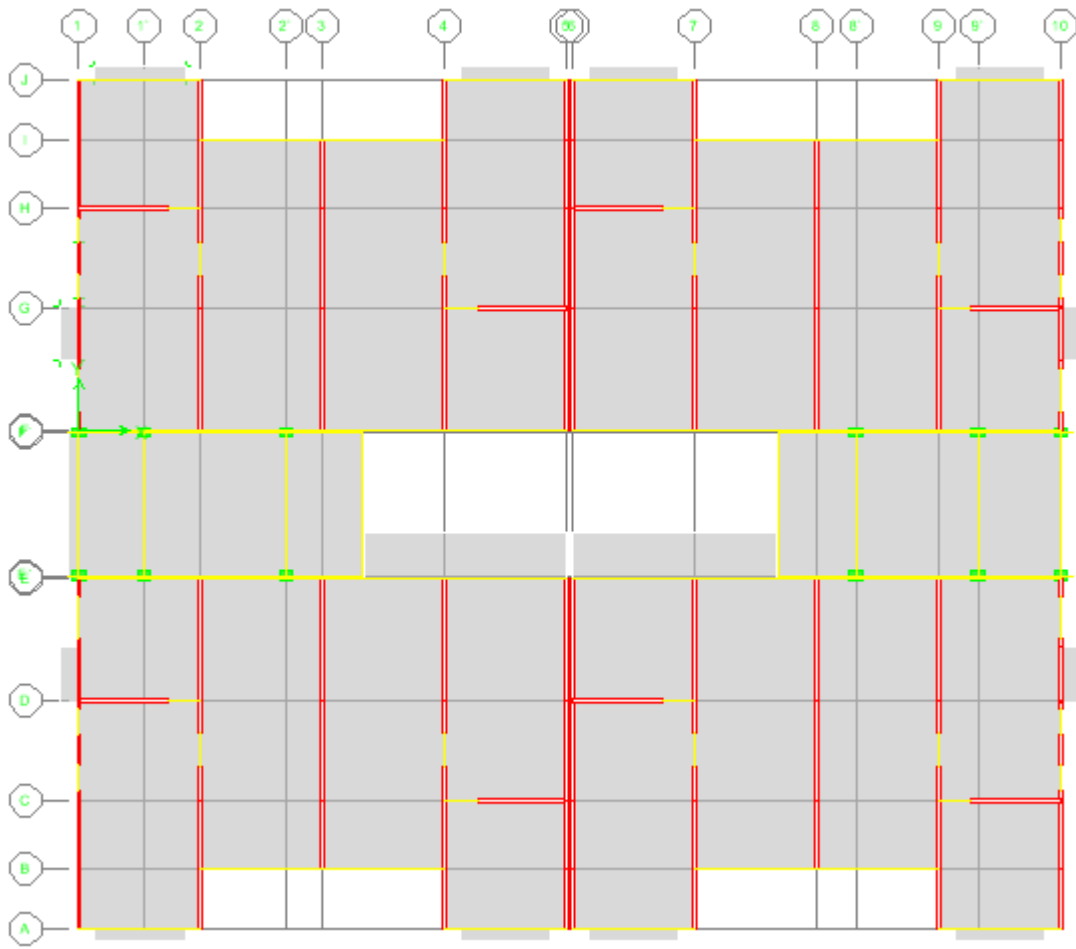


Figura III. 1: Vista en planta.

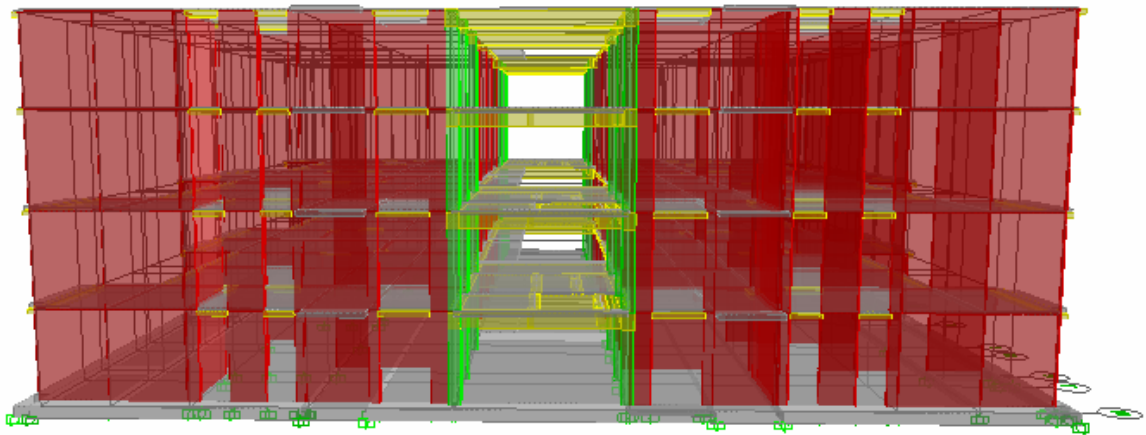


Figura III. 2: Vista en elevación de la dirección más corta.

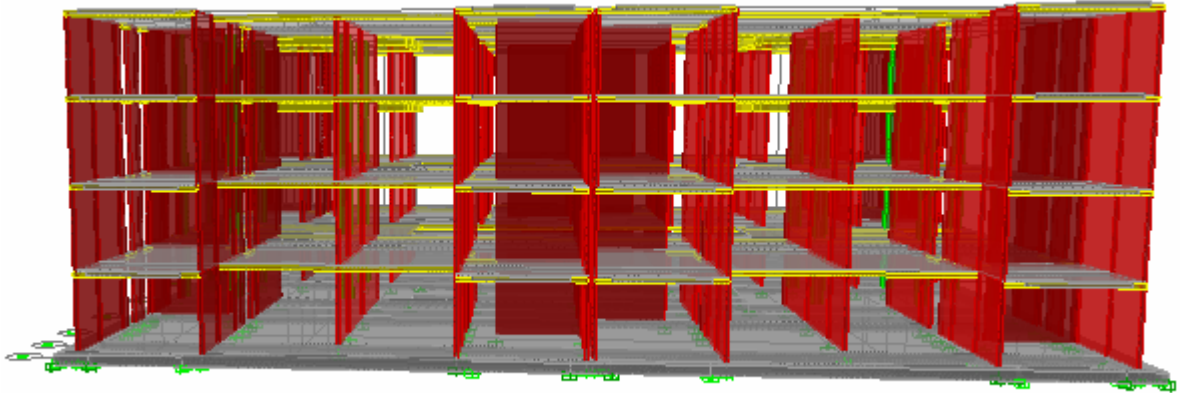


Figura III. 3: Vista en elevación de la dirección más larga.

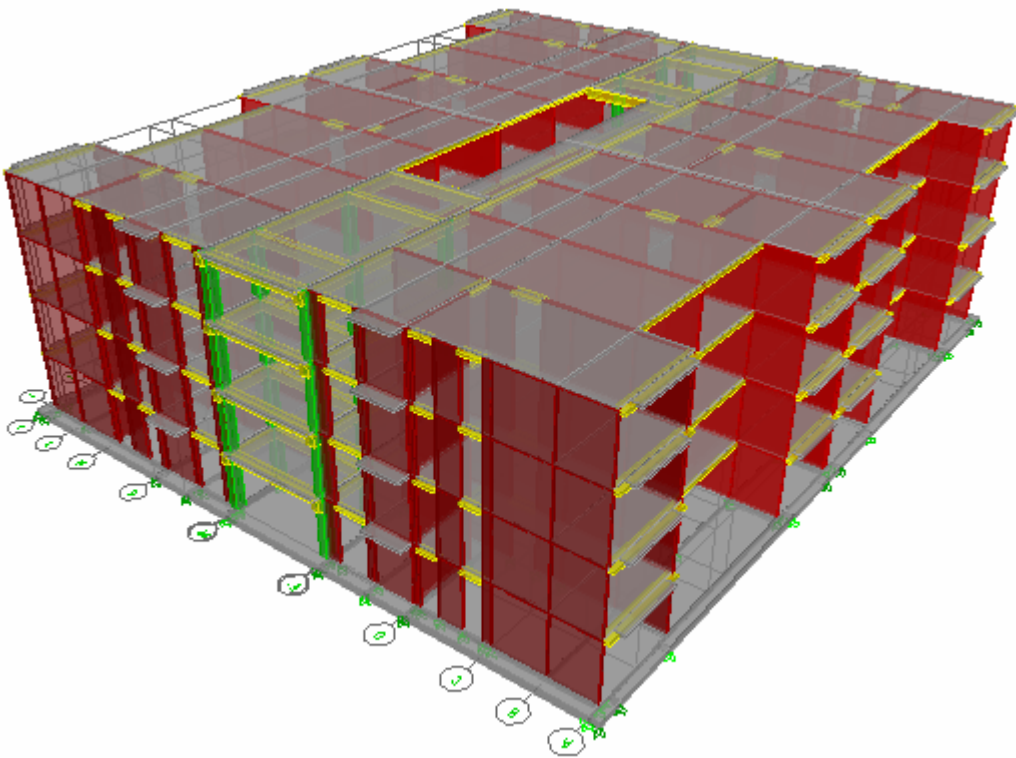


Figura III. 4: Vista en 3D.

3) Secuencia de construcción para la edificación tipo túnel.

Para la construcción de la edificación tipo túnel antes descrita, se dividió en dos módulos A y B (Ver Figura III.5). La secuencia de construcción para ambos métodos de gestión será en forma de intercalo ascendente como se muestra en el siguiente esquema (Ver Figura III.6).

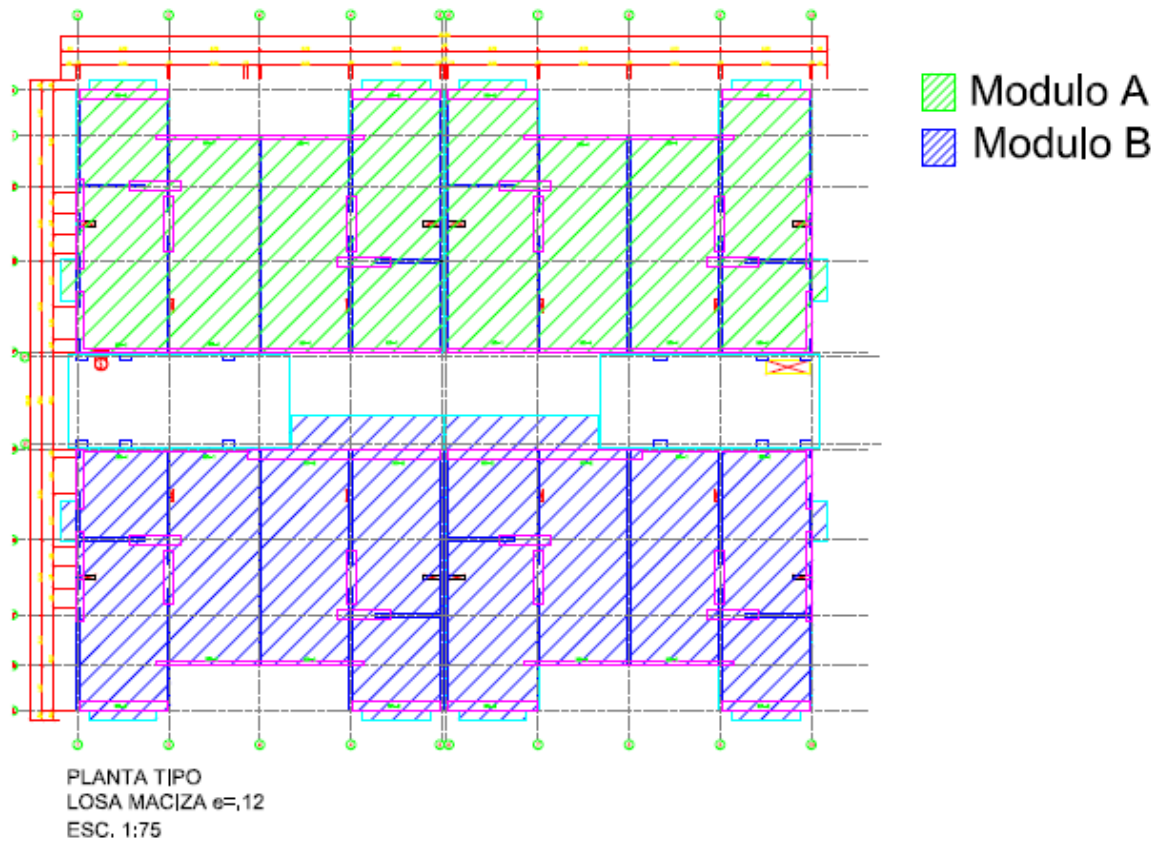


Figura III. 5: Distribución de módulo en planta tipo

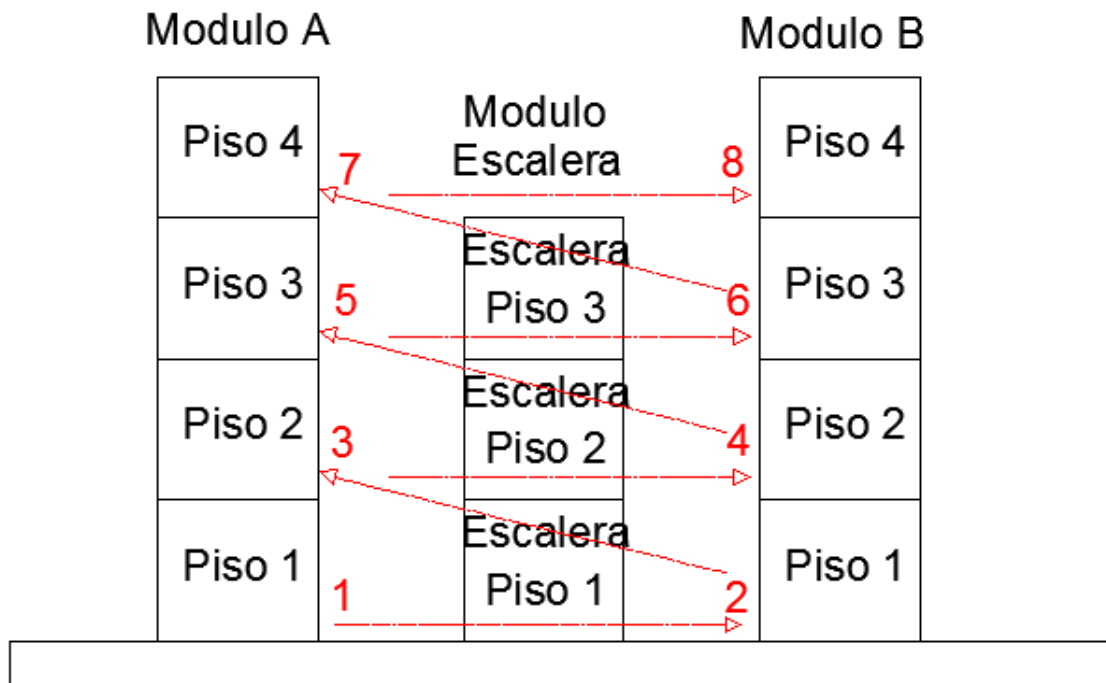


Figura III. 6: Secuencia de construcción para edificación tipo Túnel

4) Elaboración de la planificación de obra utilizando el método tradicional.

Con las variables y el modelo estructural definido se realizó un análisis por cada escenario siguiendo los cinco (5) grupos de procesos planteados por la Norma del Instituto de Gerencia de Proyecto (con sus siglas en ingles PMI) utilizada internacionalmente, estos son los siguientes:

- Iniciación.
- Planificación.
- Ejecución.
- Seguimiento y Control.
- Cierre.

Se utilizó el método Escala ® que se basa en los cinco grupos de procesos de la PMI, y nos ofrece una guía para la administración profesional de proyectos para cada escenario, donde dicho método considera una definición del éxito de un

proyecto como el cumplir los objetivos de tiempo, costo y calidad, a satisfacción del cliente y en los involucrados clave al mismo tiempo que desarrollar relaciones a largo plazo con proveedores y demás integrantes del equipo. (Chamoun, 2002).

Una vez que se realizó la administración del proyecto o el desglose estructurado del trabajo (con sus siglas en inglés WBS) se utilizó el método de valor ganado para medir los retrasos en función del costo de cada variable obtenida y se mostró una gráfica S de avance de obra donde se evidencia dichos retrasos con respecto a una línea base de tiempo y costo.

5) Realizar la gestión de la obra con la herramienta de Last Planner.

A base de los análisis obtenidos se realizó la proyección de la obra, donde se aplicó la herramienta de Last Planner que consistió en las siguientes actividades:

- Se generó un plan maestro para todos los escenarios donde luego se realizó la proyección sobre el inicio, ejecución y final de la obra en ejecución.
- Se generó una planificación intermedia (Lookahead) para cada escenario donde se evaluó las restricciones o razones de no cumplimiento.
- Se generó una planificación semanal donde se levantaron las razones de no cumplimiento y se definió las actividades a realizar de acuerdo a la capacidad de producción.

Una vez obtenido los datos, se utilizó el método de valor ganado para evaluar mediante una gráfica S de avance de obra los retrasos obtenidos y su influencia en el costo de la obra, donde se muestra para cada variable una comparación de avance de obra con respecto a una línea base deseada para la ejecución de la obra.

6) Evaluación y procesamiento de los resultados.

