

DEDICATORIA

A Dios;

Por guiarme en la vida y regalarme una familia maravillosa, y estar conmigo en los momentos en que más lo necesite.

A mis Padres Cesar Augusto Jáuregui Rojas y Miriam Ruth Sheen Cuba;
Sabido que no existiría una forma de agradecer toda la vida de sacrificio y esfuerzo que me han brindado, quiero que sientan que el objetivo logrado también es suyo, la cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir, por eso, con gratitud, emoción y respeto hoy infinitamente les agradezco por todo el apoyo que me han brindado para poder subir este escalón, que será el inicio de mi profesión; Gracias por todo y por ser mis Padres.

A mi Hermana Mariana Jáuregui Sheen;

Por sus palabras de aliento y apoyo incondicional brindado a lo largo del desarrollo de este trabajo.

A Estefanía Grández Vásquez;

Por todo el apoyo que me has brindado, y por ser parte importante en mi Carrera Personal y Profesional, siempre estaré agradecido.

Cesar Augusto Jáuregui Sheen.

A Dios;

Por darme oportunidad de vivir y Darme la Paz interior y estar conmigo en los momentos en que más lo necesite.

A mis Padres Agustín Pairazamán Tejada y Marisa Cerna Ríos;

Dedicarles por todo el sacrificio y esfuerzo, quiero que sientan que el objetivo logrado también es suyo, la cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir, por eso, con gratitud, emoción y respeto. Hoy Infinitamente les agradezco por todo el apoyo Que me brindan para subir este escalón, que será el inicio de mi profesión; Gracias y sobre Todo por ser mis padres

A mis Hermanas Bertha Pairazamán Cerna y Marisa Pairazamán Cerna;

Que siempre me apoyaron a lo largo del desarrollo de este trabajo, brindándome sus palabras de aliento.

A todos ellos muchas gracias.

Jorge Carlos Pairazamán Cerna.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestro Dios por guiarnos y cuidarnos durante todo nuestro camino, dándonos sabiduría y bendición para vencer los obstáculos y dificultades a lo largo de la vida.

A nuestros Padres, que con su demostración ejemplar nos han enseñado a no desfallecer ni rendirnos ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos y haber estado en los momentos más difíciles... aún queda mucho por recorrer pero lo que hasta ahora hemos logrado es por ustedes y para ustedes....

A nuestras queridas hermanas, Por enseñarnos con su ejemplo que los sueños si se pueden hacer realidad, somos el orgullo de nuestro Padres y así debe ser siempre. Estamos orgullosos de tener hermanas tan emprendedoras como ustedes, Dios los bendiga siempre.

A nuestro asesor el Ing. Carlos Manuel Vargas Cárdenas, por ser fuente de motivación e inspiración, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización y culminación de la Tesis.

A nuestra Querida amiga Carmen Sánchez Custodio por todo el apoyo que nos brindó, sin ningún interés material, solo queriendo que mejoremos en lo profesional, te admiramos mucho nunca cambies.

A nuestra alma mater, La Universidad Privada Antenor Orrego, de la cual nos volvimos miembros y nos proporcionó las herramientas necesarias para desenvolvemos profesionalmente.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

INDICE

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTOS.....	3
INDICE.....	4
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	13
I. INTRODUCCION.....	15
1.1. Antecedentes y Justificación del Problema	16
1.1.1. Antecedentes	16
1.1.2. Justificación	22
1.2. Formulación del Problema	23
1.3. Objetivos.....	23
1.3.1. Objetivos Específicos:.....	23
1.4. Hipótesis.....	24
1.4.1. Definición de las variables:	24
1.4.2. Definiciones Conceptuales.....	24
1.5. Marco Teórico	26
1.5.1. Lean Construction (Construcción sin perdidas) – Reseña histórica	26
1.5.2. Toyota Production System	31
1.5.3. Método Just in Time.....	32
1.5.4. Método Jidoka (Autonomía)	34
1.5.5. Nueva filosofía de producción: Lean Production	35
1.5.6. Lean Construction (Construcción sin perdidas)	39
1.5.7. Lean Project Delivery System (Proyecto Sistema de entrega sin perdidas)	39

1.5.8. Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador) – Introducción	42
1.5.9. Definición	45
1.5.10. Control de las unidades de producción	49
1.5.11. Control del flujo de trabajo	50
1.5.11.1. Planificación Intermedia (Lookahead Planning)	51
1.5.11.2. Sistema de arrastre (Pull System)	52
1.5.11.3. Equilibrio entre carga y capacidad	53
1.5.12. Estructuración del sistema Último Planificador	53
1.5.12.1. Cronograma Maestro (Master Schedule)	53
1.5.12.2. Planificación por fases (Phase Scheduling)	54
1.5.12.3. Planificación Intermedia: Lookahead Planning	57
1.5.12.4. Reserva de trabajo ejecutable (Workable Backlog)	66
1.5.12.5. Plan de Trabajo Semanal (Weekly Work Plan)	66
1.5.12.6. Last Planner System: Visión Global	69
1.5.12.7. Producción	71
1.5.12.8. Control	71
1.5.12.9. Planeamiento	71
1.5.13. Generación de Valor	73
1.5.13.1. Estrategia De Generación De Valor	75
1.5.13.2. El enfoque estratégico	78
1.5.13.3. Habilidades: ventajas y capacidades	78
1.5.13.4. Crear una nueva cadena de valor	79
1.5.13.5. Sobre la productividad de los recursos	80
1.5.13.6. Información sobre innovaciones	80
1.5.13.7. Información sobre la distribución y asignación de los recursos escasos	81

1.5.13.8. Información para la toma de decisiones estratégicas	82
1.5.14. Concepto de productividad	82
II. MATERIAL Y METODOS.....	85
2.1. Material de Estudio.....	85
2.1.1. Población	85
2.1.2. Diseño de la Muestra	86
2.1.3. Diseño de Investigación.....	86
2.2. Métodos y Técnicas	86
2.2.1. Método	86
2.2.2. Técnica	87
2.2.3. Procedimiento.....	87
2.2.3.1. Recolección de información.....	87
2.2.3.2. Procesamiento de información	88
2.2.3.3. Análisis de la información	89
III. RESULTADOS.....	90
3.1. Resultados Cualitativos	90
3.1.1. Entrevista 01 - Ingeniero Henry Córdova Martínez – Residente de Obra - MANTTO.....	90
3.1.2. Entrevista 02 – Ingeniero Roberto Flores de Los Santos – Jefe de Proyecto - LPSA.....	91
3.1.3. Entrevista 03 - Técnico Fernando Zorrilla Abad - PDR - LPSA.....	92
3.2 Resultados Cuantitativos.....	94
3.2.1 Herramientas de Planeamiento.....	94
3.2.1.1 Plan Maestro	94
3.2.1.2 Plano del Proyecto	96

3.2.1.3	Hitos de Obra	98
3.2.1.4	Costo Directo e Indirecto	100
3.2.1.5	Análisis de Precios Unitarios	102
3.2.1.6	Planos de Sectorización	104
3.2.1.7	LookAhead Planning	105
1.2.1.1	Análisis de Restricciones	109
3.2.1.8	Plan Semanal y PPC	110
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS		111
V. CONCLUSIONES		117
VI. RECOMENDACIONES		119
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		120
VIII. ANEXOS		122

INDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1: Toyota Production System (TPS), Las columnas bases son el Just in Time y la Autonomation.....	32
Gráfico 2: Objetivos Claves del Just in Time	33
Gráfico 3: Método Jidoka (Autonomía).....	34
Gráfica 4: Modelo de conversión usado en el Siglo XIX (Koskela, 1992).....	35
Gráfico 5: Nuevo Modelo de Producción (Koskela, 1992).....	37
Gráfico 6: Cuadro comparativo de modelos de producción (Koskela, 1992).....	38
Gráfico 7: Cuadro modelo del Lean Project Delivery System.....	41
Gráfico 8: La formación de asignaciones en el proceso de planificación Del Last Planner.....	47
Gráfico 9: Situación de Proyectos según el tipo de Planeación (Abengoa Perú, 2011).....	48
Grafico 10: Proceso de Planificación Lookahead, (Ballard, 2000).....	51
Grafico 11: Sistema tradicional de planificación “Push” (Ballard, 2000).....	52
Grafico 12: Sistema Last Planner de planificación “Pull” (Ballard, 2000).....	53
Grafico 13: Ejemplo de una planificación por fases y el detalle de la Fase en análisis (Max T. Rossi 2008 - basado en Ballard, 2000).....	55
Grafico 14: Ejemplo de Lookahead Schedule, período de 3 semanas. (Fuente: Residencial Los portales, informe semanal II Etapa).....	60
Gráfico 15: Last Planner System, Lookahead en destaque. (Ballard, 2000).....	69
Gráfico 16: LPS, componente adicional al Sistema Tradicional. (Ballard, 2000).....	70
Gráfico 17: La Programación como Protección del Plan (Graña y Montero, 2008).....	72