- Con los datos obtenidos en los pasos (3) y (4) se procedió a comparar los resultados de cada método en relación a las restricciones seleccionados en las encuestas realizadas a los expertos en el área y los tiempos obtenidos.
- Se compararon las gráficas de avance de obra realizadas por el método de valor ganado, para determinar como las variables de restricción se comportaban con cada metodología de gestión.
- Se analizaron los diferentes aspectos de cada metodología, señalando las fortalezas y adecuación de los mismos cuando se realizan las obras civiles con estructuras tipo túnel.

CAPITULO IV

ANALISIS Y RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el desarrollo de cada objetivo específico siguiendo los pasos expuestos en el Capítulo III: Método, con la finalidad de realizar la comparación entre el método de gestión tradicional usado en Venezuela y el método de Last Planner basado en la filosofía de Lean Construction.

4.1 Cuestionario de selección de variable

Para la obtención de las variables más relevantes utilizadas en la comparación de los métodos, se realizó una encuesta con el formato mostrado en la Figura IV.1 ó Anexo B

Las variables mostradas en el cuestionario son: Material, Equipo, Personal, Rendimiento, Prelación de Actividad, Clima, Proyecto, Claridad y Seguridad Industrial, higiene y Ambiente. Estas variables fueron seleccionadas tomando como base el PMBOOK 4ta edición, las cuales se reflejan como las variables más relevantes usadas a la hora de una planificación gerencial. En este caso, fue la planificación de una edificación tipo túnel, las variables antes mencionadas son usadas igualmente tanto el método tradicional como el método de Lean Construction, por ser las variables con más incidencia dentro de una obra civil en Venezuela, esto permitió la compatibilidad de los resultados del cuestionario.

Especialidad: _____
 Años de experiencias: En diseño: _____ En Ejecución: _____

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado se realizó siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

Figura IV. 1: Cuestionario de investigación de variables.

El cuestionario fue revisado y ajustado en el tiempo en repetidas ocasiones por expertos como la Prof. María Eugenia Korody y el Prof. Hermann Lago antes de ser entregado para la recolección de datos.

Los resultados obtenidos por el cuestionario se reflejan a continuación. Ver TablaIV.1, Figura. IV.2. y Anexo C.

Tabla IV. 1: Tabla de resultados de variables.

N°	Variables									Año de Experiencia	
	Materiales	Equipo	Personal	Rendimiento	Prelación de actividad	Clima	Proyecto	Calidad	Seguridad	En Diseño	En Ejecución
1	3	1	0	0	0	0	2	0	0	10	12
2	3	0	0	0	0	1	0	0	2	30	6
3	3	2	1	0	0	0	0	0	0	40	35
4	1	0	0	0	0	2	3	0	0	5	5
5	3	0	0	2	0	1	0	0	0	3	2
6	3	1	0	0	0	2	0	0	0	20	10
7	2	1	3	0	0	0	0	0	0	35	25
8	2	0	0	0	0	1	3	0	0	6	2
9	1	0	0	0	0	3	2	0	0	12	12
10	0	0	0	2	0	0	3	1	0	19	3
11	3	0	0	0	1	0	2	0	0	32	0
12	3	0	0	1	0	0	2	0	0	25	0
13	3	0	2	0	0	0	1	0	0	7.5	0
14	2	0	3	0	0	1	0	0	0	1	0
15	3	1	0	0	0	0	2	0	0	9	0
16	1	2	0	0	0	0	3	0	0	25	15
17	1	0	2	0	0	0	3	0	0	7	3
18	0	0	0	0	2	0	3	1	0	22	22
19	3	0	1	0	0	0	2	0	0	22	22
20	3	2	0	0	0	0	1	0	0	23	0
Total	43	10	12	5	3	11	32	2	2	18	9
Total (%)	35.83	8.33	10.00	4.17	2.50	9.17	26.67	1.67	1.67		

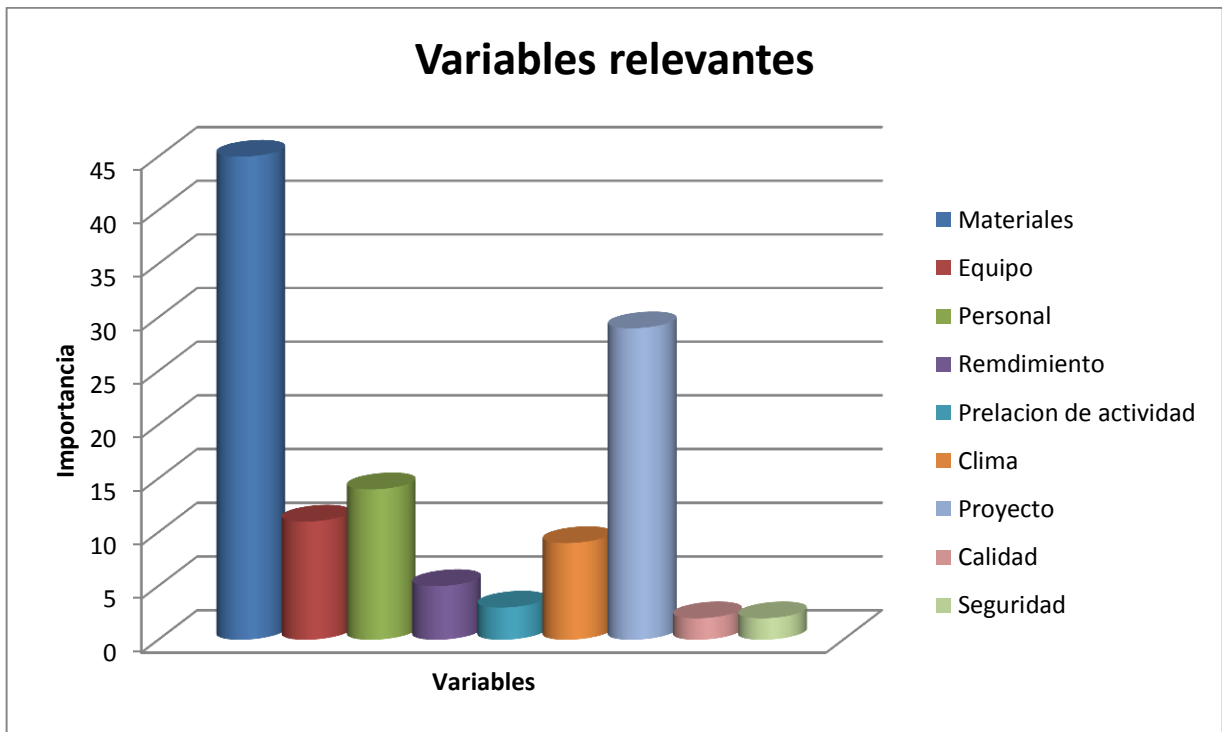


Figura IV. 2: Gráfica de variables más relevantes

Se realizaron un total de veinte (20) encuestas a ingenieros expertos en el área, donde el encuestado tuvo que seleccionar tres (3) variables en orden de importancia siendo el valor de tres (3) el mas importante y el valor de uno (1) como el de menor importancia. Luego se sumaron los valores obtenidos por cada variable, siendo la de mayor valor la más importante.

Cabe destacar que se repartió el mayor número de encuestas posibles para obtener un muestreo significativo, a manera de poseer unos resultados más precisos, pero debido a ciertas dificultades presentadas como, el tiempo tomado para responder la encuesta, la búsqueda de expertos en el área para responder correctamente la encuesta, entre otros. Solo se pudo obtener una muestra de (20) encuestas correctamente respondidas, y por ello los análisis realizados en este trabajo de investigación se basaron en dicha muestra.

Como se podrá observar en la Figura IV. 2 las tres variables con mayor importancia en la ejecución de obra según los ingenieros expertos consultados, la variable de mayor importancia fue los materiales con un total de cuarenta y tres (43) puntos lo que representa un 35.83% del total de los puntos de todas las variables, la segunda variable fue el proyecto con un total de treinta y dos (32) puntos correspondiente a un 26.67% y finalmente la tercera variable fue el personal con un total de doce (12) correspondiente a un 10%.

Cuando se refiere a la variable de material significa la ausencia de concreto, mallas electrosoldadas, entre otros, indispensables para ejecutar la obra, que hoy en día en Venezuela es complejo obtener todos los materiales necesarios para realizar la obra en el tiempo estimado.

Para el caso de la variable personal se refiere a la ausencia de personal de obra perteneciente a una cuadrilla en los frentes de trabajo de la obra en ejecución que impida realizar una actividad necesaria acorde con la planificación estipulada.

Por último en la variable de proyecto se muestra algún inconveniente no previsto dentro del proyecto estructural durante la ejecución de la obra que incluye imprevistos en el cálculo de diseño, mala interpretación de los cálculos hacia los planos, entre otros.

Además de la selección de cada una de las variables se le agregó una sección para describir alguna observación adicional que pudiese ser relevante al tema. Las observaciones más resaltantes son las siguientes:

“Todos tienen importancia pero pueden subsanarse con el adecuado equipo de trabajo. Siempre lo más importante es un adecuado personal profesional, técnico y obrero.”

“La inflación y costo de materiales y equipos en uno o dos años.” “Como variable de gran importancia se debería considerar los paros, huelgas, manifestaciones, problemas con el sindicato, etc.”

“Proyecto: porque una ingeniería pobre impactaría desde el comienzo la construcción.”

“Rendimiento: contratistas que no cumplan con lo planificado son un dolor de cabeza.”

“Calidad: demasiadas no conformidades retrasan el trabajo.”

“Otros aspectos importantes es el sindicato: las huelgas retrasan el trabajo y además te obligan a un número determinado de personal que por lo general no trabajan, por el apoyo que tiene del sindicato.”

“Obtención de la permisologías para la construcción.”

Otra variable no tomada en la encuesta y que fue resaltado, por los ingenieros expertos dentro de la sección de observaciones fueron los frecuentes problemas con el sindicato.

Ya descritas las variables que se usáran para la comparación de ambos métodos de gestión, se realizó un análisis en la fase de ejecución de la edificación previamente diseñada. Se generaron cuatro (4) escenarios, donde se verán modificadas las tres variables indicadas por los ingenieros expertos como restricción o razón de no cumplimiento, junto a un escenario inicial donde no habrá alteración de la misma definida para este trabajo especial de grado como caso ideal.

4.2 Consideraciones tomadas antes de ejecutar un proyecto.

En todo proyecto de ejecución de obra se deben realizar una cantidad de actividades previas que permitan el adecuado desenvolvimiento de la obra. Dentro

de las actividades previas que se contemplaron en este trabajo especial de grado junto con la colaboración de los tutores se presenta las siguientes actividades:

- ✓ Realizar el proyecto de urbanismo, este contempla el diseño y cálculo de los servicios como son la dotación de agua potable necesaria para suplir la edificación, el suministro de energía eléctrica, servicio de gas, recolección y canalización de aguas servidas, entre otros. Todos estos servicios tienen que estar contemplados antes de construir cualquier edificación, y depende de la localidad y zona de construcción. Todo este procedimiento tarda en Venezuela aproximadamente como un (1) mes (Fuente: Ing. Sorimar Ibarra, entrevista personal, mayo 21, 2012)

- ✓ Contemplar las rutas viales necesarias para el transporte del material u otros servicios necesarios para acceder al terreno de la obra, sin causar una interrupción importante en el flujo vehicular de la zona local donde este ubicada la obra. En caso de no poseer una ruta aceptable se debe considerar la construcción de una nueva vialidad que de acceso a la zona de construcción.

- ✓ Una vez hecho el diseño del proyecto urbano y confirmado la disponibilidad de los servicios, se necesita realizar las permisologías de construcción necesarias, para ello se requiere introducir en la Alcaldía que tenga jurisdicción en la zona los siguientes recaudos: el proyecto arquitectónico, el proyecto estructural y como se menciona antes el proyecto de urbanismo, entre otros documentos. Generalmente se requieren 15 días hábiles para la aprobación de cada recaudo, pero en Venezuela normalmente se toma alrededor de 4 a 5 meses. Es por esto que las obras en Venezuela suelen empezar con las actividades como lo son el movimiento de tierra que normalmente contempla la limpieza del terreno y el cercado del perímetro de la parcela pero puede variar dependiendo del proyecto. (Fuente: Ing. Sorimar Ibarra, entrevista personal, mayo 21, 2012).

Se hace mención a lo anterior debido a que, para los fines de este trabajo de investigación y el análisis de la ejecución de la estructura tipo túnel previamente diseñada, como procedimientos ya aceptados en los ámbitos legales. Y se enfocará primordialmente en el proceso de ejecución de la obra como rango del proyecto a comparar con ambos métodos y la interacción de las variables de material, personal y proyecto.

4.3 Método Tradicional de Gestión de obra en Venezuela.

Para realizar la comparación del método tradicional de gestión con el método de Last Planner se procede a describir los diferentes escenarios donde se aplica cada una de las variables antes descritas, para así obtener la variación de tiempo total de ejecución por cada escenario.

Los días de retrasos tomados para cada escenario evaluado en este trabajo especial de grado, fue el resultado de un análisis estadístico realizado a expertos en el área. Para ello se utilizó un cuestionario de investigación que reflejaba cada escenario y se pedía un estimado del tiempo que consumía el retraso por la variable estudiada en ese escenario. Ver Figura IV. 3 y Anexo D.

Especialidad en el área de Ingeniería Civil: _____

Años de experiencias: En diseño: _____ En Ejecución: _____

Para la construcción de una estructura Tipo Túnel de 3 niveles mas techo de aproximadamente 153 m² por nivel, se realizo una simulación de planificación y gestión de obra en la fase de ejecución. Para dicha estructura se le aplicaron varios escenarios de planificación con las variables de material, personal y proyecto, con el fin de medir el tiempo de retraso que se genere por dichas variables. A continuación se realiza varias preguntas según su experiencia acerca de cada escenario.

- 1) Según investigación en una obra tipo túnel, el material de acero de refuerzo debería estar en sitio 15 días antes de su uso, en caso de retraso, cuanto sería el tiempo promedio de espera?
- 2) Para el caso de ausentarse un personal, específicamente un técnico operador de la maquinaria del Torre Grúa, cual sería el tiempo promedio que se requiere en obra para solicitar un remplazo y en donde lo hallaría?
- 3) Para el caso en que el diseño de malla para las pantallas y losas tipo de cada nivel sea el incorrecto en obra, cual sería el tiempo promedio que tardaría en recalcular el diseño para continuar con el armado de las pantallas y losas?
- 4) De estos tres casos presentados, le ha ocurrido algún caso similar? De ser así indique cual?

Figura IV. 3: Cuestionario de estimación de retraso.

Con los resultados obtenidos se realizó un análisis estadístico utilizando la formula (Formula.IV.1) que se utiliza para estimar la duración esperada en cada actividad. En planificación y programación de proyectos se estima que la duración esperada de una actividad es una variable aleatoria de distribución de probabilidad Beta Unimodal de parámetros (a, m, b) (Project Management Institute, 2005), que es aplicable para este caso particular donde no se posee un gran número de datos disponibles. A continuación se presenta en la Tabla IV.2 los resultados obtenidos del cuestionario realizado junto a la estadística respectiva. Ver Anexo E.

$$te = \frac{ta+4tm+tb}{6} \quad (\text{Fórmula.IV.1})$$

Los parámetros tomados para la Formula IV.1 son:

ta = Se define como el tiempo optimista al menor tiempo que puede durar una actividad.

tm = Es el tiempo más probable que podría durar una actividad.

tb = Éste es el tiempo pesimista, o el mayor tiempo que puede durar una actividad.

te = Corresponde al tiempo esperado para una actividad

Tabla IV. 2: Tabla de resultados de los tiempos de retraso por variable.

	Tiempo de retraso por variables (días)			Años de Experiencia	
	Material	Personal	Proyecto	En ejecución	En diseño
1	1.0	0.5	0.0	2	6
5	3.0	2.0	1.0	2	4
2	7.0	1.0	0.0	2	8
6	5.0	3.0	1.0	1	10
3	2.0	0.0	0.0	3	15
7	3.0	2.0	0.5	3	5
4	2.0	0.5	0.0	1	2
8	2.0	1.5	1.0	5	7
9	5.0	2.5	1.0	3	6
10	6.0	1.5	1.0	7	3
Promedio	3.6	1.5	0.6	2.9	6.6
ta	1.0	0.0	0.0		
tm	3.6	1.5	0.6		
tb	7.0	3.0	1.0		
te	3.73	1.47	0.53		

a) Caso de línea base

En este caso se asumió que todas las variables en la obra no presentaron ningún tipo de restricción o retraso, con la finalidad de obtener un tiempo base general en óptimas condiciones de la obra, posteriormente este tiempo se comparó con los obtenidos en los casos siguientes. La obra se dividió por semanas que subsecuentemente se dividió por días y actividades realizadas para un mejor control sobre el tiempo de duración de cada actividad a la hora de realizar la comparación.

La planificación de la obra utilizando la metodología tradicional de gestión para el caso ideal abarca un tiempo total de ejecución de 55 días, ésta planificación comprende netamente los elementos estructurales del sistema tipo

túnel, desde la losa de fundación hasta los módulos del cuarto nivel. (Ver Tabla IV.3)

Para este escenario y los demás escenarios las actividades se agrupan dependiendo del módulo y nivel que se esté ejecutando, por ejemplo en la Tabla IV.3 se muestran agrupadas las actividades correspondientes al armado y vaciado de pantallas y losa de entrepiso para el primer piso del módulo A. (Ver tabla IV.4)

b) Modificando la variable de los materiales

En este caso se variaron la disponibilidad de los materiales en dos puntos durante la ejecución de la obra, esto con el interés de mostrar los cambios que presenta la metodología cuando reincide en la actividad en estudio permitiendo mostrar los retrasos provocados en función del tiempo y ver las medidas que se realizan para solventar este problema y evitar el menor retraso posible.