Gráfico 18: Rutina de Programación según Lean (Graña y Montero, 2008).....	73
Gráfico 19: Beneficios de la Productividad.....	84
Gráfico 20: Plano de Proyecto, Etapa II.....	96
Gráfico 21: Plano de Estructuras Edificio 08 y 09, Etapa II.....	97
Gráfico 22: Plano de Sectorización de los Edificios 08 y 09, Etapa II.....	104

INDICE DE CUADROS

Cuadro 01: Plan Maestro de Obra - Propuesta Inicial (Vista Parcial).....	94
Cuadro 02: Plan Maestro de Obra Ejecutado (Vista Parcial).....	95
Cuadro 03: Gantt de Obra - Propuesta Inicial (Vista Parcial).....	98
Cuadro 04: Gantt de Obra Ejecutado (Vista Parcial).	99
Cuadro 05: Presupuesto Inicial de Obra - Propuesta Inicial (Vista Parcial).....	100
Cuadro 06: Presupuesto de Obra Ejecutado (Vista Parcial).	101
Cuadro 07: Análisis de precio unitario - Propuesta Inicial (Vista Parcial).....	102
Cuadro 08: Análisis de precio unitario - Ejecutado (Vista Parcial).....	103
Cuadro 09: Cuadro de Rendimientos (Vista Parcial).....	105
Cuadro 10: LookAhead Planning, Planeamiento (Vista Parcial).....	106
Cuadro 11: LookAhead Planning, Materiales (Vista Parcial).....	107
Cuadro 12: LookAhead Planning, Mano de Obra (Vista Parcial).....	108
Cuadro 13: Análisis de Restricciones (Vista Parcial).....	109
Cuadro 14: Plan Semanal y PPC (Vista Parcial).....	110
Cuadro 15: Causas de Incumplimiento de la Partida de Estructuras Edificio 08 y 09.....	116

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparación Sistema de Gestión Tradicional y Last Planner.....	48
Tabla 2: Comparación de Práctica tradicionales vs Phase Schedulling (P2SL Report, Ballard 2009).....	56
Tabla 3: Ejemplo desglose de actividades (Fuente: Residencial los portales II Etapa).....	62
Tabla 4: Diferencias entre la Lógica convencional y le Generación del Valor.....	78
Tabla 5: Distribución del conjunto Residencial Golf Los Andrés.....	86
Tabla 6: Comparación de Días Proyectados.....	113
Tabla 7: Comparación en Costos Estructuras Edificio 08 y 09.....	113
Tabla 8: Comparativa en Costos de Presupuesto	114

FORMULAS

Fórmula N°1: Productividad global.....	82
--	----

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito fundamental la aplicación del sistema de planificación y control denominado “The Last Planner® System” (Sistema del ultimo Planificador) en el proyecto “Conjunto Residencial Golf Los Andes - Etapa II ”, ubicado en la provincia de Lurigancho- Chosica, Lima con la finalidad de descubrir en qué medida el Sistema Last Planner (Ultimo Planificador) de la filosofía Lean Construction (Construcción sin perdidas) generó valor en las partidas de estructuras de los edificios 08 y 09 de la obra en estudio. El Sistema del ultimo Planificador es una metodología de trabajo perteneciente a la filosofía de Lean Construction (Construcción sin perdidas) la cual tiene varios niveles de planificación donde se refina el plan y reduce la incertidumbre, considerando solo lo que pueda hacerse, y no lo que deba realizarse. De esta manera se mantienen los objetivos presentes y el equipo del proyecto puede ayudar a remover obstáculos para alcanzarlos, de tal forma la planificación no solo son intenciones sino, un compromiso de trabajo activo para diseñar la manera de realizar las actividades.

Este sistema asegura un flujo de trabajo continuo y el cumplimiento de las actividades de un plan a través de planificaciones más confiables con el que es posible alcanzar un nivel de producción más óptimo. El desarrollo del trabajo comprendió la aplicación del “Sistema del ultimo Planificador” en la partida de Estructuras de los Edificios 08 y 09 del Proyecto en mención, durante un periodo comprendido de 05 semanas continuas desde el lunes 04 de Noviembre del 2013 hasta el Viernes 06 de Diciembre del 2013, se partió del Plan Maestro que fue entregado por la empresa Los Portales S.A, luego se elaboró 05 LookAhead (plan intermedio) en grupos de 04 semanas cada uno, contemplando la semana 1-4 el primer Plan intermedio, de la semana 2-5 el segundo Plan intermedio, semana 3-6 el tercer Plan intermedio, semana 4-7 el cuarto Plan intermedio, semana 5-8 el quinto Plan Intermedio; en el cual se muestra los metrados a ejecutar así como los insumos programados y la mano de obra necesaria para las 4 semanas establecidas.

Luego de esto se identificaron las posibles restricciones que podrían detener el flujo de la programación, para esto se asignó un responsable de acuerdo a las áreas que ocupan en la empresa; habiendo levantado previamente las posibles restricciones se formularon planes semanales los cuales muestran los avances diarios y recursos en cada partida en base a la programación establecida en el Plan intermedio.

En campo se verificó el cumplimiento de estos planes y se hizo nuevas reprogramaciones semana a semana, encontrando así que de la semana 04 de Noviembre del 2013 a la semana del 02 de Diciembre del 2013 existen retrasos en las tareas programadas; esto debido a fallas en la Programación, Logística y Subcontratistas. Luego de concluir el periodo de 05 semanas en obra se procedió a calcular la Generación de Valor que se obtuvo en la ejecución de la partida de estructuras de los Edificios 08 y 09; dicho genero de valor se tomó la diferencia en tiempo y costo de la aplicación del sistema Last Planner (ultimo Planificador), aplicado por los suscritos comparado por la empresa los Portales S.A

La aplicación del sistema de planificación y control Last Planner System (Sistema del ultimo Planificador) en el proyecto “Conjunto Residencial Golf Los Andes “demostró que tuvo un efecto positivo en el proyecto dando como resultado un significativo incremento en la Generación de Valor. Siendo este el ahorro de 35 Días en las Partidas de Estructuras y reduciendo el presupuesto en S/.29,858.94 Nuevo Soles en el edificio 08 y 09 Estructuras.

PALABRAS CLAVE: sistema de planificación, equipo de proyecto, generación de valor

ABSTRACT

The present research paper had as target goal the implementation of a planning and control system called “The Last Planner® System” applied to the Project “Conjunto Residencial Golf Los Andes - Etapa II”, located in the province of Lurigancho- Chosica, Lima, to find out to what extent The Last Planner® System of the Lean Construction philosophy generated value in the items of the structures of the buildings 08 y 09 of the present research. The Last Planner System is a methodology of work that belongs to the lean construction philosophy which has several planning levels where the plan is polished and the uncertainty is reduced; considering only what can be done and not what should be done. In this sense, the present objectives are kept and the project team can help to remove the obstacles to reach the goals, in such a way that the plans are not only intentions but an active work commitment to design the ways to carry out the activities.

This system ensures a flux of continuous work and the fulfillment of the activities of a plan through more reliable planification in order to reach a most optimum level of production. The development of this work included the application of “Last Planner System” in the items of the structures of the buildings 08 and 09 of the project mentioned above, during a continuous five-week period from November, Monday 04th 2013 to December, Friday 06th 2013; the master plan which was handed in by Los Portales S.A company was divided; then it was made 05 Look Ahead in 4 –week groups each, considering the 1-4 week the first intermediate Plan, from the 2-5 week the second intermediate Plan, from 3-6 the third intermediate Plan, from 4-7 the fourth intermediate Plan, from 5-8 week the fifth intermediate Plan; in which it is shown the estimates for the implementation, the programmed materials and the necessary work force for the established 4 weeks

After this, it was identified the possible restrictions that could stop the flux of the programming, so it was assigned a responsible worker according to the

their work position in the company; having solved in advance the possible restrictions, it was formulated weekly plans which show the daily progress and the resources in each item based on the established programming in the intermediate plan.