El material con que se realizó el estudio fue la ausencia de acero de refuerzo el cual en toda obra tiene que estar en sitio de trabajo 15 días antes de su uso. (Fuente: Ing. Sorimar Ibarra, entrevista personal, mayo 21, 2012)

Se tomaron los dos puntos de estudio para la evaluación de esta variable en la actividad del módulo A (piso 1): Armado de núcleo de borde correspondiente a el inicio de la obra y la segunda actividad se tomó en el módulo A (piso 2): Armado de núcleo de borde correspondiente a los 20 días desde el inicio de la obra.

Para el primer punto de estudio, el acero de refuerzo necesitado debe estar en el sitio de ejecución al segundo día del inicio de la obra respetando los 15 días explicados anteriormente. Sin embargo, tomando en cuenta los resultados de la investigación por cuestionario sobre los tiempos promedio de retraso (ver Tabla IV.2) se optó que el material obtuvo un retraso de 4 días después de lo planificado, generando un retraso inicial de 4 días para un total de 59 días como nuevo tiempo total de culminación. Ver Tabla IV.5 y Tabla IV.6

Este método plantea reuniones mensuales y semanales donde se discuten todas las actividades que presentas fallas según la planificación del proyecto, no obstante, no poseen un control sistemático de las fallas que se presentan en la semana anterior y como solucionarlo de manera eficiente, lo que ocasiona el mismo retraso si esta situación vuelve a suscitarse. Por lo tanto en el segundo

punto de estudio tendrá el mismo retraso que se presentó en el primer punto, dando un retraso de tiempo total de 63 días.

Tabla IV. 5: Cronograma de actividad en caso de ausencia de material del Módulo A (piso 1). Método tradicional.

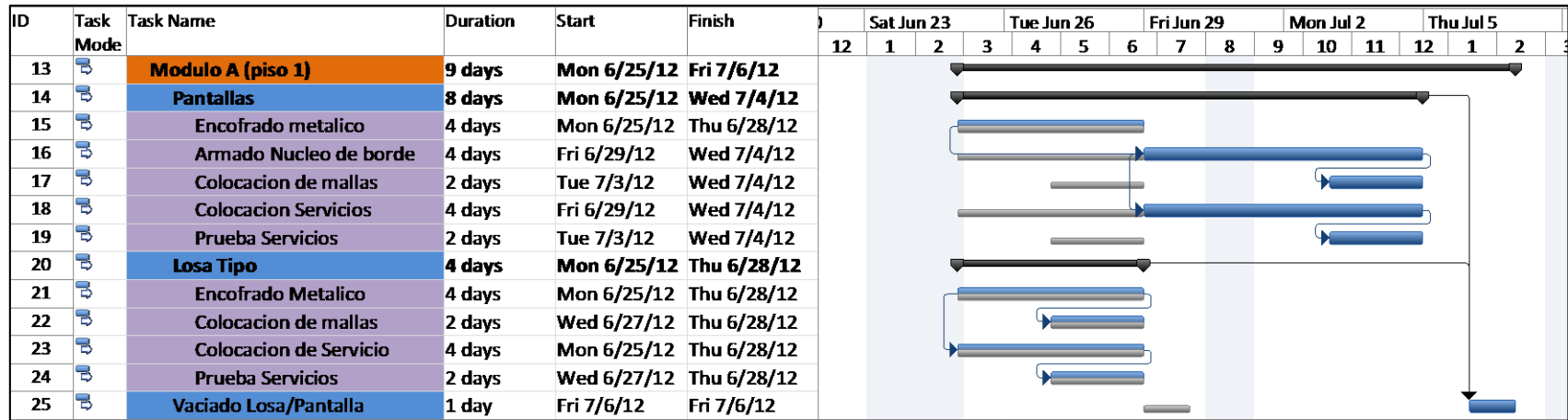


Tabla IV. 6: Cronograma de actividad en caso de ausencia de material del Módulo A (piso 2). Método tradicional.



c) Modificando la variable del personal

En este caso se variaron la disponibilidad del personal (mano de obra) en dos puntos durante la ejecución de la obra, específicamente el personal especializado en el manejo del equipo torre grúa que desarrolla la actividad de encofrado metálico, para el módulo A (piso 2). Esto con el interés de mostrar los cambios que presenta la metodología cuando reincide en la actividad en estudio permitiendo mostrar los retrasos provocados en función del tiempo y ver las medidas que se realizan para solventar este problema y evitar el menor retraso posible.

En toda obra existe personal disponible para realizar actividades rutinarias como: cabillero, mallero, entre otros. No obstante, el personal para realizar actividades utilizando maquinaria especializada (Torre grúa) requiere de una preparación mayor, por lo que su búsqueda y contratación toma un promedio de 2 días, para la reanudación de las actividades paralizadas.

El método de gestión tradicional contempla la búsqueda de personal calificado en otras contratista o subcontratistas especialistas en el área, una vez encontrado el remplazo requerido, se le contrata de inmediato para realizar las labores del personal fijo ausente, hasta su reincorporación, tomando este retraso como el primer punto de estudio. Este tiempo fue tomado de la Tabla IV.2. del cuestionario realizado a ingenieros expertos.

Para el segundo punto de estudio de la variable del personal (mano de obra) no presenta retraso en los tiempos preestablecidos, debido a que esta variable depende de terceros y no de la metodología de gestión aplicada en este trabajo especial de grado.

En la Tabla IV.7 se observa el retraso de 2 días en la planificación de la ejecución de obra, específicamente en la actividad de encofrado metálico contenida en el modulo A (piso 2) mas no en el segundo punto de evaluación debido a que este no genera ningún tiempo de retraso. Esto originó un aumento en el tiempo total de ejecución de la obra de 57 días.

Tabla IV. 7: Cronograma de actividad en caso de ausencia de personal del Módulo A (piso 2): encofrado metálico. Método tradicional.

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Wed Jul 11				Sat Jul 14			Tue Jul 17			
						5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	
45	↕	Modulo A (piso 2)	5 days	Thu 7/12/12	Wed 7/18/12											
46	↕	Pantallas	4 days	Thu 7/12/12	Tue 7/17/12											
47	↕	Encofrado metalico	4 days	Thu 7/12/12	Tue 7/17/12											
48	↕	Armado Nucleo de borde	4 days	Thu 7/12/12	Tue 7/17/12											
49	↕	Colocacion de mallas	2 days	Mon 7/16/12	Tue 7/17/12											
50	↕	Colocacion Servicios	4 days	Thu 7/12/12	Tue 7/17/12											
51	↕	Prueba Servicios	2 days	Mon 7/16/12	Tue 7/17/12											
52	↕	Losa Tipo	4 days	Thu 7/12/12	Tue 7/17/12											
53	↕	Encofrado Metalico	4 days	Thu 7/12/12	Tue 7/17/12											
54	↕	Colocacion de mallas	2 days	Mon 7/16/12	Tue 7/17/12											
55	↕	Colocacion de Servicio	4 days	Thu 7/12/12	Tue 7/17/12											
56	↕	Prueba Servicios	2 days	Mon 7/16/12	Tue 7/17/12											
57	↕	Vaciado Losa/Pantalla	1 day	Wed 7/18/12	Wed 7/18/12											

d) Modificando la variable del proyecto

En este caso se variaron los imprevistos que se generan en dos puntos durante la ejecución de la obra desde el punto de vista de proyecto. Esto con el interés de mostrar los cambios que presenta la metodología cuando reincide en la actividad en estudio permitiendo mostrar los retrasos provocados en función del tiempo y ver las medidas que se realizan para solventar este problema y evitar el menor retraso posible.

Dentro los imprevistos se encuentran fallas en el cálculo de diseño, equivocaciones de interpretación de los cálculos y su posterior traducción a los planos, así como errores de detallado y dimensionamiento presente en los mismos, entre otros.

Con el método tradicional del gestión usado en Venezuela, generalmente cuando ocurre este tipo de imprevisto se paraliza la obra hasta que el Ingeniero proyectista genere y envíe los correctivos para tal situación, dentro de las soluciones que el Ingeniero proyectista pueda presentar están el remplazo de la malla actual o una modificación de la misma. Este proceso toma aproximadamente 1 día. Este tiempo fue tomado de la Tabla IV.2. del cuestionario realizado a Ingenieros expertos.

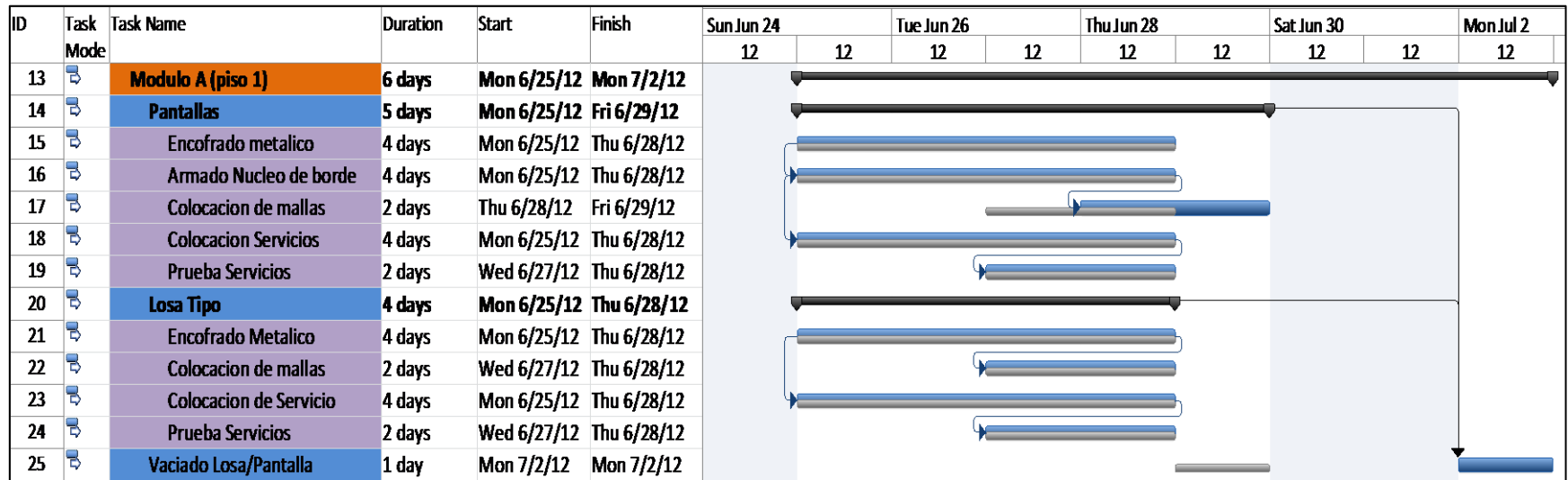
Para este trabajo especial de grado y como primer punto de estudio se consideró esta variable, específicamente como un error de cálculo de diseño de las mallas contenidas dentro de las pantallas del módulo A (Piso 1). Ya que estas no se acoplaban adecuadamente a la pantalla del módulo por poseer una dimensión mayor a éste.

En el segundo punto de estudio de la variable de proyecto, se considera que no genera ningún retraso al tiempo total de obra debido a que el proyecto al

ser una edificación del tipo túnel, todas las pantallas son consideradas simétricas e iguales a lo largo de la estructura, por ello cuando el ingeniero proyectista presenta la solución requerida esta se repite a lo largo de la estructura, evitando en un futuro la repetición del retraso.

En la Tabla IV.8 se observa el retraso de 1 día en la planificación de la ejecución de obra, específicamente en la actividad de colocación de malla contenida en el módulo A (piso 1) más no en el segundo punto de evaluación ya que no se generan días de retraso. Esto originó que se llevara el tiempo total de ejecución en obra a 56 días.

Tabla IV. 8: Cronograma de actividad en caso de imprevisto del proyecto en el Módulo A (piso 1): colocación de mallas. Método tradicional.



La gestión utilizada en el método tradicional, aplicando las variables de material, personal y proyecto, presentó distintos retrasos dependiendo de la variable utilizada, estos tiempos fueron tomadas en función de la Tabla IV.2. El resumen de los días de retraso y el total de los tiempos de ejecución de la obra se muestra en la Tabla IV.9.

Tabla IV. 9: Resumen de tiempo total de ejecución utilizando el método tradicional de gestión

Escenario	Descripción	Días de retraso	Tiempo Total
a	Ideal	0	55
b	Ausencia de Material	8	63
c	Ausencia de personal	2	57
d	Imprevistos del proyecto	1	56

4.4 Método de gestión de Last Planner, basada en la filosofía Lean Construction

Para el método de gestión de Last Planner, basada en la filosofía Lean Construction, se realizó un plan maestro que contiene todas las fases necesarias para la ejecución de la edificación tipo túnel, junto con los tiempos de cada fase y el tiempo total de la obra.

A partir del plan maestro se realizó un plan intermedio (Lookahead) que comprende cuatro (4) semanas continuas, donde a medida que se avanza en las actividades se van desplazando las cuatro (4) semanas antes mencionadas, y se muestran las actividades a un nivel más detallado. En este plan intermedio se realizó un flujo de actividades y se evaluaron las restricciones presentes en la obra, que resultaron ser la ausencia de material, la ausencia del personal técnico especializado e imprevisto del proyecto relacionado a problemas de diseño. Posteriormente, se realizó un plan semanal que comprendió el levantamiento de las restricciones, donde el método de Last Planner utiliza como herramienta de comunicación entre el personal directivo y obrero, reuniones periódicas para crear una rutina sistemática con la finalidad de levantar las restricciones y evitar que recurran en las semanas posteriores. A continuación, se presentan los casos que generaron retrasos en la planificación de la obra estudiada en este trabajo especial de grado.

Los tiempos de retrasos para las variables materia, personal y proyecto, fueron tomadas de entrevistas realizadas a numerosos expertos en la teoría de Lean Construcción, con experiencia laboral, pero debido a que no se pudo concretar una encuesta tangible se optó usar el método de valor ganado como complemento.

El método de valor ganado se basa en el cálculo del presupuesto por actividad durante la ejecución de la obra, para obtener luego de unos cálculos el tiempo total de ejecución de la obra, realizando un análisis de costo estimado de cada una de las actividades, donde se tomó en cuenta las áreas y cantidad de materiales necesaria para cada actividad (Tabla IV.10), así como equipo y mano de obra a utilizar. Usando como base datos el Visor del Colegio de Ingenieros de Venezuela 2010, el cual se le aplicó a cada uno de los precios unitarios un factor inflacionario de 1.57620 basado en las tasas inflacionarias del presente año 2012 del Banco de Crédito Nacional (Banco Central de Venezuela). Se muestra en la Tabla IV.11 y Tabla IV.12 el costo estimado.

Tabla IV. 10: Tabla de áreas tomada por actividad

	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Bsf)
Fundación			
Encofrado	m2	35.00	120
Armado	kgf	200.57	12
Vaciado	m3	258.39	835
Pantalla			
Encofrado	m2	201.68	242
Armado de malla	Kgf	1550.64	12
Losa Tipo			
Encofrado	m2	145.31	236
Armado de malla	Kgf	950.96	12
Vaciado Losa/Pantalla			
Losa	m2	145.31	111
Pantalla	m2	15.98	111
Impermeabilización			
	m2	145.31	27
Escalera			
Encofrado	m2	125.00	288.51
Armado	kgf	530.00	12
Vaciado	m2	105.00	111

Tabla IV. 11: Costo estimado por actividad

	Días	Costo Diario (Bsf)	Costo Semanal (Bsf)	Costo Real (Bsf)
Fundación				
Encofrado	15	23373	116865	117000
Armado				
Vaciado				
Pantalla				
Encofrado	4	26771	107083	107000
Armado de malla				
Losa Tipo				
Encofrado	4	18176	72704	73000
Armado de malla				
Vaciado Losa/Pantalla				
Losa	1	28260	28260	28500
Pantalla				
Impermeabilización	1	6076	6076	6500
Escalera				
Encofrado	4	16717	66868	67
Armado				
Vaciado	1	18371	18371	18.5

Tabla IV. 12: Costo estimado por actividad Gerencial

Gerencia de proyecto	Costo (Bs)	Costo Total (Bs)	Costo Real (Bs)
Inicio	1023	58295	58500
Ejecución	32727		
Control	16364		
Cierre	8182		

La comparación del método de valor ganado aplicado al método de gestión de Last Planner, entre las variables del material, personal y proyecto con respecto a la línea base, se realizó en la séptima semana, ya que el método permite la elección de una semana aleatoria después del punto de estudio para la evaluación del costo que se traduce en el tiempo total de ejecución de obra.

a) Caso Línea Base

En este caso se asumió que todas las variables en la obra no presentaron ningún tipo de restricción o retraso, para así obtener un tiempo base general en óptimas condiciones de la obra y observar las diferencias de tiempo al aplicarle las restricciones en los demás casos. Para el método de Last Planner se utilizó la misma planificación de línea base que el método tradicional, debido a que las empresas en Venezuela que aplican el método de Last Planner se enfocan más en la construcción de estructuras aperticadas (Viga y Columna), y no en estructuras tipo túnel, por lo tanto existe poca base estadística para crear una línea base y realizar el plan maestro. El plan maestro se muestra en la Tabla IV.13 y una muestra del plan semanal de la actividad de fundación se muestra en la Tabla IV.14.

Utilizando el método de valor ganado se construyó la tabla de costo a base del presupuesto antes descrito, siendo el caso de la línea base donde se muestran los costos ideales por cada actividad, junto con la gráfica que muestra el costo acumulado a lo largo de la ejecución de la obra representando una tendencia en forma de S. Ver Tabla IV.15 y Figura IV.4

Tabla IV. 13: Cronograma del plan maestro en caso de la línea base. Método Last Planner.

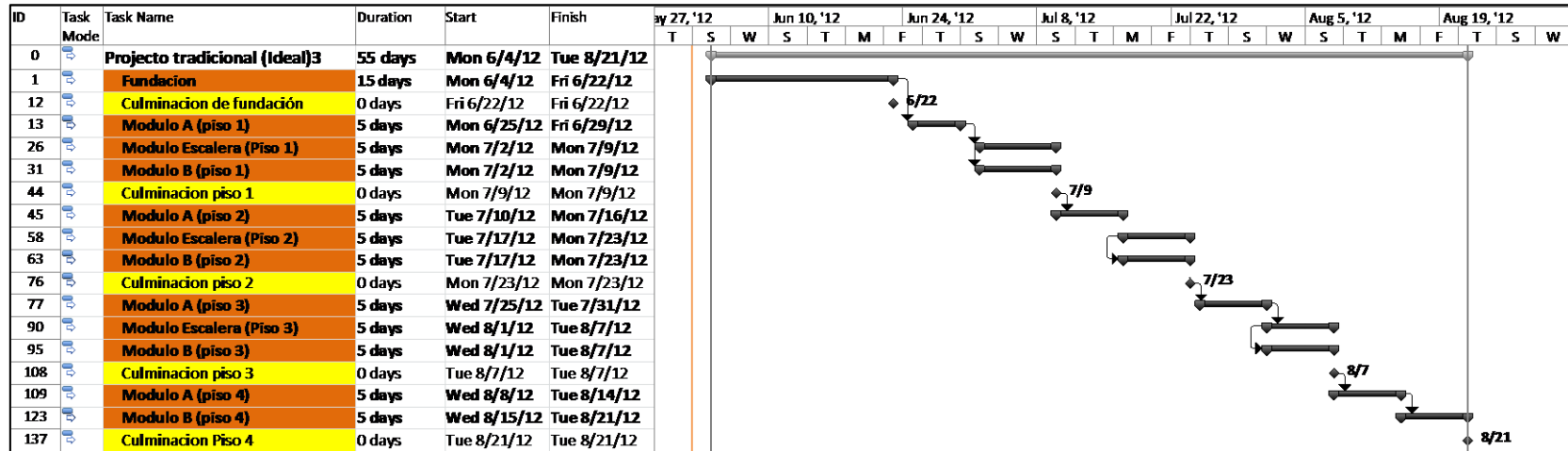


Tabla IV. 14: Cronograma de la actividad desglosada de la fundación en el plan semanal en caso de la línea base. Método Last Planner.



Tabla IV. 15: Tabla de valor ganado para línea base.

LINEA BASE				Tiempo (Semanas)											
Definición de actividades	Duración	Comienzo	Final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fundación	15 días	Lun 6/4/12	Vier 6/22/12	117	117	117									
Modulo A (piso 1)	5 días	Lun 6/25/12	Vier 6/29/12				208.5								
Modulo Escalera (Piso 1)	5 días	Lun 7/2/12	Lun 7/9/12					67	18.5						
Modulo B (piso 1)	5 días	Lun 7/2/12	Lun 7/9/12					180	28.5						
Modulo A (piso 2)	5 días	Mar 7/10/12	Lun 7/16/12						180	28.5					
Modulo Escalera (Piso 2)	5 días	Mar 7/17/12	Lun 7/23/12							67	18.5				
Modulo B (piso 2)	5 días	Mar 7/17/12	Lun 7/23/12							180	28.5				
Modulo A (piso 3)	5 días	Mier 7/25/12	Lun 7/31/12								180	28.5			
Modulo Escalera (Piso 3)	5 días	Mier 8/1/12	Mar 8/7/12									50.5	35		
Modulo B (piso 3)	5 días	Mier 8/1/12	Mar 8/7/12									135	73.5		
Modulo A (piso 4)	5 días	Mier 8/8/12	Mar 8/14/12										135	73.5	
Modulo B (piso 4)	5 días	Mier 8/15/12	Mar 8/21/12											135	79.5
Gerencia de proyecto	55 días	Lun 6/4/12	Mar 8/21/12												58.5
Flujo efectivo semanal				117	117	117	208.5	247	227	275.5	227	214	243.5	208.5	138
Acumulado Línea base				117	234	351	559.5	806.5	1034	1309	1536	1750	1994	2202	2340

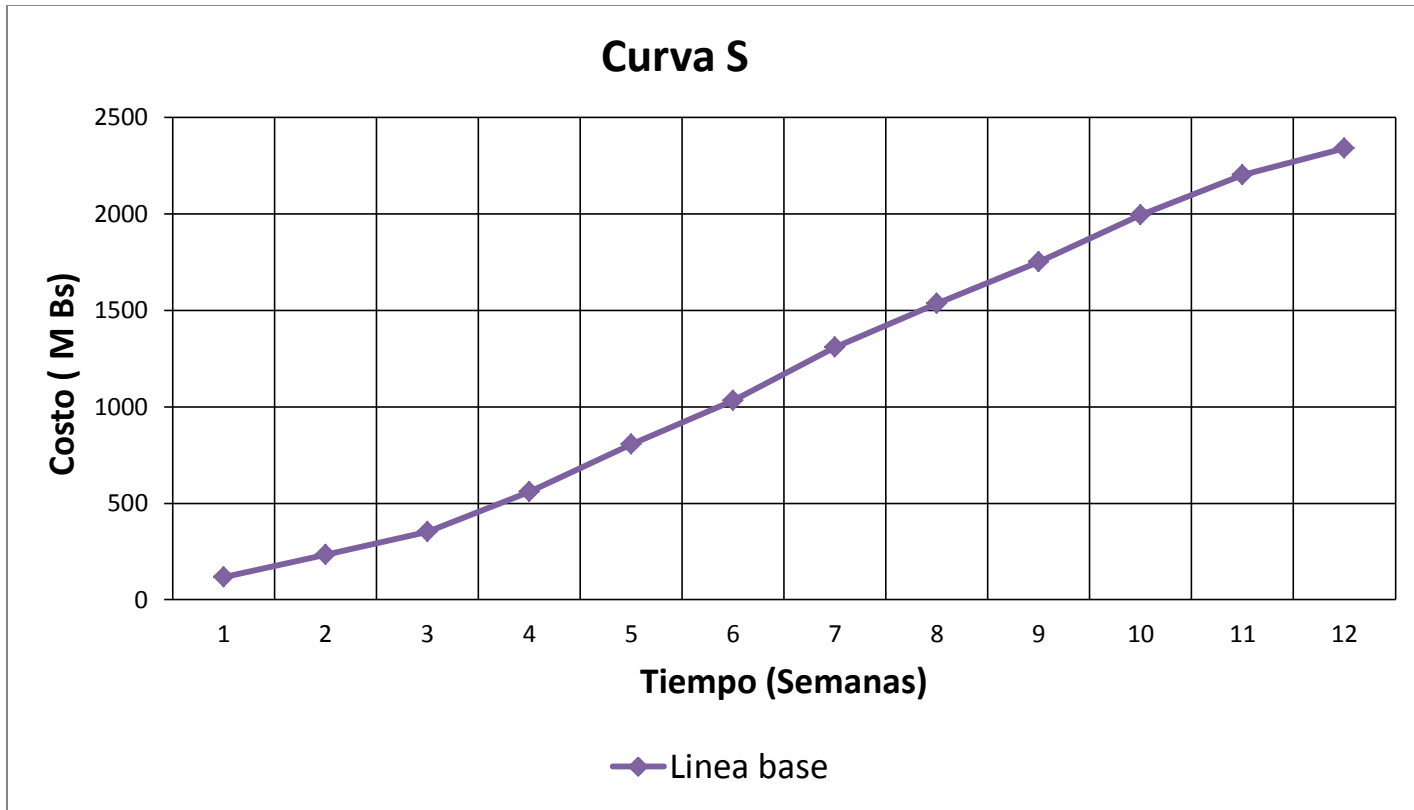


Figura IV. 4: Gráfica de valor ganado para línea base.

b) Modificando la variable de los materiales

En este caso se variaron la disponibilidad de los materiales en dos puntos durante la ejecución de la obra, esto con el interés de resaltar los cambios que presenta la metodología cuando reincide en la actividad en estudio, permitiendo mostrar los retrasos provocados en función del tiempo y ver las medidas que se realizan para solventar este problema y evitar el menor retraso posible.

El material con que se realizó el estudio fue la ausencia de acero de refuerzo, que al igual que en el método de gestión tradicional en Venezuela se suele tener en sitio de trabajo 15 días antes de su uso en toda obra. (Fuente: Ing. Sorimar Ibarra, entrevista personal, mayo 21, 2012).

Se tomaron dos puntos de estudio para la evaluación de esta variable: el primero en la actividad del módulo A (piso 1): armado de núcleo de borde, a los 15 días desde el inicio de la obra y el segundo punto de estudio se tomó en la actividad del módulo A (piso 2): armado de núcleo de borde, correspondiente a los 20 días desde el inicio de la obra.

El método de gestión de Last Planner en la planificación intermedia (Lookahead) contempla el levantamiento de la restricción desde la raíz de la problemática. La teoría de Last Planner establece como una de las posibles soluciones la compra de la totalidad del acero de refuerzo. Ver Tabla IV.16.

Para el primer punto de estudio, el acero de refuerzo necesitado debe estar en el sitio de ejecución al segundo día del inicio de la obra respetando los 15 días explicados anteriormente. Sin embargo, la ausencia acero de refuerzo utilizado en la edificación tipo túnel, debido a la errónea gestión de las actividades previas a la fase de ejecución, generó un retraso de 4 días. No obstante, para el segundo punto de estudio al poseer una solución sistemática dicho punto de estudio no

presenta ningún retraso en la planificación de la obra, debido a que la restricción en este caso fue solventada en el primer punto de estudio. Esta variable genera un retraso de 0 días, modificando el tiempo total de culminación de la obra a 59 días. Ver Tabla IV.17.

Utilizando el método de valor ganado se realizó una tabla de costo a base del presupuesto antes descrito, siendo el caso de la modificación de los materiales donde se muestran los costos por cada actividad tomando en cuenta los días de retraso, particularmente el costo de la actividad del módulo A (piso 1): armado de núcleo de borde donde se presenta el primer punto de retraso.

Los costos mostrados se distribuyen uniformemente según el tiempo de retraso por actividad, para este trabajo especial de grado se consideraron los costos calculados como un costo global que incluye el material, equipo y mano de obra; además de la tabla se muestra una grafica con el costo acumulado a lo largo de la ejecución de la obra, representando una tendencia en forma de S y se observa la comparación entre el caso ideal y el retraso a causa de la variable del material que indica un mayor tiempo de ejecución total de la obra, como el método de valor ganado permite elegir un semana aleatoria como punto de evaluación, se eligió para este trabajo especial de grado a la semana siete (7) . Ver Tabla IV.18, Tabla IV.19 y Figura IV.5

Tabla IV. 17: Nuevo cronograma con los tiempo de retrasos. Método Last Planner.

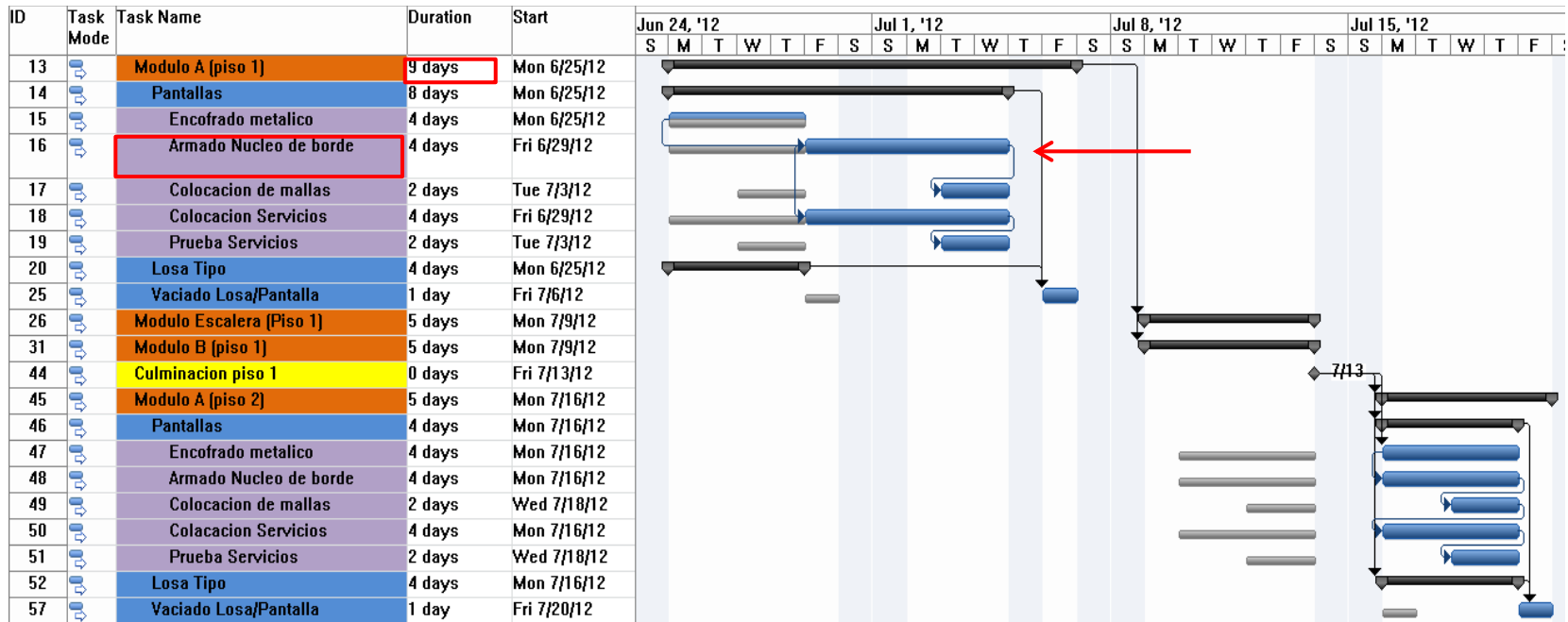


Tabla IV. 18: Tabla de valor ganado para el caso de la variable de materiales.

RETRASO POR MATERIAL	Definición de actividades	Duración	Comienzo	Final	Tiempo (Semanas)												
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Fundacion	15 días	Lun 6/4/12	Vier 6/22/12	117	117	117										
	Modulo A (piso 1)	9 días	Lun 6/25/12	Vier 7/6/12				225.0	163.0								
	Modulo Escalera (Piso 1)	5 días	Lun 7/9/12	Vier 7/13/12						85.5							
	Modulo B (piso 1)	5 días	Lun 7/9/12	Vier 7/13/12						208.5							
	Modulo A (piso 2)	5 días	Lun 7/16/12	Vier 7/20/12							208.5						
	Modulo Escalera (Piso 2)	5 días	Lun 7/23/12	Lun 7/30/12								67	18.5				
	Modulo B (piso 2)	5 días	Lun 7/23/12	Lun 7/30/12								180	28.5				
	Modulo A (piso 3)	5 días	Mar 7/31/12	Lun 8/6/12									180	28.5			
	Modulo Escalera (Piso 3)	5 días	Mar 8/7/12	Lun 8/13/12										67	18.5		
	Modulo B (piso 3)	5 días	Mar 8/7/12	Lun 8/13/12										180	28.5		
	Modulo A (piso 4)	5 días	Mar 8/14/12	Lun 8/20/12											180	28.5	
	Modulo B (piso 4)	5 días	Mar 8/21/12	Lun 8/27/12												180	35
	Gerencia de proyecto	59 días	Lun 6/4/12	Lun 8/27/12													58.5
Flujo efectivo semanal					117	117	117	225	163	294	208.5	247	227	275.5	227	208.5	93.5
Acumulado por variable material					117	234	351	576	739	1033	1242	1489	1716	1991	2218	2427	2520

Tabla IV. 19: Evaluación del valor ganado en la séptima semana para la variable de material.