In the field it was verified the fulfillment of these plans and it was made new reprogramming week by week , finding some delays in the programmed tasks from the 4th November week to the 2nd December week 2013; this was due to the failures in the programming, logistic and subcontractors. After finishing the five-week period in the construction, it was calculated the generation of value that was gotten in the execution of the items of structures of the buildings 8 and 9. This gender of value took the difference in time and cost of the application of the Last Planner System, applied by the researchers compared by Los Portales S.A company.

The application of the planning and control system “The Last Planner® System” in the project “Conjunto Residencial Golf Los Andes” demonstrated that it had a positive effect in the project giving as a result a significant increase in the generation of value. Being this the saving of 35 days in the items of the structures and reducing the budget in S/.29,858.94 Nuevo Soles in the building structure 08 y 09.

PALABRAS CLAVE: planning and control system, team Project, application of “Last Planner System, generation of value

I. INTRODUCCION

Comúnmente se ha relacionado el mal desempeño con el sector de la construcción. Por lo que generó la idea de que el sector de la construcción tiene un bajo rendimiento en su productividad y calidad poco confiable a consecuencia de la baja experiencia e especialización que cuentan los trabajadores del sector y la gran presión que debe soportar todos trabajadores.

Uno de las grandes consecuencias de estos problemas ya mencionados es debido a la falta de planificación que se tiene de la obra, se sabe que en campo se van a presentar todo tipo de situación y aparecen de forma inesperada, y que los problemas se van solucionando a medida que van apareciendo, un ejemplo común es ver en obra que se pretende realizar una partida o etapa del proyecto, pero no se cuenta con los materiales necesarios para realizarla, por la cual si se hubiera contado con una buena planificación se habría evitado estos inconvenientes y se hubiera ejecutado la actividad proyectada.

Ya mencionado, con un buen sistema de planificación se evita los inconvenientes en campo, pero se sabe que a través del tiempo se ha empleado un método estándar que ha sido de gran ayuda durante varias décadas. En la cual se debe de reconocer que de allí parte todo principio que es la esencia de toda planificación.

Debido de las necesidades e inquietudes por comprender los problemas en la industria de la construcción y conocer qué tipo de producción es; nace el Sistema Last Planner (Ultimo Planificador) o último planificador, basado claro en los principios del Lean Construction (Construcción sin perdidas) o Construcción limpia, gracias a la investigación de Lauri Koskela y Glenn Ballard. Hay que tener en cuenta que Lean Construction (Construcción sin perdidas) es una filosofía de producción que intenta disminuir las perdidas y variables en los procesos y busca aumentar el valor de la misma (Generación de Valor). Alarcón (2003) establece que “Esto se logra en parte con un manejo más efectivo de los flujos de recursos e información en los proyectos donde la planificación juega un rol fundamental”. Lo que significa

que la planificación no solo se usa para controlar el cumplimiento de plazos y el avance de los proyectos, sino como una herramienta fundamental para controlar interdependencias entre procesos, reducir la variabilidad de los mismos y asegurar el mayor cumplimiento posible de las actividades de un plan.

Adicionalmente se sabe que la competencia en el sector de la construcción ha aumentado sustancialmente, disminuyendo el margen de ganancia en general, aspectos de seguridad y calidad también son de lado, es por eso que las empresas buscan nuevas metodologías de trabajo que ayuden a mantener estándares de calidad y seguridad sin tener que descuidar su margen de ganancia, por tal motivo las empresas buscan mejorar su competitividad de la industria de la construcción, con la implementación de nuevas metodologías de trabajo.

A partir de esta idea surge la principal motivación de nuestro estudio, que es la generación de valor aplicando el sistema Last Planner (Ultimo Planificador) o bien llamado “Último Planificador”, por la cual atreves de esta metodología se logra un incremento en su competitividad ante la creciente competencia en el sector de la construcción y a la vez incrementando la generación de valor a sus accionistas, pues estos tienen una gran expectativa por ver los resultados de esta nueva filosofía de trabajo

1.1. Antecedentes y Justificación del Problema

1.1.1. Antecedentes

Previo a nuestra investigación se buscó información de otras tesis realizadas a nivel nacional e internacional, las cuales fueron una guía para la aplicación de nuestra tesis; los cuales se presentan a continuación:

“PROPUESTA DE UNA HERRAMIENTA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL APLICANDO LA METODOLOGÍA LAST PLANNER SYSTEM (SISTEMA DEL ULTIMO PLANIFICADOR) EN OBRAS CIVILES DE LA CARRETERA, TRAMO URCOS-PUENTE INAMBARI, CUSCO”.

JAIME JULIO JOSE LEON LI

UNIVERSIDAD PRIVADA DE ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TRUJILLO - PERÚ

De la evaluación de las causas de no cumplimiento se llega a la conclusión que las causas para que no se completen las asignaciones, tiene un origen en la organización misma: su sistema lógico y en la falta de compromiso personal de los miembros del equipo. Se concluyen que es necesario que la empresa tenga una cultura organizacional claramente definida, y que se exija que todos los miembros de los equipos y sus líderes que cultiven esos valores, motivado el aprendizaje y la mejora continua.

Se sugiere como tema de investigación, para siguientes etapas basadas en la presentación tesis, el desarrollo de sistemas informáticos para el manejo de la información, que permitan hacer seguimiento del proyecto de construcción y que integre a los sistemas de planeamiento y control de la producción junto a los sistemas de planeamiento y control de la producción junto a los sistemas de costos, de manera que pueda servir como referencia para futuras propuestas técnico. Económicas de las empresas y para el benchmarking empresarial

“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER (ULTIMO PLANIFICADOR) EN UNA HABILITACIÓN URBANA”

DANIEL MIRANDA CASANOVA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

LIMA - PERÚ

“Esta tesis tiene como propósito fundamental el poner en práctica las herramientas del sistema de planificación The Last Planner ® System (Sistema del Ultimo Planificador) aplicado a una obra de habilitación urbana, con la finalidad de comprobar los beneficios que este sistema pueda aportar para el cumplimiento de plazos y confiabilidad en la planificación.

Antes de iniciar la implementación de este sistema, fue necesario estudiar la evolución de la Lean Construction (Construcción sin perdidas) a partir de la

Toyota Production System, para entender los principios que tiene esta filosofía de producción y cómo a partir de esta iniciativa de la industria manufacturera, llevó a generar la nueva filosofía de planificación de proyectos en la construcción denominada Lean Construction (Construcción sin pérdidas). Para la implementación del sistema de planificación, previamente se conceptualizó el desarrollo de una Habitación Urbana como un proyecto global. Para lo cual se desarrolló cada etapa que conforma un proyecto de este tipo, elaborándose así diagramas de flujo para entender los procesos que involucran. En este paso previo es que se identificó la necesidad de estandarizar procesos dentro de la etapa de construcción de la habitación urbana, ya que en la empresa inmobiliaria en estudio no tenía mapeado el flujo de obra, siendo así este paso de estandarización un paso inicial para la implementación.

Además se propone un cambio en el sistema de gestión para la empresa inmobiliaria, de tal modo que con estas modificaciones se pueda implementar de forma efectiva el Last Planner System® (Sistema del Último Planificador). Los aspectos teóricos del Last Planner System® (Sistema del Último Planificador), fueron desarrollados y estudiados a lo largo de la tesis. En base a los cuales se planteó una metodología de implementación que se aplicó por un período de 5 semanas. Los resultados obtenidos nos demuestran la importancia del compromiso del equipo de obra y del soporte de la empresa para la implementación. De esta forma se identificaron diversos desafíos que se enfrentan al realizar una implementación de este tipo y la retroalimentación que el propio sistema genera para la mejora continua.