Control semana siete (7)		[M Bs.]
Costo total al final del proyecto	BAC	2340
Costo planificado del trabajo planeado (BCWS)	BCWS (PV)	1309
Costo planificado del trabajo realizado (BCWP)	BCWP (EV)	1242
Varianza en el programa del proyecto (SV)	BCWP - BCWS	-68
Índice del programa ejecutado (SPI)	BCWP / BCWS	0.95
		[semanas]
Tiempo requerido para la terminación	Semanas planificadas / SPI	12.0

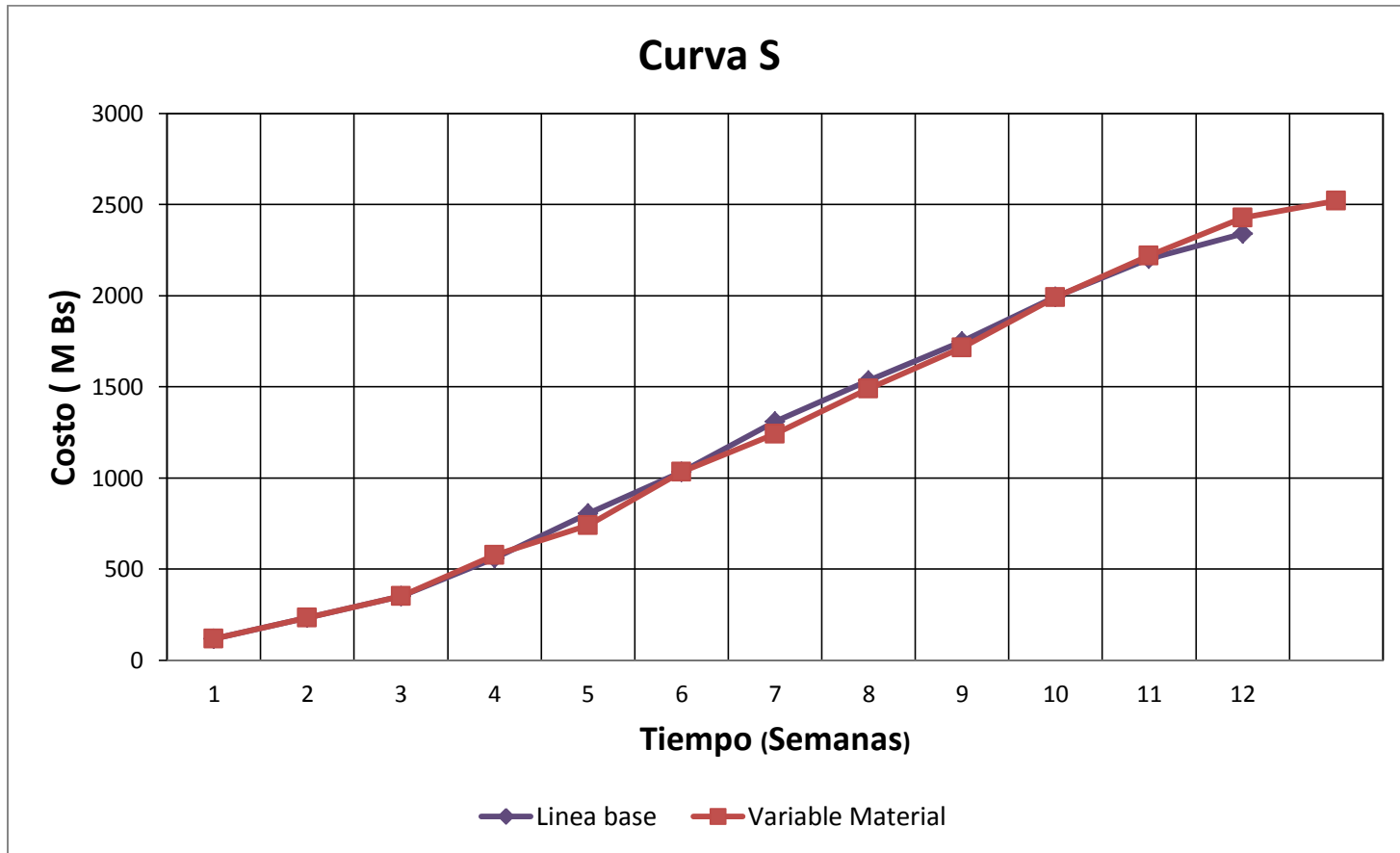


Figura IV. 5: Gráfica de valor ganado entre línea base y el caso por variable de materiales.

c) Modificando la variable del personal

En este caso se varió la disponibilidad del personal (mano de obra), específicamente el personal especializado en el manejo del equipo torre grúa que desarrolla la actividad de colocación de encofrado metálico, para el módulo A (piso 2).

En toda obra existe personal disponible para realizar actividades rutinarias como: cabillero, mallero, entre otros. No obstante, el personal para realizar actividades utilizando maquinaria especializada (Torre grúa) requiere de una preparación mayor, por lo que su búsqueda y contratación toma un promedio de 2 día, para la reanudación de las actividades paralizadas. Esta cantidad de días de retraso se tomó similar al método tradicional, ya que no depende de la gestión sino de variables externas, como la empresa contratista encargada de suministrar los equipos y personal a la obra, específicamente la torre grúa.

El método de gestión de Last Planner, en la planificación intermedia (Lookahead) contempla la búsqueda de personal calificado en otras contratista o subcontratistas especialistas en el área, una vez encontrado el remplazo requerido, se le contrata de inmediato para realizar las labores del personal fijo ausente, hasta su reincorporación.

En la Tabla IV.20 se observa el retraso de 2 días en la planificación de la ejecución de obra, específicamente en la actividad de encofrado metálico contenida en el módulo A (piso 2). Esto originó un aumento en el tiempo total de ejecución de la obra de 57 días.

Utilizando el método de valor ganado se realizó una tabla de costo a base del presupuesto antes descrito, siendo el caso de la modificación del personal donde se muestran los costos por cada actividad tomando en cuenta los días de retraso,

particularmente el costo de la actividad del módulo A (piso 2): Encofrado metálico donde se presenta el primer punto de retraso.

Los costos mostrados se distribuyen uniformemente según el tiempo de retraso por actividad, para este trabajo especial de grado se consideraron los costos calculados como un costo global que incluye el material, equipo y mano de obra; además de la tabla se muestra una gráfica con el costo acumulado a lo largo de la ejecución de la obra representando una tendencia en forma de S y se observa la comparación entre el caso ideal y el retraso a causa de la variable del personal que indica un mayor tiempo de ejecución total de la obra. Como el método de valor ganado permite elegir una semana aleatoria como punto de evaluación, se eligió para este trabajo especial de grado a la semana siete (7). Ver Tabla IV.21, Tabla IV.22 y Figura IV.6

Tabla IV. 20: Cronograma de actividad en caso de ausencia de personal del Módulo A (piso 2): encofrado metálico. Método Last Planner.

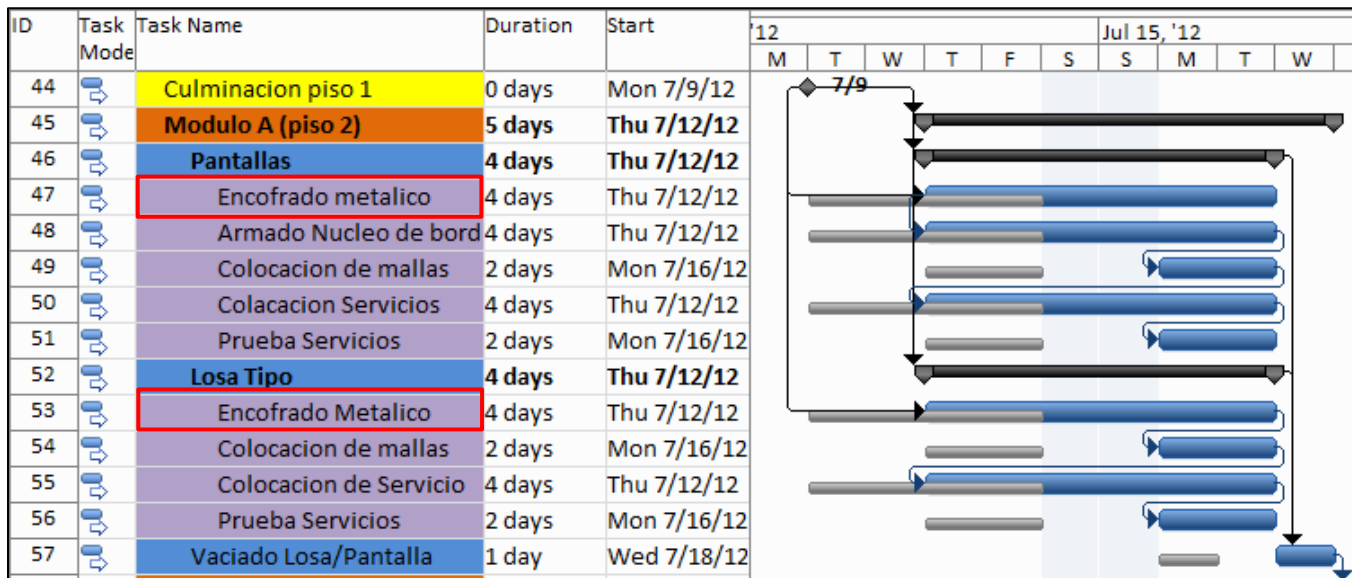


Tabla IV. 21: Tabla de valor ganado para el caso de la variable de personal.

RETRASO POR PERSONAL	Duración	Comienzo	Final	Tiempo (Semanas)												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Fundacion	15 días	Lun 6/4/12	Vier 6/22/12	117	117	117										
Modulo A (piso 1)	5 días	Lun 6/25/12	Vier 6/29/12				208.5									
Modulo Escalera (Piso 1)	5 días	Lun 7/2/12	Lun 7/9/12					67	18.5							
Modulo B (piso 1)	5 días	Lun 7/2/12	Lun 7/9/12					180	28.5							
Modulo A (piso 2)	7 días	Mar 7/10/12	Mier 7/18/12						180	118.5						
Modulo Escalera (Piso 2)	5 días	Jue 7/19/12	Jue 7/26/12							33.5	52					
Modulo B (piso 2)	5 días	Jue 7/19/12	Jue 7/26/12							90	118.5					
Modulo A (piso 3)	5 días	Vier 7/27/12	Jue 8/2/12								45	163.5				
Modulo Escalera (Piso 3)	5 días	Vier 8/3/12	Jue 8/9/12									17	68.5			
Modulo B (piso 3)	5 días	Vier 8/3/12	Jue 8/9/12									45	163.5			
Modulo A (piso 4)	5 días	Vier 8/10/12	Jue 8/16/12										45	163.5		
Modulo B (piso 4)	5 días	Vier 8/17/12	Jue 8/23/12											45	169.5	
Gerencia de proyecto	57 días	Lun 6/4/12	Jue 8/23/12													58.5
Flujo efectivo semanal				117	117	117	208.5	247	227	242	215.5	225.5	277	208.5	228	
Acumulado por variable material				117	234	351	559.5	806.5	1034	1276	1491	1717	1994	2202	2430	

Tabla IV. 22: Evaluación del valor ganado en la séptima semana para la variable de personal.

Control semana siete (7)		[M Bs.]
Costo total al final del proyecto	BAC	2340
Costo planificado del trabajo planeado (BCWS)	BCWS (PV)	1309
Costo planificado del trabajo realizado (BCWP)	BCWP (EV)	1276
Variación en el programa del proyecto (SV)	BCWP - BCWS	-34
Indice del programa ejecutado (SPI)	BCWP / BCWS	0.97
		[semanas]
Tiempo requerido para la terminación	Semanas planificadas / SPI	11.7

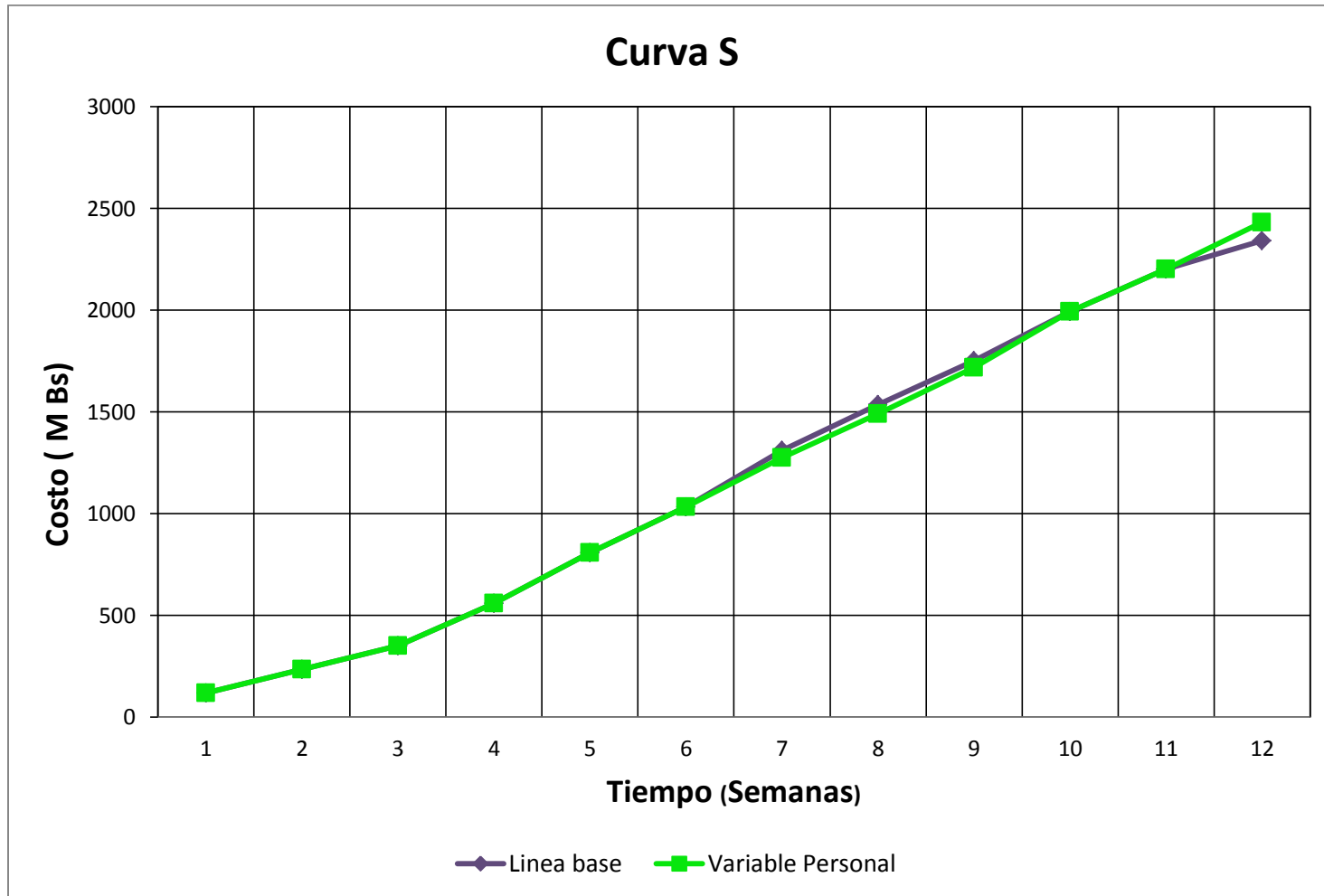


Figura IV. 6: Gráfica de valor ganado entre línea base y el caso por variable de personal.

d) Modificando la variable del proyecto

Dentro de esta variable se contemplaron los imprevistos que se generan en las obras desde el punto de vista de proyecto, dentro los imprevistos se encuentran fallas en el cálculo de diseño, equivocaciones de interpretación de los cálculos y su posterior traducción a los planos, así como errores de detallado y dimensionamiento presente en los mismos, entre otros.

Similar al método tradicional de gestión y para tener un mismo nivel de comparación entre ambos métodos de gestión se consideró esta variable, específicamente como un error de cálculo de diseño de las mallas contenidas dentro de las pantallas del módulo A (Piso 1), ya que estas no se acoplaban adecuadamente a la pantalla del módulo por poseer una dimensión mayor a este.

Con el método Last Planner, se realizan reuniones semanales y diarias donde se discuten constantemente las variables que van surgiendo en la obra, y en dichas reuniones se realiza el llamado Porcentaje de Actividades Cumplidas de Producción (P.A.C. de Producción), donde involucra al maestro de obra y un obrero de cada cuadrilla, y el llamado Porcentaje de Actividades Cumplidas de Soporte (P.A.C. de Soporte), que involucra desde el proyectista hasta la gerencia, Por ende, al tener el proyectista constantemente en la obra, la posibilidades de ocurrencia de este tipo de situaciones son muy bajas y en caso de surgir se solucionan en un tiempo más corto a la metodología tradicional. Es por ello que se toma un tiempo máximo de 1 día como tiempo de retraso, este lapso temporal abarca solo unas horas pero como la unidad de comparación en este trabajo especial de grado esta basada en días, se aproximó al entero superior más cercano que da un valor de 1 día.

En la Tabla IV.23 se observa el retraso de 1 día en la planificación de la ejecución de obra, específicamente en la actividad de colocación de malla

contenida en el módulo A (piso 1). Esto originó que se llevara el tiempo total de ejecución en obra a 56 días.

Utilizando el método de valor ganado se realizó una tabla de costo a base del presupuesto antes descrito, siendo el caso de la modificación del proyecto donde se muestran los costos por cada actividad tomando en cuenta los días de retraso, particularmente el costo en la actividad del módulo A (piso 1): colocación de malla donde se presenta el primer y único punto de retraso.

Los costos mostrados se distribuyen uniformemente según el tiempo de retraso por actividad, para este trabajo especial de grado se consideraron los costos calculados como un costo global que incluye el material, equipo y mano de obra; además de la tabla se muestra una gráfica con el costo acumulado a lo largo de la ejecución de la obra representa una tendencia en forma de S y se observa la comparación entre el caso ideal y el retraso a causa de la variable de proyecto que indica un tiempo casi igual al total de ejecución de la obra. Como el método de valor ganado permite elegir una semana aleatoria como punto de evaluación, se eligió para este trabajo especial de grado a la semana siete (7). Ver Tabla IV.24, Tabla IV 25. y Figura IV.7

Tabla IV. 23: Cronograma de actividad en caso de imprevisto del proyecto en el Módulo A (piso 1): colocación de mallas. Método Last Planner.