Finalmente destacamos que en la elaboración de la presente tesis, se generaron diversos formatos que tienen la finalidad de ampliar el conocimiento en cuanto a la planificación de una Habitación Urbana y así también formatos que pueden ser punto de partida para la implementación del sistema Last Planner System® (Sistema del Último Planificador).

De esta tesis rescatamos los diferentes formatos y tablas que fueron usadas dentro de su proyecto, esto nos ayuda a tener un orden en cómo aplicar esta metodología a la obra en la cual nos vamos a concentrar, asimismo nos

brinda un cierto grado de seguridad al ver que aplicando el Sistema Last Planner (Ultimo Planificador) a una habilitación Urbana, si genera valor.

“THE LAST PLANNER (ULTIMO PLANIFICADOR) SYSTEM OF PRODUCTION CONTROL”

**HERMAN GLENN BALLARD
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING,
FACULTY OF ENGINEERING,
THE UNIVERSITY OF BIRMINGHAM
BIRMINGHAM, UNITED KINGDOM**

“El Control de los Proyectos se han centrado tradicionalmente la detección de variaciones.

En esta tesis se propone un sistema de control, el sistema Last Planner, el cual provoca la realización de planes, por lo que la preocupación de los suplementos de la gestión de proyectos para la gestión de los contratos con la gestión de la producción.

El sistema Last Planner (Ultimo Planificador) previamente se ha aplicado sucesivamente por las empresas con responsabilidad directa en la gestión de la producción, por ejemplo, contratistas especializados. Esta tesis se extiende la aplicación del sistema a los especialistas de coordinación, tanto en el diseño y la construcción, a través de una serie de estudios de casos reales, uno de los cuales también explora los límites de la aplicación unilateral por parte de especialistas.

Además de la aplicación extendida, dos preguntas conducen esta investigación. La primera pregunta es: 1) ¿Qué se puede hacer por medio de herramientas y de la aplicación del Last Planner (Ultimo Planificador) Control en la producción para aumentar la fiabilidad del plan sobre el 70% del PPC? La investigación anterior reveló una mejora sustancial en la productividad para los que mejora la fiabilidad del plan en un nivel de 70 %, por consiguiente, no hay razón para esperar una mejora adicional, posiblemente, en todas las dimensiones de rendimiento, especialmente con aplicaciones a través de un proyecto completo en lugar de limitarse a las empresas

individuales. Esta cuestión se analiza en tres estudios de caso, la última de las cuales alcanza el objetivo del 90%. La segunda pregunta de investigación es 2) ¿Cómo / Puede Last Planner (Ultimo Planificador) ser aplicado con éxito para aumentar la fiabilidad del plan durante el diseño del procesos 1? Esta cuestión se analiza en un extenso estudio del caso, lo que contribuye significativamente a la comprensión del proceso de diseño desde la perspectiva de control activo, pero por desgracia no responde totalmente a la pregunta, sobre todo porque el proyecto fue abortado antes del inicio de la construcción.

Sin embargo , se argumenta que el sistema Last Planner (Ultimo Planificador) es especialmente adecuada para el control de la producción de diseño debido a la naturaleza generadora de valor del diseño, que hace que las técnicas tradicionales ineficaces como detallada planificación y control frontal mediante la detección después de los hechos de las varianzas .”

**“APLICACIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN 'LAST PLANNER'
A LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO HABITACIONAL
DE MEDIANA ALTURA”**

DANIELA ANDREA DÍAZ MONTECINO

FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS

DEPARTAMENTO INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD DE CHILE

El objetivo principal de esta memoria es evaluar el sistema de planificación “Last Planner”, mediante su implementación en la construcción de un edificio habitacional de mediana altura. Lo que se busca es detectar sus virtudes para potenciarlas y determinar las falencias que posee este sistema, precisando sus causas y planteando soluciones a ellas.

El sistema “Last Planner” ya ha sido aplicado en varias construcciones tanto en el extranjero como en nuestro país, sin embargo, creo importante evaluar desde un punto de vista más objetivo qué tan eficiente es el sistema, no sólo en sus fundamentos teóricos, sino que también en las dificultades de aplicabilidad que éste pueda tener. Así, luego de recopilar los antecedentes requeridos, se implementó el sistema en la obra durante 11 semanas. Para

ver sus efectos en el proyecto se controlaron las tres principales especialidades de la obra gruesa: colocación de moldaje, armadura y hormigón. Se tomó registro semanal del avance físico y de la productividad de estas tres especialidades. Además, se controló el porcentaje de actividades completadas y las causas de no cumplimiento observadas en la programación semanal. Pese a que el nivel de implementación alcanzado fue inferior al esperado inicialmente, debido a las dificultades de su aplicación en terreno, los parámetros estudiados mostraron una tendencia positiva. Se logró estabilizar el porcentaje de actividades completadas semanalmente en valores cercanos al 76% y hubo un avance físico mayor al programado, del programa marco, en las tres especialidades. Finalmente, se concluye que el sistema de planificación “Last Planner” posee aspectos positivos, siendo una buena herramienta para reducir la variabilidad e incertidumbre inherente al sector de la construcción. Sin embargo, la principal falencia del sistema es que presenta dificultades al momento de lograr una adecuada implementación en obra, si no existe una persona diferente a los profesionales de terreno, que se preocupe de liberar las restricciones que limitan la ejecución oportuna de las actividades programadas semanalmente.

**“LECCIONES SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DEL
LAST PLANNER SYSTEM” (SISTEMA DEL ULTIMO PLANIFICADOR)
DIEGO EDUARDO OCAMPO QUIROLA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA– ECUADOR**

Luego de la implementación del “Last Planner System” (Sistema del Ultimo Planificador) durante 10 semanas en el conjunto residencial Los Prados es preciso dar a conocer las lecciones que se obtuvo durante la implementación del sistema en campo. Es por esto, que en el presente trabajo se hablará sobre los aspectos positivos y negativos que se encontraron durante el proceso de implementación del sistema. Para poder obtener una idea más clara de este sistema, sin duda alguna es poner en práctica sus conceptos, para ello, en este proyecto se tomó registro de la productividad, el avance

físico semanal mediante la curva de avance, se evaluó el porcentaje de actividades completadas (P.A.C.) y las causas de no cumplimiento (C.N.C.) de la planificación semanal. Estos registros se tomó en las dos especialidades de obra gris: colocación de empaste y revestido. Se alcanzó un nivel de implementación total del 71%, si se toma en cuenta las dificultades que se encontraron durante la implementación del sistema, el valor que se alcanzó no es del todo malo, lo importante es la experiencia que se obtiene al vivir el día a día de las personas que realizan las actividades constructivas. Aunque no se logró una adecuada implementación, los resultados obtenidos muestran la efectividad del sistema ya que se logró aumentar el rendimiento de las cuadrillas tanto en revestido como en empaste, así mismo, se mejoró el nivel de planificación semanal desde el 78% al 91%, con esto se puede concluir que la implementación del sistema ayuda a mejorar el desarrollo general de un proyecto.

1.1.2. Justificación

En la actualidad no existe una cultura de generación de valor en la industria y la alta demanda ha generado que la empresa Los Portales S.A., genere interés en nuevas metodologías para la generación de este.

La compañías se interesan en determinar nuevas metodologías orientadas a la Filosofía **Lean Construction (Construcción sin perdidas)**, en especial al sistema **Last Planner (Ultimo Planificador)** pues esta ayuda en la eliminación de problemas relacionados con incidencia de pérdidas y baja productividad y muestra un Aumento de transparencia de los procesos siempre dando una protección de la producción contra la incertidumbre y variabilidad.

Es por estos motivos nació el interés de aplicar esta metodología en la obra “Conjunto Residencial Golf Los Andes – Etapa II” en la cual se dio a conocer que tanto valor agregado esta puede obtener, es así que los accionistas del proyecto, se encontraron muy interesados en esta nueva forma de construir y esperaron con ansias los resultados. De esta manera se esperó despertar el interés de clientes externos e internos

Asimismo un especial interés de los autores en el la nueva filosofía de construcción, *Lean Construction (Construcción sin perdidas)*, pues a lo largo de nuestras carreras y prácticas profesionales hemos podido ver que el problema actual en las diversas empresas constructoras peruanas, es la falta de control y concluimos que aplicando este nuevo sistema se logra contribuir a un mejor control y generación de valor.

1.2. Formulación del Problema

En relación a los antecedentes referidos, nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿En qué medida el Sistema Last Planner (Ultimo Planificador) de La filosofía Lean Construction (Construcción sin perdidas) generó valor en las partidas de estructuras de la obra “Conjunto Residencial Golf Los Andes – Etapa II”?

1.3. Objetivos

Aplicar el Sistema Last Planner (Ultimo Planificador) de La filosofía Lean Construction (Construcción sin perdidas) en las partidas de estructuras de la obra “Conjunto Residencial Golf Los Andes – Etapa II” para calcular la generación de valor.

1.3.1. Objetivos Específicos:

- Elaborar la programación maestra
- Formular la programación LookAhead (Programación intermedia)
- Formular la restricciones del sistema
- Elaborar la programación semanal
- Analizar la estadística del sistema y reformular programación

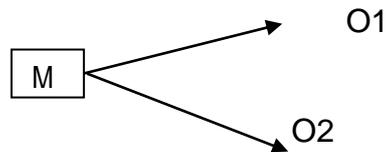
1.4. Hipótesis

La metodología Last Planner (Ultimo Planificador) de La filosofía Lean Construction (Construcción sin perdidas) contribuye a la generación de valor de manera relevante en las partidas de estructuras de la obra “Conjunto Residencial Golf Los Andes – Etapa II”

1.4.1. Definición de las variables:

Variable Dependiente : Last Planner (Ultimo Planificador)System (O1)

Variable Independiente : Generación de valor en las partidas de Estructuras de la obra “Conjunto Residencial Golf Los Andes – Etapa II” (O2)



M = muestra

O1, O2 = observaciones sobre las variables de estudio

1.4.2. Definiciones Conceptuales

Lean Construction (Construcción sin perdidas)

Consiste en reducir al máximo posible el tiempo invertido en actividades que no le agregan valor al producto final, es decir, reducir las pérdidas en las actividades de construcción. El significado de pérdidas es muy sencillo. Es simplemente el tiempo dedicado por un individuo a actividades que el cliente del proyecto no está dispuesto a pagar

Según el Instituto de Lean Construction (ILC), Lean Construction (Construcción sin perdidas) es una filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas). Se enfoca en

crear un sistema de producción ajustado que minimice residuos y herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución de proyectos.

Last Planner System

El Último Planificador, (en inglés LPS, Last Planner System) es un sistema de planificación de producción diseñado para producir un flujo de trabajo predecible y rápido aprendizaje en la programación, diseño, construcción y puesta en marcha de los proyectos, mediante tres herramientas conocidas como: programación general, programación intermedia y programación semanal.

Programación

Es una etapa que está dirigida a evaluar los planes de trabajo escogidos determinando el tiempo total que podría demorar la obra, el costo de ella y los recursos que serían necesarios utilizar para cumplir con las metas señaladas.

Planificación

Es un proceso de toma de decisiones para alcanzar un futuro deseado, teniendo en cuenta las situaciones actuales y los factores internos y externos que pueden influir en el logro de los objetivos, que consiste en “determinar lo que se debe hacer, cómo se debe hacer, qué acción debe tomarse, quién es el responsable de ella y por qué”.

Restricciones

Es un impedimento para lograr un objetivo.

Productividad

Es hacer más productos o servicios con menos recursos, con un enfoque sistemático en la cual decimos que algo o alguien son productivo con una cantidad de recursos (insumos) en un periodo de tiempo dado se obtiene el máximo de producto.

1.5. Marco Teórico

1.5.1. Lean Construction (Construcción sin perdidas) – Reseña histórica

Toda esta nueva filosofía para la construcción “Lean Construction (Construcción sin perdidas)” nace a partir de la nueva tendencia que se comenzó dar en las industrias, y que se le conoció como “Lean Production” Es así para alcanzar esta nueva filosofía en la producción, nos remontaremos a comienzos de los estudios que llevaron a las mejoras en las empresas manufactureras y automotrices durante el siglo XIX e inicios del siglo XX.

Henri Fayol

Fue uno de los principales contribuyentes al enfoque clásico de la administración. Nació en Estambul, en el seno de familia burguesa, vivió las consecuencias de la Revolución y más tarde, la Primera Guerra Mundial. Se graduó en ingeniería de minas a los 19 años,¹ en el año 1860, e ingresó a una empresa metalúrgica y carbonífera, donde desarrolló toda su carrera. A los 25 años fue nombrado gerente de las minas y a los 47 ocupó la gerencia general de la Compagnie Commentry Fourchambault et Decazeville, que entonces se hallaba en situación difícil. Su administración fue muy exitosa. En 1918 entregó la empresa a su sucesor, en una situación de notable estabilidad.

Fayolismo

También llamada "Administración positiva", "Enfoque Anatómico" y "Enfoque del proceso administrativo". su aporte principal fue el de escribir sobre problemas no estudiados por Taylor, ya que mientras Taylor concentra sus estudios en el taller o la fábrica, Fayol lo hace a nivel de la dirección, creando lo que algunos llaman escuela de "jefes". Hizo grandes contribuciones a los diferentes niveles administrativos.

Escribió *Administration industrielle et générale*, el cuál describe su filosofía y sus propuestas.

Los principios de administración de Fayol

Fayol dividió las operaciones industriales y comerciales en catorce grupos:

- **División del trabajo:** Induce a la especialización y por lo tanto promueve eficiencia.
- **Autoridad y responsabilidad:** Quien tiene el poder avalado por un cargo, tiene que responder por los resultados de su gestión.
- **Disciplina:** Es sinónimo de respeto.
- **Unidad de mando:** Cada empleado tiene que responder a un solo jefe.
- **Unidad de dirección:** Todos los miembros de una organización deben trabajar en pos de los mismos objetivos.
- **Subordinación del interés particular al general:** Son prioritarios los intereses de la organización y luego los personales.
- **Remuneración del personal:** La retribución por el trabajo debe ser acorde a las tareas desempeñadas y justas.
- **Jerarquía:** Representa la cadena de mando, quién manda a quién. Hay que respetarla dirigiéndose al inmediato superior/inferior.
- **Orden:** Se puede sintetizar con la frase “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”. De esta forma se evitan demoras en búsquedas infructuosas de por ejemplo las herramientas de trabajo.
- **Equidad:** Es sinónimo de justicia y trato igualitario para con todos los empleados.
- **Estabilidad del personal:** Se le debe dar al trabajador el tiempo suficiente para aprender y asimilar las tareas encomendadas.
- **Iniciativa:** Se debe estimular y valorar los aportes efectuados por el personal que favorezcan a la empresa.
- **Unión del personal:** Se refiere a la armonía en los vínculos para que el clima laboral sea agradable.
- **Centralización:** Se refiere a la afluencia hacia la cabeza de mando quien tomara las decisiones. Cuanto más grande sea la organización menor será la centralización.

Esta escuela es contemporánea a la de la Administración Científica, cuyo fundador fue Frederick Winslow Taylor.

Frederick Winslow Taylor

(20 de marzo de 1856 - 21 de marzo de 1915)

Fue un ingeniero mecánico y economista estadounidense, promotor de la organización científica del trabajo y es considerado el padre de la Administración Científica. En 1878 efectuó sus primeras observaciones sobre la industria del trabajo en la industria del acero. A ellas les siguieron una serie de estudios analíticos sobre tiempos de ejecución y remuneración del trabajo. Sus principales puntos, fueron determinar científicamente trabajo estándar, crear una revolución mental y un trabajador funcional a través de diversos conceptos que se intuyen a partir de un trabajo suyo publicado en 1903 llamado *Shop Management*.

Según Antonio Serra Moneda, Taylor desde su adolescencia comenzó a perder la vista, además, su cuerpo era de complexión débil y no podía participar de los juegos que los otros organizaban como el béisbol y el tenis. “Obligado al degradante, para un muchacho, papel de espectador, dedicó su vida a concebir cómo mejorar el rendimiento del esfuerzo físico derrochado por los jugadores mediante un diseño más adecuado de los instrumentos por ellos utilizados”. Esta actitud lo marcaría de por vida, para él lo importante era medir el esfuerzo, el lugar y los movimientos para obtener una vasta información y, de ahí, sacar provecho de manera que se diera la mayor eficiencia posible tanto en el deporte como en la producción. Sus biógrafos también lo califican como una persona de actitud inflexible frente a las reglas del juego “incluso un juego de críquet representaba para él una fuente de estudio y de análisis.”