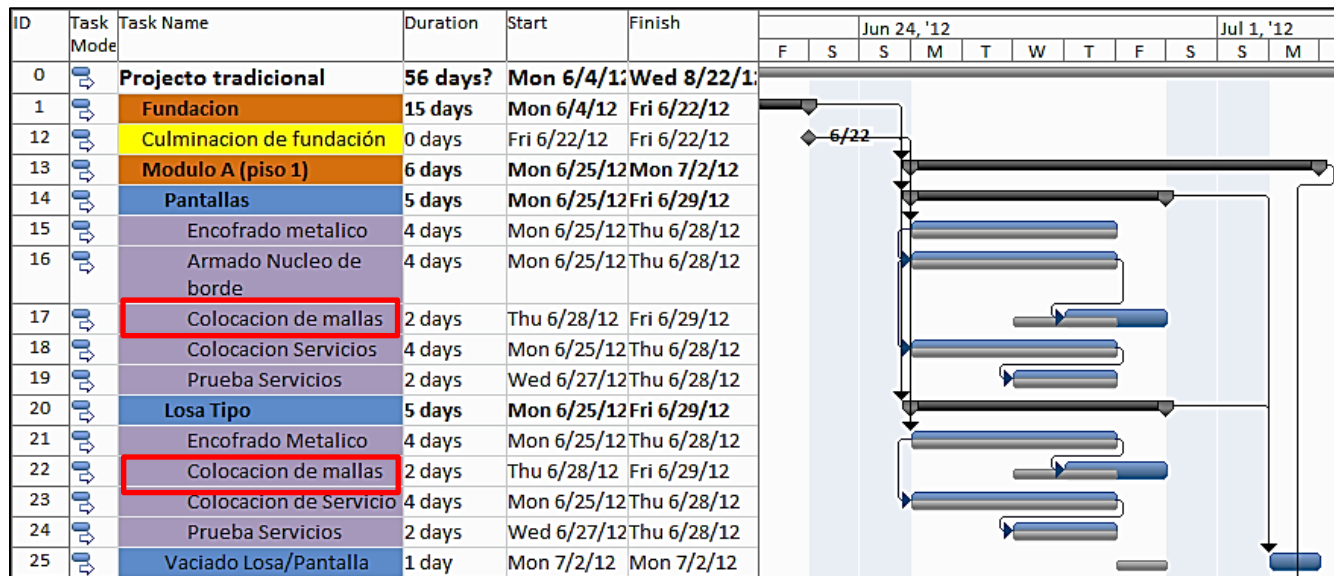


Tabla IV. 24: Tabla de valor ganado para el caso de la variable de proyecto.

RETRASO POR PROYECTO				Tiempo (Semanas)											
Definición de actividades	Duración	Comienzo	Final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fundacion	15 días	Lun 6/4/12	Vier 6/22/12	117	117	117									
Modulo A (piso 1)	6 días	Lun 6/25/12	Lun 7/2/12				225.0	28.5							
Modulo Escalera (Piso 1)	5 días	Mar 7/3/12	Mar 7/10/12					50	35.5						
Modulo B (piso 1)	5 días	Mar 7/3/12	Mar 7/10/12					135	73.5						
Modulo A (piso 2)	5 días	Mier 7/11/12	Mar 7/17/12						135	73.5					
Modulo Escalera (Piso 2)	5 días	Mier 7/18/12	Mier 7/25/12							50	35.5				
Modulo B (piso 2)	5 días	Mier 7/18/12	Mier 7/25/12							135	73.5				
Modulo A (piso 3)	5 días	Mar 7/26/12	Mier 8/1/12								90	118.5			
Modulo Escalera (Piso 3)	5 días	Jue 8/2/12	Mier 8/8/12									33.5	52		
Modulo B (piso 3)	5 días	Jue 8/2/12	Mier 8/8/12									90	118.5		
Modulo A (piso 4)	5 días	Jue 8/9/12	Mier 8/15/12										90	118.5	
Modulo B (piso 4)	5 días	Jue 8/16/12	Mier 8/22/12											90	124.5
Gerencia de proyecto	4 días	Lun 6/4/12	Jue 6/7/12												58.5
Flujo efectivo semanal				117	117	117	225	213.5	244	258.5	199	242	260.5	208.5	183
Acumulado por variable material				117	234	351	576	789.5	1034	1292	1491	1733	1994	2202	2385

Tabla IV. 25: Evaluación del valor ganado en la séptima semana para la variable de proyecto.

Control semana siete (7)		[M Bs.]
Costo total al final del proyecto	BAC	2340
Costo planificado del trabajo planeado (BCWS)	BCWS (PV)	1309
Costo planificado del trabajo realizado (BCWP)	BCWP (EV)	1292
Variación en el programa del proyecto (SV)	BCWP - BCWS	-17
Índice del programa ejecutado (SPI)	BCWP / BCWS	0.99
		[semanas]
Tiempo requerido para la terminación	Semanas planificadas / SPI	11.6

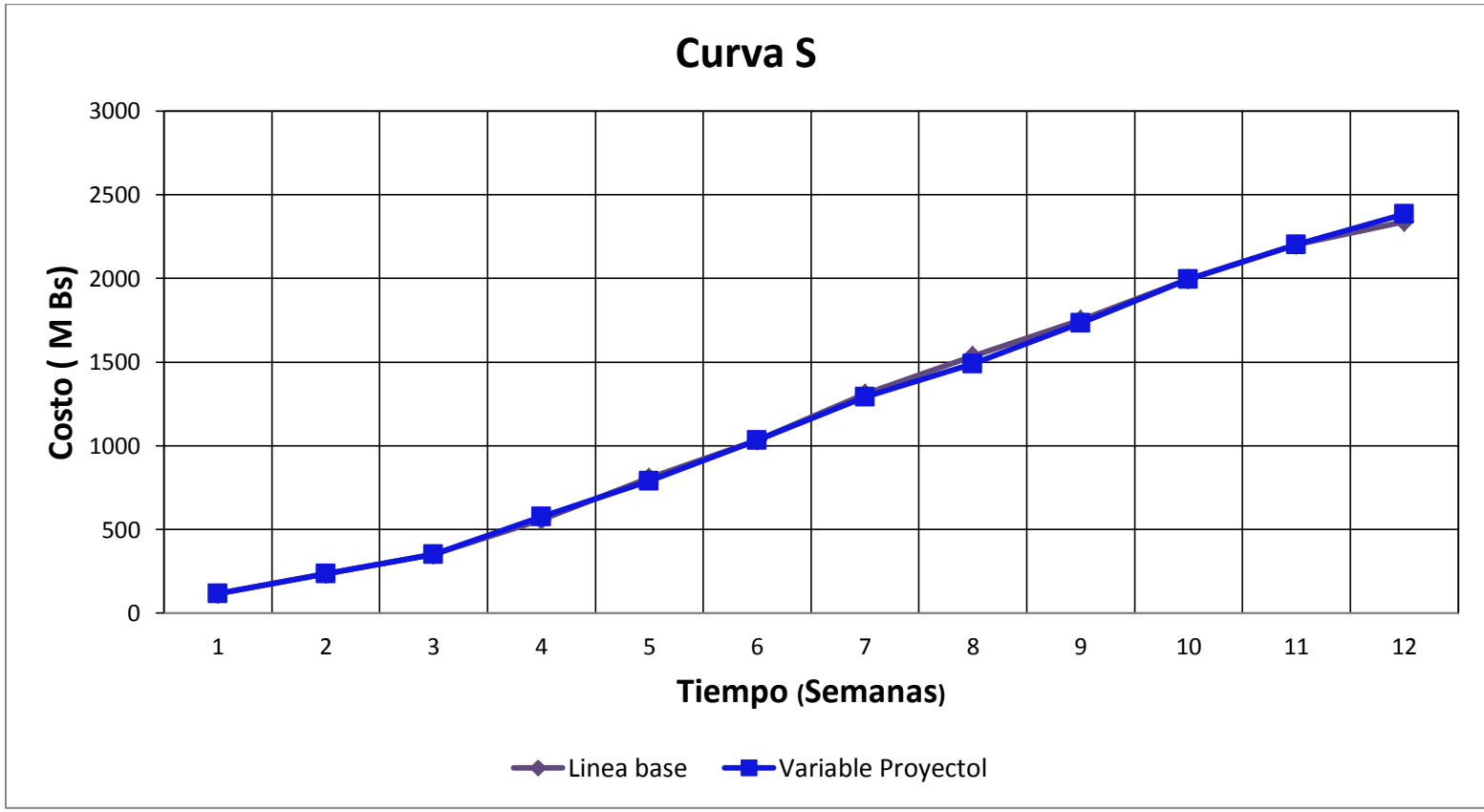


Figura IV. 7: Gráfica de valor ganado entre línea base y el caso por variable de proyecto.

4.5 Comparación de la metodología tradicional y la metodología del Last Planner.

Ambos métodos de gestión, la metodología tradicional y metodología de Last Planner, tiene sus particularidades al momento de gestionar la planificación del proyecto de edificación tipo túnel. Esto se evidencia cuando se comparan las variables de material, personal y proyecto, en condiciones similares para una misma edificación tipo túnel.

La variable de material fue la variable que generó mayor retraso en ambas metodologías, para la metodología tradicional fue un retraso de 8 días y para la metodología de Last Planner un retraso de 4 días. En el caso de la variable personal ambas metodologías presentaron un retraso similar debido a que depende de un agente externo, ambas con un retraso de 2 días. Por último, la variable de proyecto genera un retraso igual tanto en la metodología tradicional como la metodología de Last Planner correspondiente a 1 día.

En resumen, los días de retraso y el total de días en el que se ejecutará la obra para ambas metodologías se presenta en la Tabla IV.26

Tabla IV. 26: Tabla resumen del método de gestión tradicional y Last Planner.

Escenario	Descripción	Días de retraso		Tiempo Total	
		M.T	L.P	M.T	L.P
a	Ideal (línea base)	0	0	55	55
b	Ausencia de Material	8	4	63	59
c	Ausencia de personal	2	2	57	57
d	Imprevistos del proyecto	1	1	56	56

En los cálculos realizados con el método de valor ganado a las diferentes variables se observa su retraso en semanas con respecto a la línea base, dando como resultado que la variable de materiales es la de mayor retraso, seguida de la variable personal y por último la variable de proyecto. Para la comprobación de los días de retraso obtenidos por la entrevista a expertos en el área de Lean Construction, se convirtieron las semanas obtenidas en el método de valor ganado a días, y se observa que los valores son similares, lo que confirma que los días de retraso obtenidos en las entrevistas son aceptables para compararse con la metodología de gestión tradicional. Ver Tabla IV.27

Tabla IV. 27: Tabla comparativa del método de valor ganado aplicado al método de Last Planner.

Escenario	Descripción	Retraso V.G		Retraso L.P
		Semana	Días	Días
a	Línea Base	11.4	55.0	55
b	Ausencia de Material	12.0	58.1	59
c	Ausencia de personal	11.7	56.5	57
d	Imprevisto de Proyecto	11.6	55.8	56

CAPITULO V

CONCLUSIONES

De la investigación realizada en este trabajo especial de grado y los resultados obtenidos durante la comparación del método tradicional y el método de Last Planner para la realización de edificaciones tipo túnel se concluye lo siguiente:

Dentro del cuestionario aplicado a los Ingenieros expertos sobre las variables que tienen mayor influencia en la ejecución de obra, se obtuvo que las variables de material, personal y proyecto son las más influyentes. Donde la variable de material obtuvo un porcentaje de 35.83%, la variable proyecto obtuvo un porcentaje de 26.67% y por último la variable de personal con un porcentaje de 10%.

En el análisis de escenario del edificio Tipo Túnel, utilizando el método tradicional de gestión aplicado en Venezuela, se emplearon las tres variables de mayor influencia como razones de no cumplimiento, lo que se refiere a las variables que generan retrasos en la obra, las cuales se especificaron con mayor detalle como: el material que viene siendo la falta de acero de refuerzo en el momento necesario para armar las armaduras de acero, el personal cuya restricción fue la falta de un miembro de maquinaria especializada (Torre grúa) para la movilización del encofrado metálico y por último el proyecto que incluye el imprevisto de cálculo de diseño de mallas.

Al indicar los retrasos generados por los distintos escenarios analizados en este trabajo especial de grado, se hace referencia al tiempo sumado al escenario de la línea base para culminar la edificación, el cual viene siendo aproximadamente cincuenta y cinco (55) días hábiles. Para el método tradicional

de gestión la variable material se obtuvo un retraso de ocho (8) días hábiles totales. Para el caso de la variable o restricción del personal antes mencionado se obtuvo un retraso de dos (2) día hábil. Aplicando la variable o restricción del proyecto antes mencionado se obtuvo un retraso de un (1) día hábil. Dando como resultado un total de 63 días, 57 días y 56 días para cada variable respectivamente.

Para el análisis de escenario del edificio tipo túnel, utilizando el método de gestión de Last Planner, basado en la filosofía de Lean Construction se emplearon las mismas tres (3) variables como restricción o razón de no cumplimiento, teniendo el mismo objetivo de causar retraso en la ejecución de la obra e investigar la forma de gestión del Last Planner.

Se aplicaron las variables en el mismo instante y actividad durante la ejecución de la edificación que en el método tradicional usado en Venezuela para tener un punto de comparación en función del tiempo de la culminación de la estructura. Se utilizó el mismo plan maestro que en el método tradicional al igual que el mismo tiempo ideal debido a que ambos métodos utilizan la misma planificación de obra.

Para el método de Last Planner aplicando la variable o restricción del material antes mencionado se obtuvo un retraso de cuatro (4) días hábiles. Para la variable o restricción del personal antes mencionado se obtuvo un retraso de dos (2) días hábiles y finalmente la variable o restricción del proyecto antes mencionado se obtuvo un retraso de un (1) día hábil. Dando como resultado un total de 59 días, 57 días y 56 días para cada variable respectivamente.

Cabe destacar que en el último escenario donde se hace referencia a la variable del proyecto, se observa mediante los resultados obtenidos en el análisis, que aplicando el método de Last Planner en dicha variable, no presenta una mejora significativa con respecto al método tradicional de gestión debido a que en

ambas metodologías se obtiene la misma cantidad de 56 días totales de ejecución de obra.

Se utilizó el método de valor ganado para verificar los tiempo de retraso de la metodología de gestión de Last Planner obtenidos por las entrevistas realizadas a los expertos en LEAN Construction, donde ambos valores de día hábiles totales por variable eran muy similares.

Con los resultados antes mencionados se observa que ha pesar de tener una diferencia no tan abrumadora, utilizando el método de Last Planner existe una mejora con respecto al método tradicional de gestión, esto es gracias a que en el método de Last Planner se utiliza un enfoque más dinámico, involucrando a todo el personales dentro de la obra a diferencia del método tradicional que se enfoca normalmente en que un solo grupo con responsabilidad administrativa y alta jerarquía gerencial en el proyecto planifique y controle toda la obra. Esto produce retrasos incensarios debido a la falta de comunicación de pequeños detalles dentro de la obra que podrían convertirse en un problema de mayor magnitud.

Esa falta de comunicación conduce a tener una falta de planificación de respaldo para atacar las variables dentro de la obra lo que se podría traducir en retrasos y en los peores de los casos en el completo paro de la obra.

A diferencia del Last Planner que involucra a todo el personal de cada grupo, donde incluye a las posiciones más altas de gerencias hasta la posiciones más bajas de la cadena de mando como lo son los obreros, de esta manera durante la obra se realiza reuniones diarias, semanales y mensuales para tener en cuenta todos los variables que van surgiendo en la obra y poder atenderlos con tiempo para evitar retrasos innecesarios

Los días de retraso de la metodología de gestión tradicional y la metodología de gestión de Last Planner, se observó que la variable de material fue la de mayor incidencia en la comparación de los resultados, ya que las demás

variables presentaron días de retraso similares y no se puede concluir de manera inequívoca que efectivamente una metodología sea mejor que otra para los escenarios que dependen de esas variables.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

Algunas recomendaciones hacia este trabajo especial de grado podrían ser las siguientes:

- Se propone realizar el análisis de escenarios empleando proyectos más complejos en cantidad de unidades habitacionales y/o en sistemas constructivos
- Se propone realizar el análisis de escenario de la misma edificación pero utilizando 3 variables distintas para observar si se obtiene el mismo comportamiento en relación del tiempo y pudiéndose realizar también con los tiempos obtenidos una diferencia entre los costos de la obra.
- Incluir aparte de las variables de comparación utilizadas en este trabajo especial de grado (material, personal y proyecto) la variable Gestión de los Interesados, lo cual incluye: Alcaldía, Asociaciones de Vecinos, Junta Comunal, Sindicatos, Gremios Profesionales, etc.
- Realizar términos de referencias para un manual de Last Planner con los pasos y consideraciones necesarias para gestionar una obra civil.
- Aplicar los resultados obtenidos en la planificación y ejecución de una obra de estructura tipo túnel existente en el país para comprobar con datos reales la efectividad de la herramienta de Last Planner de la filosofía Lean Construction.
- Realizar la comparación utilizando las herramientas de Project, Primavera y Open plan.
- Realizar la comparación con otros sistemas constructivos: pórticos de acero o pórticos de concreto armado.