Teoría de Taylor

Frederick Taylor nació el 20 de marzo de 1856 y falleció el 21 de marzo de 1915. Antes de las propuestas de Taylor, los trabajadores eran responsables de planear y ejecutar sus labores. A ellos se les encomendaba la producción y se les daba la "libertad" de realizar sus tareas de la forma que ellos creían era la correcta. El autor lo describe de esta manera: “encargados y jefes de

taller saben mejor que nadie que sus propios conocimientos y destreza personal están muy por debajo de los conocimientos y destreza combinados de todos los hombres que están bajo su mando. Por consiguiente, incluso los gerentes con más experiencia dejan a cargo de sus obreros el problema de seleccionar la mejor forma y la más económica de realizar el trabajo". De ahí que sus principios "vistos en su perspectiva histórica, representaron un gran adelanto y un enfoque nuevo, una tremenda innovación frente al sistema". Se debe reconocer aquí que Taylor representa el sueño de una época, como lo es Estados de los primeros años del siglo XX donde era imperativo alcanzar la mayor eficiencia posible, cuidando el medio ambiente³ aunado a una explosión demográfica acelerada en las ciudades, una demanda creciente de productos.

Existe una diferencia muy particular entre la teoría de Taylor y Henry Fayol que resultó adyacente hacia la conyugal del sistema opresor de Estados Unidos, en el uso del tiempo, ya que Fayol se enfoca más en la estructura general de la organización, mientras que Taylor se enfocaba más en el método y herramientas del trabajo para una mejor eficacia. Otra diferencia entre Taylor y Fayol es el área de la pirámide de la organización que estudiaban, una es el nivel operario que es el área de estudio de Taylor mientras que Fayol se dedicó al estudio del área superior de la organización, como él decía "el arte de gobernar".

- Estudio de Movimientos.
- Estandarización de herramientas.
- Departamento de planificación de ventas.
- Principio de administración por excepción.
- Tarjeta de enseñanzas para los trabajadores.
- Reglas de cálculo para el corte del metal y el acero.
- Métodos de determinación de costos.
- Selección de empleados por tareas.
- Incentivos si se termina el trabajo a tiempo.

El cambio que llevo a la mejora de las empresas manufactureras parte desde fines de 1890 teniendo a Frederick W. Taylor fundador del movimiento conocido como "Administración Científica del Trabajo" cuyo trabajo se basa

en la eliminación de las pérdidas de tiempo, de dinero, etc., a través de un método científico. Taylor afirmaba que “el principal objetivo de la administración debe ser asegurar el máximo de prosperidad, tanto para el empleador como para el empleado”.

De este pensamiento de Taylor denominado “Taylorismo” se obtiene la formalización del estudio de los tiempos y el establecimiento de estándares, a partir de los cuales Frank Gilbreth añade el desglose del trabajo en tiempos elementales. Gilbreth fue el fundador de la técnica moderna del estudio de movimientos, con la que se buscaba establecer la reducción del tiempo y la fatiga en una operación.

De esta manera Taylor, Gilbreth y otros contemporáneos iniciaron con los primeros conceptos de eliminación de desperdicio de tiempo y el estudio de movimientos.

En cuanto a las empresas automotrices en 1910, Henry Ford, inventa la línea de montaje para el Ford T el cual era un producto estándar. Posteriormente Alfred P.

Sloan introduce a la empresa General Motors el concepto de diversidad en las líneas de montaje, mejorando así el sistema Ford

La empresa automotriz Toyota en los años 30, implementaron una serie de innovaciones en las líneas de producción de tal manera que facilitó el flujo de materiales como la flexibilidad a la hora de fabricar diversos productos. Posteriormente, después de la segunda guerra mundial la empresa automotriz Toyota a cargo de Taiichi Ohno y Shigeo Shingo, tuvieron que retornar lo implementado en los años 30's, debido a la necesidad de fabricar un conjunto de productos pero en pequeñas cantidades, de esta manera se crean los conceptos de “just in time”, “wasterreduction”, “pull system” los que con otras técnicas de puesta en flujo, crean el Toyota Production System (TPS).

Así es como en los 50 surge en Japón esta nueva filosofía con TOYOTA en la industria automovilística gracias en gran parte al Ing. Taiichi Ohno. Pero se sabe que incluso en los años 80's esta información de la nueva filosofía era aún limitada en el mundo occidental, a pesar de que aproximadamente en 1975 se comenzó la propagación de estas ideas en Europa y

Norteamérica debido al cambio que se fue dando en cadena en las empresas automotrices.

En los años 90's la filosofía del Ing. Taiichi Ohno fue nombrado de varias formas, como la fabricación de clase mundial, producción flexible y nuevo sistema de producción. Pero el más nombrado y reconocido es el de **Lean Production** o **Toyota Production System (TPS)**

El profesor universitario Lauri Koskela, (Finlandia) dio a conocer su nueva filosofía de planificación de proyectos en la construcción, basándose en los modelos del Lean Production y sistematizando los conceptos de mejoramiento continuo y planificación y control de obra. Lo cual lo dio a conocer en su tesis de doctorado "Application of the New Production Philosophy to Construction", 1992 Estudio que fue realizado durante su permanencia en CIFE (Center for Integrated Facility Engineering) y financiado por el Technical Research Centre of Finland, the Federation of the Finnish Building Industry y la fundación Wihuri.

Es así como se dio inicio a la nueva filosofía en la construcción denominada Lean Construction (Construcción sin pérdidas), a partir de los conocimientos de la tesis de doctorado de Lauri Koskela, que sirvió de partida para mayores estudios y posterior creación del Lean Construction (Construcción sin pérdidas) Institute (agosto 1997).

1.5.2. Toyota Production System

Se le denomina la "Filosofía de excelencia" a la nueva filosofía de producción que dio a conocer Toyota Production System (TPS), en la cual se basa:

La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio.

La mejora consistente de la Calidad y de Productividad.

El respeto por el trabajador.

El motivo por el cual se buscó una nueva filosofía era para conseguir un método de producción más eficiente, mediante la identificación, eliminación de desperdicios y el análisis de cadena de valor, para posteriormente conseguir un flujo de material estable y constante, en la cantidad necesaria, con el momento adecuado y calidad asegurada. Es decir, tiene la flexibilidad y fiabilidad necesarias para fabricar en cada momento que lo pida el cliente.

Las ideas básicas del sistema de producción de Toyota fueron, la eliminación del inventario y pérdidas, la cooperación con los diferentes proveedores, la disminución del desperdicio presente en los procesos, el respeto por el trabajador, reducir o simplificar su estructura de producción y la limitación de la producción a pequeñas partes.

El Toyota Production System se representa en una estructura con dos columnas que sostienen a la Edificación, las cuales son la producción Just-in-Time (JIT) y Jidoka (Automatización con un toque humano), tal como se visualiza en el siguiente gráfico:



Gráfico 1: Columnas bases Just in Time y la Autonomation.¹

1.5.3. Método Just in Time

La Base del método de Just in Time es reducir o en lo posible eliminar los desperdicios, esto lo podemos definir como “cualquier actividad que no aporta valor añadido para el cliente”, es decir el uso de recursos de forma excesiva.

¹ Toyota Production System (Max T. Rossi 2008)

Estos recursos pueden ser mano de obra, equipo, tiempo, espacio, energía, etc. En cambio algunos desperdicios pueden ser el Exceso de existencias o inventario, las inspecciones excesivas, los plazos de preparación, el tiempo muerto, la superproducción, el transporte de materiales en grandes distancias, etc.

Por tal razón el Just in Time se proyecta como un proceso y no como un simple proyecto. Y este proceso que ayuda a establecer un orden de prioridades en lo que se hace en la empresa. En conclusión la finalidad del método es el mejoramiento de las capacidades de respuesta de la empresa antes cambios económicos.

Los Objetivos Claves del Just in Time son:

- Atacar Los problemas fundamentales
- Eliminar desperdicios
- Buscar la Simplicidad
- Diseñar sistemas para identificar problemas

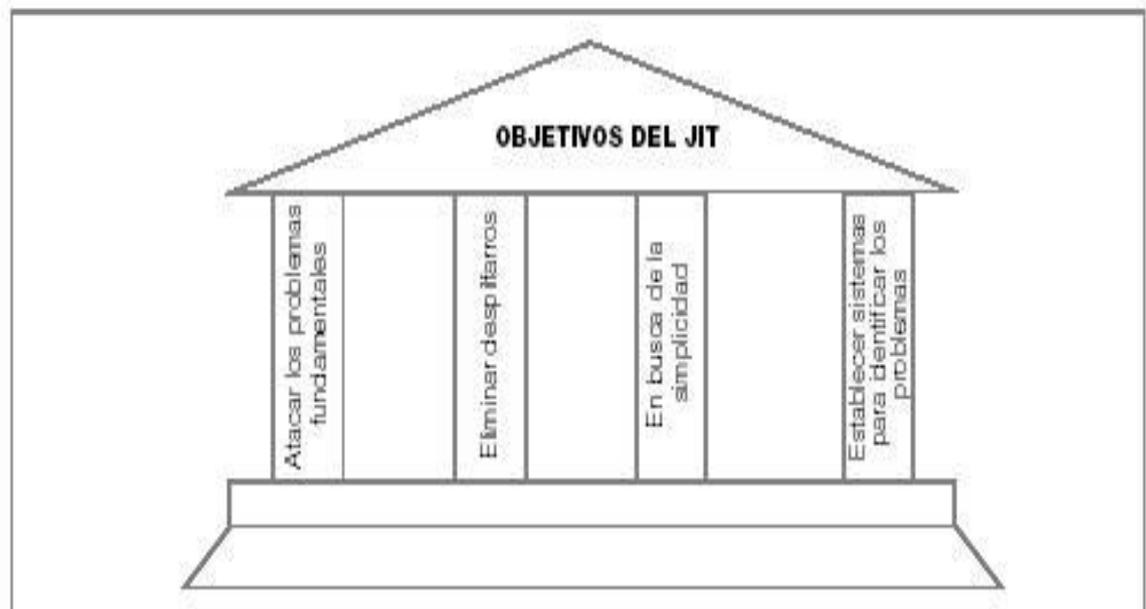


Gráfico 2: Objetivos Claves del Just in Time²

² Administración de la producción y de las operaciones (Chase 1995)

1.5.4. Método Jidoka (Autonomía)

La finalidad de este método es tener como resultado un sistema con un 100% de calidad y cero errores, para lo cual se evita que cualquier producto o pieza defectuosa continúe el recorrido en el proceso productivo.

Lo que se logra es identificar los productos a tiempo y así tomar medidas correctivas o deshacer en el momento que se identifique, y no al final del proceso con controles de calidad, ya que lo único que se obtiene son productos terminados deficientes que generan gastos en material en el proceso y tiempo en su ejecución.

Este método hace referencia que el empleado ya sea de cualquier área o rango, esté totalmente comprometido con asegurar un buen seguimiento en la tecnología en los procesos que se estén realizando en la empresa y presentar una autonomía suficiente para poder detener un proceso de producción si es necesario para así solucionarlo o depurar el error, logrando así que el empleado se sienta involucrado con su trabajo. Es por eso que TPS lo describe este método como “automatización con un toque humano”.

Por ello lo que se obtiene básicamente del TPS es la eliminación de desperdicios mediante el método Just in time y que en la producción de un producto se logre tener cero errores y un alto estándar de calidad mediante la Autonomation.

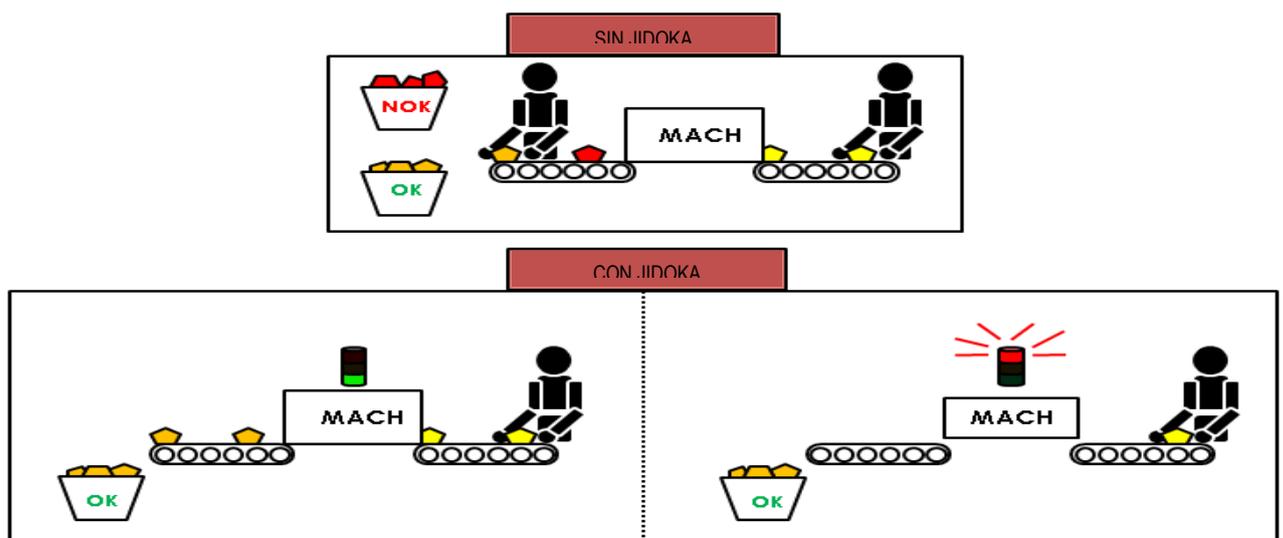


Gráfico 3: Método Jidoka (Autonomía)³

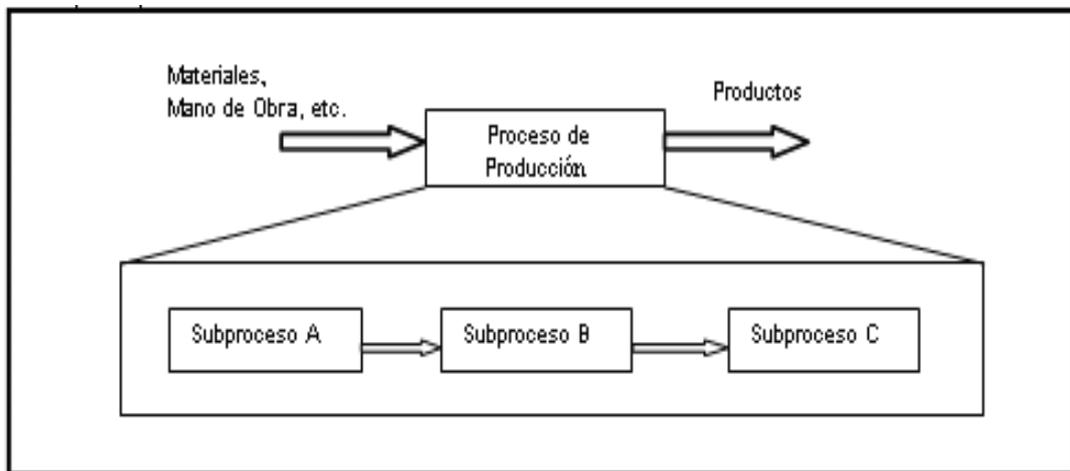
³ Herramienta Lean Construction (Chase 1995).

1.5.5. Nueva filosofía de producción: Lean Production

En el siglo XIX, las empresas se concentraban en solo un producto y no visualizaban la variedad y flexibilidad, en comparación como si lo hizo Toyota Production System.

El modelo que se utilizó en el siglo XIX es el de conversión, y sus características de producción fueron:

- El proceso de producción es la conversión de un INPUT en un OUTPUT, es decir que el material base que entra en un proceso sale de este convertido en un producto que es para venta al cliente.
- El proceso de conversión puede ser subdividido en subprocesos, los cuales son también procesos de conversión.
- El costo global del proceso puede ser disminuido si se minimiza el costo de cada subproceso.
- El valor del producto final (output) está asociado con el valor de la materia que ingresa (input) a este proceso conversión.