REFERENCIAS

- Armas, M. (s.f.). *Reportero24*. Recuperado el 15 de abril de 2012, de <http://www.reportero24.com/2011/03/construccion-en-2010-se-desplomo-la-venta-de-cemento-y-cabillas/>
- Ballard, G. (1994). *"The Last Planner"*. Monterey: Northern California Construction Institute Spring Conference.
- Banco Central de Venezuela. (s.f.). Recuperado el 3 de Octubre de 2012, de <http://www.bcv.org.ve/c2/indicadores.asp>
- Chamoun, Y. (2002). *Administracion Profesional de Proyecto. La Guia*. Mexico: Mc GrawGill.
- CVC. (s.f.). *Camara Venezonala de la construccion*. Recuperado el 17 de Julio de 2012, de <http://www.cvc.com.ve/portal/MainView.php?tab=CVCNTCV&val=1035>
- EVM. (junio de 2012). *Gestion del Valor Ganado*. Recuperado el 14 de Junio de 2012, de <http://www.valor-ganado.com/p/gestion-de-valor-ganado-evm.html>
- Filosofia lean construction. (10 de junio de 2012). *Filosofialeanconstruction*. Recuperado el 17 de julio de 2012, de <http://filosofialeanconstruction.wordpress.com/2012/06/10/que-es-lean-construction/>
- Haack, S. (2011). Omisiones y Recomendaciones en la ejecucion del diseño de muros. *Congreso Internacional de Ingenieria Estructural & Sismoresistente*. Caracas.
- Hinds, A., & Barrios, A. (s.f.). *El Nacional*. Recuperado el 17 de julio de 2012, de http://www.el-nacional.com/www/site/p_contenido.php?q=nodo/228729/Econom%C3%ADa/Irregularidades-en-distribuci%C3%B3n-causan-escasez-de-cabillas

- Jimenez, j. f. (6 de Octubre de 2010). *Consumid*. Recuperado el 2 de noviembre de 2011, de <http://www.consumid.org/detalle/12833/sin-materiales-para-construir-viviendas>
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system*. Cambridge: Productivity Press.
- Outinord. (s.f.). Recuperado el 17 de julio de 2012, de <http://www.outinord.com/sitespagnol/pdf/SYSTEM%20ENCOFRADO%20E SP.pdf>
- Páginas amarillas Cantv. (marzo de 2011). *Construcción en Serie: sistema tipo túnel*. Recuperado el 28 de agosto de 2011, de http://www.pac.com.ve/index.php?option=com_content&view=article&catid=63&Itemid=76&id=5977
- Project Management Institute. (2005). *Guía de los fundamentos de gestión de proyectos PMBOK*. Tercera Edición.
- Regnautt, R. (s.f.). *Sistema tipo tunel*. Recuperado el 28 de Agosto de 2011, de <http://www.scribd.com/doc/57845794/SISTEMA-TIPO-TUNEL>
- Shingo, S. (1984). *Study of 'TOYOTA' Production System*. Tokyo: Japan Management Association.
- Stambul ingenieria,procura y construccion. (abril de 2011). Presentacion Lean Construction. Caracas, Miranda, Venezuela.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*.

ANEXOS

Anexo A – Planos de Estructura tipo túnel.

Anexo B - Cuestionario de investigación de variables.

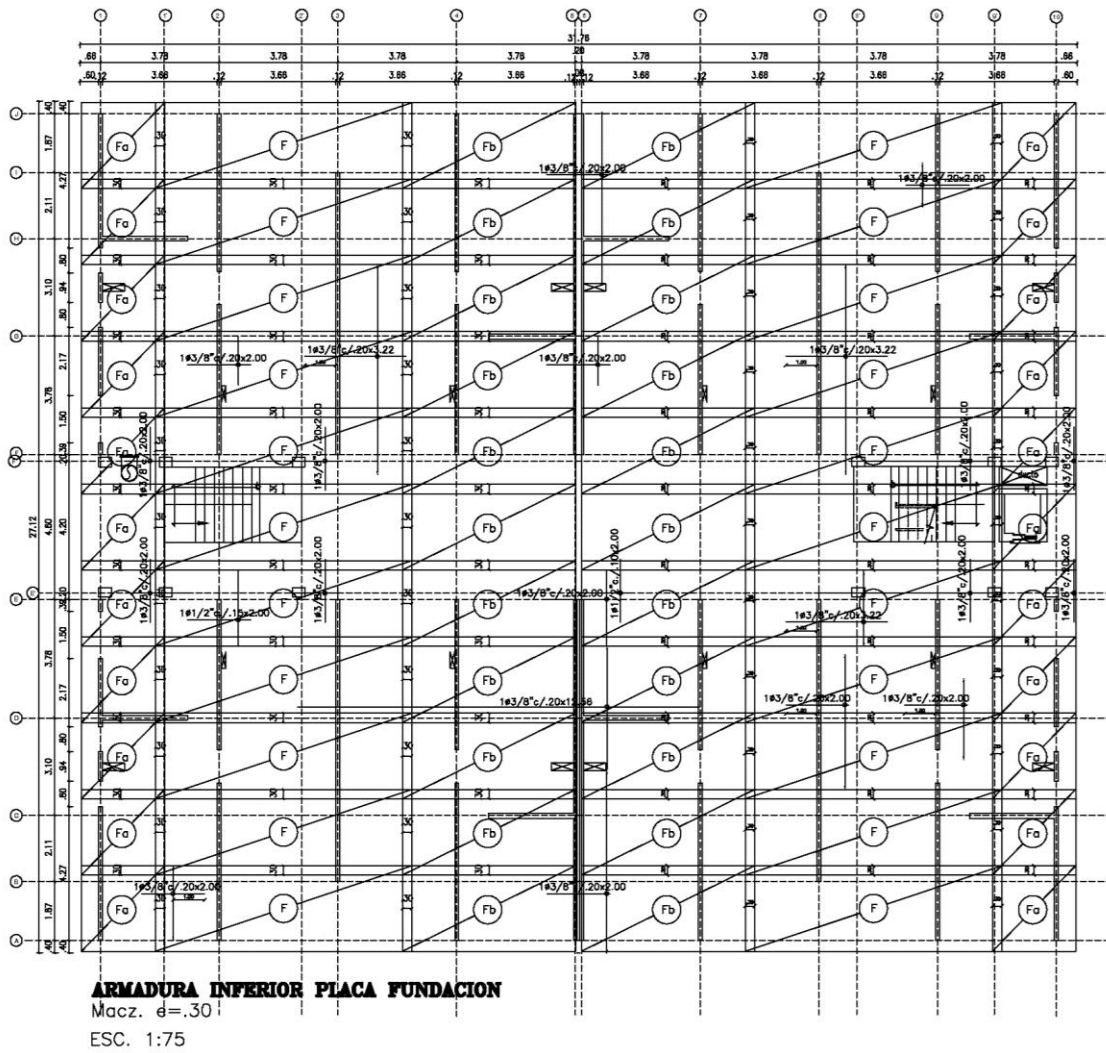
Anexo C - Cuestionarios de investigación de variables llenados por los ingenieros expertos en el área.

Anexo D - Cuestionario de estimación de retraso.

Anexo E - Cuestionarios de estimación de retraso llenados por los ingenieros expertos en el área.

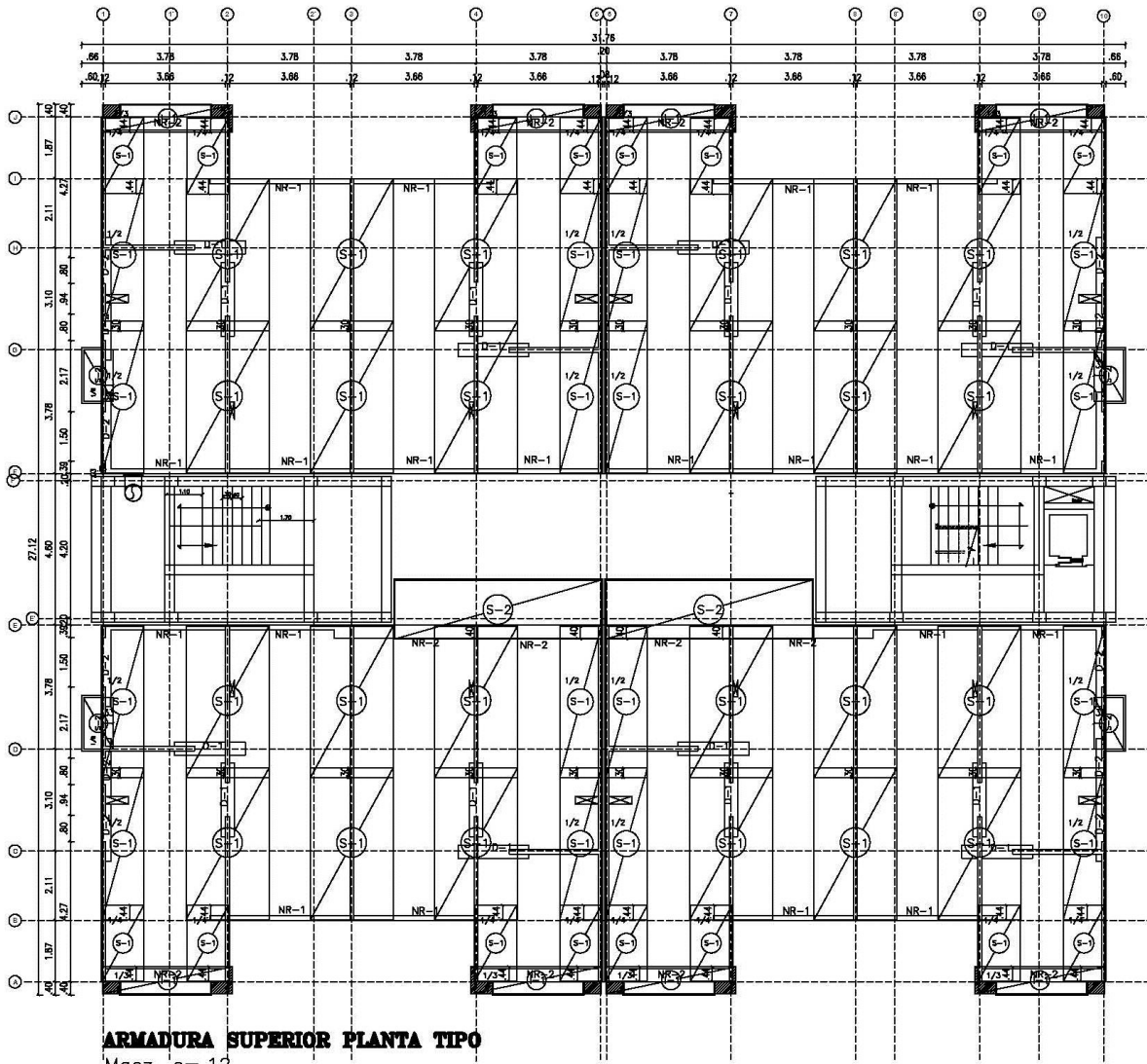
ANEXO A

Plano de diseño de malla de placa de fundación.



ANEXO A (cont.)

Plano de diseño de malla de losa planta tipo



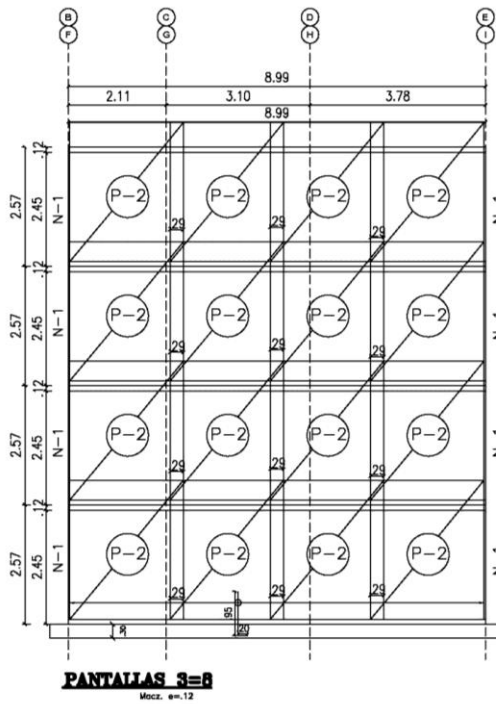
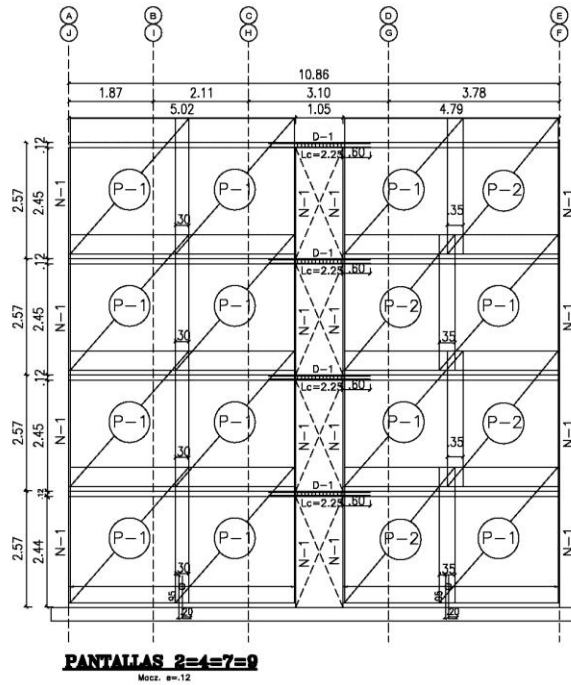
ARMADURA SUPERIOR PLANTA TIPO

Macz. e=.12

ESC. 1:75

ANEXO A (cont.)

Plano de diseño de mallas en pantallas.



ANEXO B

Cuestionario de investigación de variables.

Especialidad: _____

Años de experiencias: En diseño: _____ En Ejecución: _____

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

ANEXO C

Cuestionarios de investigación de variables llenados por los ingenieros expertos en el área

Especialidad: Estructural
Años de experiencias: En diseño: 20 En Ejecución: 10

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?
Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

Materiales: Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.

Equipos: Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas

Personal: Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.

Rendimiento: El trabajo asignado es realizado siguiendo el cronograma pautado.

Prelación de actividad: Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).

Clima: Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.

Proyecto: Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.

Calidad: Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).

Seguridad Industrial, higiene y Ambiente: Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

Especialidad: ING. ESTRUCTURAL
Años de experiencias: En diseño: 22 En Ejecución: 22

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor importancia	Intermedio	Menor importancia

- Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado es realizado siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

Especialidad: Ingeniero Proyectos (Estructuras)
 Años de experiencias: En diseño: 5 En Ejecución: 5

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- **1 Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
 - Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
 - Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
 - Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
 - Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- **2 Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- **3 Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
 - Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
 - Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

EN VENEZUELA (PERIODO 2005-2012)

Especialidad: GEOTECNIA
Años de experiencias: En diseño: 3 En Ejecución: 2

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado ^{se} realizado siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

Especialidad: DISEÑO
Años de experiencias: En diseño: 23 En Ejecución: _____

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

Especialidad: INGENIERO CIVIL
Años de experiencias: En diseño: 22 En Ejecución: 22

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
- 2 Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- 3 Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- 1 Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

Especialidad: INGENIERO DE PROYECTO CIVIL
Años de experiencias: En diseño: 07 En Ejecución: 03

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

Especialidad: Drenajes, Vialidad y Aflo de Tierra.
Años de experiencias: En diseño: 25 En Ejecución: 15

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

Especialidad: Ingeniero de Proyectos
Años de experiencias: En diseño: 9 En Ejecución: _____

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

Especialidad: Civil
Años de experiencias: En diseño: 1 En Ejecución: _____

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

Especialidad: Estructuras (Ing Estructural)

Años de experiencias: En diseño: 7 1/2 En Ejecución: _____

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- 3 **Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- 2 **Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- 1 **Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

- Obtención de la permisología para la construcción

Especialidad: INGENIERO ESTRUCTURAL
Años de experiencias: En diseño: 40 En Ejecución: 35

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor importancia	Intermedio	Menor importancia

- Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- 2 **Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- 1 **Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

Especialidad: Ingeniería Estructural y Sismorresistente Años de experiencias: 22 años

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- 3 Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- 4 Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- 2 Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

Especialidad: ING. CIVIL Años de experiencias: 36

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- 3 **Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- (**Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- 2 **Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

ESPECIFICAR CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA
YA QUE PUEDE AFECTAR LOS RENDIMIENTOS
Y SU IMPORTANCIA.

Especialidad: INGENIERO ESTRUCTURAL
Años de experiencias: En diseño: 32 En Ejecución: _____

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- 3 **Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
- 1 **Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- 2 **Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

Especialidad: ING. ESTRUCTURAL
Años de experiencias: En diseño: 25 En Ejecución: —

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

Especialidad: Ingr. Civil
Años de experiencias: En diseño: 12 En Ejecución: 12

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

Paros, Huelgas, Manifestaciones, Problemas con sindicatos, etc.

Especialidad: Civil - Civil

Años de experiencias: En diseño: 6 En Ejecución: 2

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- 2 **Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- 1 **Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- 3 **Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

INFLACIÓN y COSTO DE MATERIALES y EQUIPOS en uno o dos años.

Especialidad: Estructural
 Años de experiencias: En diseño: 19 En Ejecución: 3

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

3 Proyecto: porque una ingeniería pobre impactaría desde el comienzo la construcción.

2 Rendimiento: Contratistas que no cumplan con lo planificado son un dolor de cabeza

1 Calidad: Demasiadas no conformidades retrasan el trabajo.

otro aspecto importante es el sindicato: las huelgas retrasan el trabajo y además, te obligan a un número determinado de personal que por lo general no trabajan, por el apoyo que tienen al sindicato!

Especialidad: Ingeniería Civil
Años de experiencias: En diseño: 35 En Ejecución: 25

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- 2 **Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- 1 **Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- 3 **Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
 - Rendimiento:** El trabajo asignado se realizado siguiendo el cronograma pautado.
 - Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
 - Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
 - Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
 - Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
 - Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).

Todos tienen importancia pero pueden subsanarse con el adecuado equipo de trabajo. Siempre lo + importante es un adecuado personal profesional, técnico y obrero.

ANEXO D

Cuestionario de estimación de retraso.

Especialidad en el área de Ingeniería Civil: _____

Años de experiencias: En diseño: _____ En Ejecución: _____

Para la construcción de una estructura Tipo Túnel de 3 niveles mas techo de aproximadamente 153 m² por nivel, se realizo una simulación de planificación y gestión de obra en la fase de ejecución. Para dicha estructura se le aplicaron varios escenarios de planificación con las variables de material, personal y proyecto, con el fin de medir el tiempo de retraso que se genero por dichas variables. A continuación se realiza varias preguntas según su experiencia acerca de cada escenario.

- 1) Según investigación en una obra tipo túnel, el material de acero de refuerzo debería estar en sitio 15 días antes de su uso, en caso de retraso, cuanto seria el tiempo promedio de espera?
- 2) Para el caso de ausentarse un personal, específicamente un técnico operador de la maquinaria del Torre Grúa, cual seria el tiempo promedio que se requiere en obra para solicitar un remplazo y en donde lo hallaría?
- 3) Para el caso en que el diseño de malla para las pantallas y losas tipo de cada nivel sea el incorrecto en obra, cual seria el tiempo promedio que tardaría en recalcular el diseño para continuar con el armado de las pantallas y losas?
- 4) De estos tres casos presentados, le ha ocurrido algún caso similar? De ser así indique cual?

ANEXO E

Cuestionarios de estimación de retraso llenados por los ingenieros expertos en el área.

Especialidad en el área de Ingeniería Civil: PROYECTISTA

Años de experiencias: En diseño: 3 En Ejecución: 7

Para la construcción de una estructura Tipo Túnel de 3 niveles mas techo de aproximadamente 153 m² por nivel, se realizo una simulación de planificación y gestión de obra en la fase de ejecución. Para dicha estructura se le aplicaron varios escenarios de planificación con las variables de material, personal y proyecto, con el fin de medir el tiempo de retraso que se genero por dichas variables. A continuación se realiza varias preguntas según su experiencia acerca de cada escenario.

- 1) Según investigación en una obra tipo túnel, el material de acero de refuerzo debería estar en sitio 15 días antes de su uso, en caso de retraso, cuanto seria el tiempo promedio de espera?

2-6

- 2) Para el caso de ausentarse un personal, específicamente un técnico operador de la maquinaria del Torre Grúa, cual seria el tiempo promedio que se requiere en obra para solicitar un remplazo y en donde lo hallaría?

1 - 1 1/2

- 3) Para el caso en que el diseño de malla para las pantallas y losas tipo de cada nivel sea el incorrecto en obra, cual seria el tiempo promedio que tardaría en recalculer el diseño para continuar con el armado de las pantallas y losas?

1

- 4) De estos tres casos presentados, le ha ocurrido algún caso similar? De ser así indique cual?

(1) y (3)

Especialidad en el área de Ingeniería Civil: Estructura

Años de experiencias: En diseño: 6 En Ejecución: 3

Para la construcción de una estructura Tipo Túnel de 3 niveles mas techo de aproximadamente 153 m² por nivel, se realizo una simulación de planificación y gestión de obra en la fase de ejecución. Para dicha estructura se le aplicaron varios escenarios de planificación con las variables de material, personal y proyecto, con el fin de medir el tiempo de retraso que se genero por dichas variables. A continuación se realiza varias preguntas según su experiencia acerca de cada escenario.

- 1) Según investigación en una obra tipo túnel, el material de acero de refuerzo debería estar en sitio 15 días antes de su uso, en caso de retraso, cuanto sería el tiempo promedio de espera?

No más de 5 días

- 2) Para el caso de ausentarse un personal, específicamente un técnico operador de la maquinaria del Torre Grúa, cual sería el tiempo promedio que se requiere en obra para solicitar un remplazo y en donde lo hallaría?

Entre 2 a 2 días y medio

- 3) Para el caso en que el diseño de malla para las pantallas y losas tipo de cada nivel sea el incorrecto en obra, cual sería el tiempo promedio que tardaría en recalcular el diseño para continuar con el armado de las pantallas y losas?

1 día

- 4) De estos tres casos presentados, le ha ocurrido algún caso similar? De ser así indique cual?

(3) y (1)

Especialidad en el área de Ingeniería Civil: Ingeniero Projectista - Estructural

Años de experiencias: En diseño: Siete (7) En Ejecución: Cinco (5)

Para la construcción de una estructura Tipo Túnel de 3 niveles mas techo de aproximadamente 153 m² por nivel, se realizo una simulación de planificación y gestión de obra en la fase de ejecución. Para dicha estructura se le aplicaron varios escenarios de planificación con las variables de material, personal y proyecto, con el fin de medir el tiempo de retraso que se genero por dichas variables. A continuación se realiza varias preguntas según su experiencia acerca de cada escenario.

- 1) Según investigación en una obra tipo túnel, el material de acero de refuerzo debería estar en sitio 15 días antes de su uso, en caso de retraso, cuanto seria el tiempo promedio de espera?

2 días

- 2) Para el caso de ausentarse un personal, específicamente un técnico operador de la maquinaria del Torre Grúa, cual seria el tiempo promedio que se requiere en obra para solicitar un remplazo y en donde lo hallaría?

Mas omeos un día y medio 1 1/2

- 3) Para el caso en que el diseño de malla para las pantallas y losas tipo de cada nivel sea el incorrecto en obra, cual seria el tiempo promedio que tardaría en recalcular el diseño para continuar con el armado de las pantallas y losas?

1 día

- 4) De estos tres casos presentados, le ha ocurrido algún caso similar? De ser así indique cual?

El tercero.

Especialidad en el área de Ingeniería Civil: ingeniero civil

Años de experiencias: En diseño: 02 En Ejecución: 01

Para la construcción de una estructura Tipo Túnel de 3 niveles mas techo de aproximadamente 153 m² por nivel, se realizo una simulación de planificación y gestión de obra en la fase de ejecución. Para dicha estructura se le aplicaron varios escenarios de planificación con las variables de material, personal y proyecto, con el fin de medir el tiempo de retraso que se genero por dichas variables. A continuación se realiza varias preguntas según su experiencia acerca de cada escenario.

- 1) Según investigación en una obra tipo túnel, el material de acero de refuerzo debería estar en sitio 15 días antes de su uso, en caso de retraso, cuanto sería el tiempo promedio de espera?

2 días

- 2) Para el caso de ausentarse un personal, específicamente un técnico operador de la maquinaria del Torre Grúa, cual sería el tiempo promedio que se requiere en obra para solicitar un remplazo y en donde lo hallaría?

1/2 día

- 3) Para el caso en que el diseño de malla para las pantallas y losas tipo de cada nivel sea el incorrecto en obra, cual sería el tiempo promedio que tardaría en recalcular el diseño para continuar con el armado de las pantallas y losas?

pocos minutos

- 4) De estos tres casos presentados, le ha ocurrido algún caso similar? De ser así indique cual?

numero 1 y 3

Especialidad en el área de Ingeniería Civil: INGENIERO ESTRUCTURAL

Años de experiencias: En diseño: 06 En Ejecución: 02

Para la construcción de una estructura Tipo Túnel de 3 niveles mas techo de aproximadamente 153 m² por nivel, se realizó una simulación de planificación y gestión de obra en la fase de ejecución. Para dicha estructura se le aplicaron varios escenarios de planificación con las variables de material, personal y proyecto, con el fin de medir el tiempo de retraso que se genero por dichas variables. A continuación se realiza varias preguntas según su experiencia acerca de cada escenario.

- 1) Según investigación en una obra tipo túnel, el material de acero de refuerzo debería estar en sitio 15 días antes de su uso, en caso de retraso, cuanto sería el tiempo promedio de espera?

DEPENDIENDO DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO PODRIA SER MINIMO 1 DIA, MÁXIMO UNA SEMANA, SI EL RETRASO ES MAYOR SE PLANIFICAN POSIBLES MODIFICACIONES A NIVEL DE INGENIERIA (DISEÑO)

- 2) Para el caso de ausentarse un personal, específicamente un técnico operador de la maquinaria del Torre Grúa, cual sería el tiempo promedio que se requiere en obra para solicitar un remplazo y en donde lo hallaría?

POR LO GENERAL EL OPERADOR ES PERSONAL DE LA EMPRESA QUE ALQUILA LA GRUA POR LO QUE NO DEBERIA EXISTIR UNA AUSENCIA MAYOR A MEDIO DIA, SI LA GRUA ES PROPIA POR LO GENERAL SE POSEEN SUSTITUTOS

- 3) Para el caso en que el diseño de malla para las pantallas y losas tipo de cada nivel sea el incorrecto en obra, cual sería el tiempo promedio que tardaría en recalcular el diseño para continuar con el armado de las pantallas y losas?

POCOS MINUTOS.

- 4) De estos tres casos presentados, le ha ocurrido algún caso similar? De ser así indique cual?

③ SE USA DOBLE MALLA EN CASO DE EXISTIR DEFICIT DE ACERO, Y EN CASO DE SER MAYOR EL ACERO, SE ASUME LA PERDIDA.

① SI LA OBRA POSEE BUENA PLANIFICACION DE RESERVA, NUNCA, DEBERIA SUCCEDER FALTA DE MATERIAL POR MAS DE 2 DIAS

Especialidad en el área de Ingeniería Civil: Ingeniero Civil

Años de experiencias: En diseño: 8 En Ejecución: 2

Para la construcción de una estructura Tipo Túnel de 3 niveles mas techo de aproximadamente 153 m² por nivel, se realizó una simulación de planificación y gestión de obra en la fase de ejecución. Para dicha estructura se le aplicaron varios escenarios de planificación con las variables de material, personal y proyecto, con el fin de medir el tiempo de retraso que se genere por dichas variables. A continuación se realiza varias preguntas según su experiencia acerca de cada escenario.

- 1) Según investigación en una obra tipo túnel, el material de acero de refuerzo debería estar en sitio 15 días antes de su uso, en caso de retraso, cuanto sería el tiempo promedio de espera?

Según el mercado actual, hasta una semana

- 2) Para el caso de ausentarse un personal, específicamente un técnico operador de la maquinaria del Torre Grúa, cual sería el tiempo promedio que se requiere en obra para solicitar un remplazo y en donde lo hallaría?

No debería pasar de 1 día

- 3) Para el caso en que el diseño de malla para las pantallas y losas tipo de cada nivel sea el incorrecto en obra, cual sería el tiempo promedio que tardaría en recalcular el diseño para continuar con el armado de las pantallas y losas?

En menos de 1 hora

- 4) De estos tres casos presentados, le ha ocurrido algún caso similar? De ser así, indique cual?

Sólo 3

Especialidad en el área de Ingeniería Civil: PROYECTISTA ESTRUCTURAL

Años de experiencias: En diseño: 15 En Ejecución: 03

Para la construcción de una estructura Tipo Túnel de 3 niveles mas techo de aproximadamente 153 m² por nivel, se realizó una simulación de planificación y gestión de obra en la fase de ejecución. Para dicha estructura se le aplicaron varios escenarios de planificación con las variables de material, personal y proyecto, con el fin de medir el tiempo de retraso que se genero por dichas variables. A continuación se realiza varias preguntas según su experiencia acerca de cada escenario.

- 1) Según investigación en una obra tipo túnel, el material de acero de refuerzo debe estar en sitio 15 días antes de su uso, en caso de retraso, cuanto sería el tiempo promedio de espera?

1~2 DÍAS EN UNA OBRA CON BUEN SISTEMA DE PROVEA

- 2) Para el caso de ausentarse un personal, específicamente un técnico operador de la maquinaria del Torre Grúa, cual sería el tiempo promedio que se requiere en obra para solicitar un remplazo y en donde lo hallaría?

NO APLICA

- 3) Para el caso en que el diseño de malla para las pantallas y losas tipo de cada nivel sea el incorrecto en obra, cual sería el tiempo promedio que tardaría en recalcular el diseño para continuar con el armado de las pantallas y losas?

1 HORA

- 4) De estos tres casos presentados, le ha ocurrido algún caso similar? De ser así, indique cual?

1) y 3)

Especialidad en el área de Ingeniería Civil: Acero - Galpón - Proyectista

Años de experiencias: En diseño: 05 En Ejecución: 03

Para la construcción de una estructura Tipo Túnel de 3 niveles mas techo de aproximadamente 153 m² por nivel, se realizo una simulación de planificación y gestión de obra en la fase de ejecución. Para dicha estructura se le aplicaron varios escenarios de planificación con las variables de material, personal y proyecto, con el fin de medir el tiempo de retraso que se genero por dichas variables. A continuación se realiza varias preguntas según su experiencia acerca de cada escenario.

- 1) Según investigación en una obra tipo túnel, el material de acero de refuerzo debena estar en sitio 15 días antes de su uso, en caso de retraso, cuanto seria el tiempo promedio de espera?

Tres (3)

- 2) Para el caso de ausentarse un personal, específicamente un técnico operador de la maquinaria del Torre Grúa, cual seria el tiempo promedio que se requiere en obra para solicitar un remplazo y en donde lo hallaría?

Dos (2)

- 3) Para el caso en que el diseño de malla para las pantallas y losas tipo de cada nivel sea el incorrecto en obra, cual seria el tiempo promedio que tardaría en recalcular el diseño para continuar con el armado de las pantallas y losas?

Medio día $\frac{1}{2}$

- 4) De estos tres casos presentados, le ha ocurrido algún caso similar? De ser así indique cual?

La primera pregunta.

Especialidad en el área de Ingeniería Civil: PROYECTISTA

Años de experiencias: En diseño: 10 En Ejecución: 01

Para la construcción de una estructura Tipo Túnel de 3 niveles mas techo de aproximadamente 153 m² por nivel, se realizo una simulación de planificación y gestión de obra en la fase de ejecución. Para dicha estructura se le aplicaron varios escenarios de planificación con las variables de material, personal y proyecto, con el fin de medir el tiempo de retraso que se genero por dichas variables. A continuación se realiza varias preguntas según su experiencia acerca de cada escenario.

- 1) Según investigación en una obra tipo túnel, el material de acero de refuerzo debería estar en sitio 15 días antes de su uso, en caso de retraso, cuanto sería el tiempo promedio de espera?

CINCO

- 2) Para el caso de ausentarse un personal, específicamente un técnico operador de la maquinaria del Torre Grúa, cual sería el tiempo promedio que se requiere en obra para solicitar un remplazo y en donde lo hallaría?

TRES

- 3) Para el caso en que el diseño de malla para las pantallas y losas tipo de cada nivel sea el incorrecto en obra, cual sería el tiempo promedio que tardaría en recalcular el diseño para continuar con el armado de las pantallas y losas?

UNO

- 4) De estos tres casos presentados, le ha ocurrido algún caso similar? De ser así indique cual?

EL PRIMERO

Especialidad en el área de Ingeniería Civil: Estructuras

Años de experiencias: En diseño: 4 En Ejecución: 2

Para la construcción de una estructura Tipo Túnel de 3 niveles mas techo de aproximadamente 153 m² por nivel, se realizo una simulación de planificación y gestión de obra en la fase de ejecución. Para dicha estructura se le aplicaron varios escenarios de planificación con las variables de material, personal y proyecto, con el fin de medir el tiempo de retraso que se genero por dichas variables. A continuación se realiza varias preguntas según su experiencia acerca de cada escenario.

- 1) Según investigación en una obra tipo túnel, el material de acero de refuerzo debería estar en sitio 15 días antes de su uso, en caso de retraso, cuanto sería el tiempo promedio de espera?

Entre 2 y 3 días.

- 2) Para el caso de ausentarse un personal, específicamente un técnico operador de la maquinaria del Torre Grúa, cual sería el tiempo promedio que se requiere en obra para solicitar un remplazo y en donde lo hallaría?

2 días

- 3) Para el caso en que el diseño de malla para las pantallas y losas tipo de cada nivel sea el incorrecto en obra, cual sería el tiempo promedio que tardaría en recalcular el diseño para continuar con el armado de las pantallas y losas?

Un día

- 4) De estos tres casos presentados, le ha ocurrido algún caso similar? De ser así indique cual?

El 2.

Especialidad: Estructural
Años de experiencias: En diseño: 20 En Ejecución: 10

Este cuestionario es realizado para formar una base de datos para un trabajo especial de grado, cuyo objetivo principal es comparar dos métodos de gerencia de proyecto en el área de construcción civil.

Cuáles de las siguientes opciones considera usted que afecte más el proceso de elaboración de un proyecto de obra civil?

Marcar solo 3 opciones, en orden de importancia siendo:

3	2	1
Mayor Importancia	Intermedio	Menor importancia

- Materiales:** Disponibilidad de materiales para realizar las actividades programadas.
- Equipos:** Disponibilidad de equipos de construcción para realizar las actividades programadas
- Personal:** Disponibilidad de personal (mano de obra) para realizar las actividades programadas.
- Rendimiento:** El trabajo asignado es realizado siguiendo el cronograma pautado.
- Prelación de actividad:** Retraso o incumplimiento en la ejecución programada por la existencia de actividades previas no completadas (cancha de trabajo).
- Clima:** Impacto de las condiciones ambientales en el desempeño de las actividades y tareas.
- Proyecto:** Cambios no programados en el proyecto (ingeniería y arquitectura) durante el desarrollo del plan semanal. Incongruencia de los planos con la realidad del campo. Falta de detalles.
- Calidad:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por no conformidades en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC).
- Seguridad Industrial, higiene y Ambiente:** Atrasos y/o retrabajos en el proceso constructivo por fallas en el cumplimiento de las políticas, normativas y procedimientos de Seguridad Industrial, Higiene y Ambiente (SHA).

Observaciones Adicionales (Variables o comentarios que considere importante además de las presentadas).