Gráfica 4: Modelo de conversión usado en el Siglo XIX.⁴

⁴ Modelo de conversión. (Koskela, 1992)

No obstante el modelo de conversión presenta errores y fallas las cuales se han señalado en Just in time y en Total Quality Management.

Observación de Just in Time (Justo a tiempo):

Mediante esta observación se detecta que no se está considerando el movimiento, esperas o inspecciones (flujos) entre las conversiones, debido que se considera que todo como un ingreso y salida de materia que se transforma.

Desde el punto de vista del consumidor estas actividades no aportan valor al producto final y por lo tanto el modelo de conversión según su concepción, no las está considerando o las considera todas como actividades de conversión, con lo que querría decir que tiene valor, lo cual no es así.

También se menciona que se pueden reducir los costos se logra en los subprocesos que generalmente se hace implementando nuevas tecnologías, pero al final lo único que se logra es invertir en las actividades que al final no generan valor al producto final.

Por último, lo que hace mención las observaciones de Just in Time es que se tienen que considerar el flujo en el proceso de producción ya que estas actividades aportan valor como aquellas que no aportan valor, y son las que se deben de eliminar o en lo posible disminuir.

Observación del total Quality Management (Gestión de Calidad):

Lo que se observa que se va tener desviaciones en torno a la calidad que motiva desperdicios e interrupciones en el flujo, casi un tercio de lo que hacemos consiste en rehacer el trabajo previamente hecho” (Juran 1988). Esto se debe a que en el modelo de la conversión, no se está considerando los resultados en los subprocesos que en mayoría son variables y en consecuencia se logra llegar al momento en que los subproductos no tienen las especificaciones necesarias o está fallado.

De lo antes mencionado se llegó a verificar que cuando la producción se basaba de un solo producto no se llegaba a notar fallas, además que los procesos eran más sencillos y cortos. Pero a pasar el tiempo y al ejecutarlo en las industrias más complejas se empezó a notar estas fallas.

De este modo nace una nueva filosofía que como se mencionó antes, se basó en el Toyota Production System, en el que ya se empezaron a corregir y a evitar estas fallas del modelo de conversión.

Esta filosofía se basa en un modelo en donde la producción es un flujo de materiales y/o informaciones desde la materia prima hasta el producto final.

Los procesos son los que representa la **conversión** en la producción, mientras que las inspecciones, movimientos, esperas, etc. representan el **flujo**.

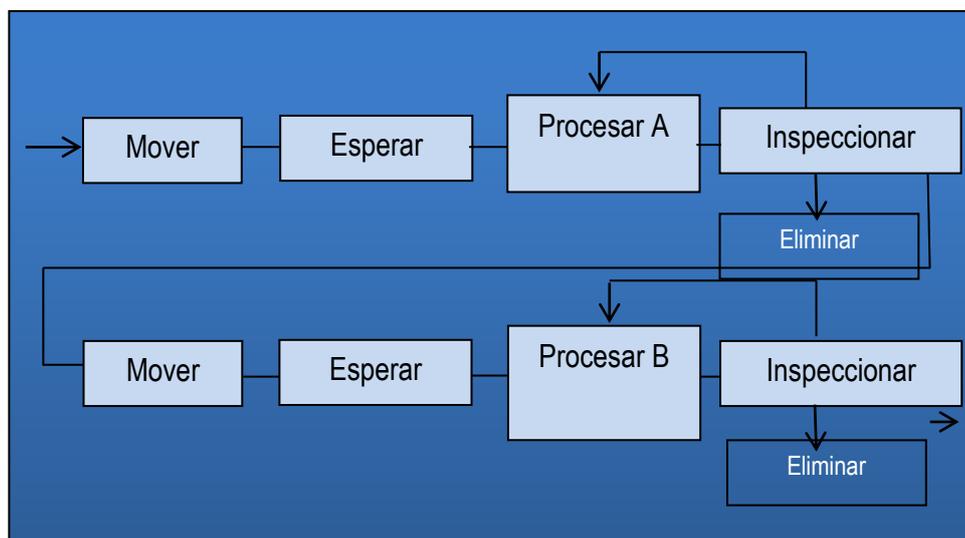


Gráfico 5: Nuevo Modelo de Producción.⁵

Por lo tanto para obtener una mejora en la producción se debe seguir las **actividades de flujo** (inspecciones, movimientos, esperas, etc.) deben ser reducidas o eliminadas y las **actividades de conversión** deben ser realizadas más eficientemente.

Por todo lo expuesto esta nueva filosofía lleva el nombre de Lean que quiere decir o dar a entender: esbeltez, flexibilidad. Es decir una **producción esbelta**, que se enfoca en crear actividades de valor agregado para el cliente, la identificación y eliminación del desperdicio o waste (en inglés) y la mejora continua para aumentar la productividad.

⁵ Modelo de Producción. (Koskela, 1992)

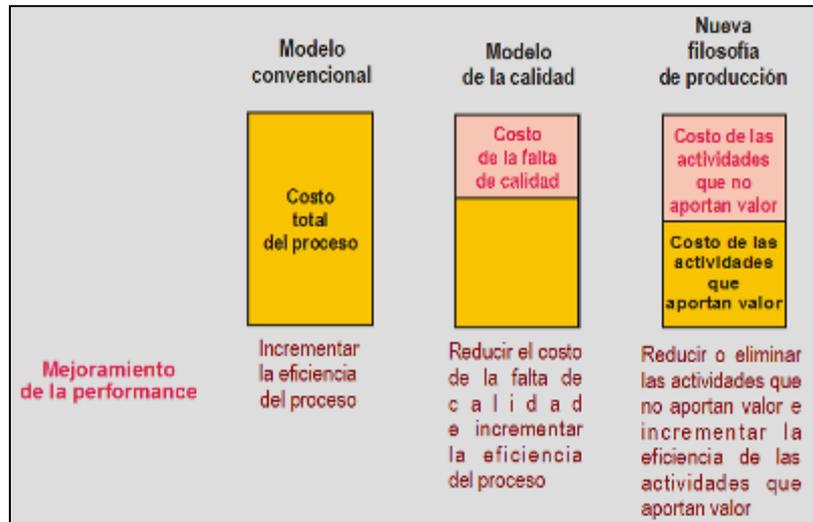


Gráfico 6: Cuadro comparativo de modelos de producción⁶

Las Bases de la nueva filosofía de lean Production, que se denominó en el control de procesos de una industria, fueron:

- Reducir la cantidad de procesos que no aportan satisfacción de los rendimientos de los clientes (valor)
- Incrementar el valor del output (output: es el producto final o el producto resultante entre una fase y otra dentro del flujo de producción) a través de consideraciones sistemáticas de los requerimientos del consumidor.
- Reducir la variabilidad.
- Reducir el tiempo del ciclo (tiempo de ciclo: suma de tiempos de flujo y conversión que son necesarios para producir un lote de producción).
- Simplificar Procesos, es la reducción de los componentes (partes) o números de pasos para realizar un producto.
- Simplificar los procesos es mejorar el Flujo.
- Incrementar la flexibilidad de output.

⁶ Lean Production. (Max T. Rossi 2008)

- Incrementar la transparencia del proceso. Procesos más simples son más transparentes, lo cual facilita el control y el mejoramiento.
- Enfocar el control en la totalidad del proceso.
- Aplicar un mejoramiento continuo en el proceso (principio basado en el Kaisen)
- Balancear el mejoramiento del flujo con el mejoramiento de la conversión.

1.5.6. Lean Construction (Construcción sin pérdidas)

El surgimiento de esta nueva filosofía es debido que se tiene un aliviar la falta de carencias que se tiene en la construcción en comparación a la productividad, seguridad y calidad. Se sabe que en la Productividad la industria se tiene un mayor optimización mientras que en la construcción se tiene poco aspectos para ser optimizado.

En torno a la seguridad en la construcción, por el hecho que se piensa que se está generando mayor gastos, usos de los recursos en cuanto implementar y mejorar el sistema de seguridad; se considera un punto no tan importante en la mayoría de las obras que se ven a diario

Por ultimo respecto a la calidad, hoy en día se consideran mucha más exigencias que dé deben de cumplir. Por la cual la teoría de Lean Construction (Construcción sin pérdidas) ayuda a la mejora del flujo de trabajo, reduciendo la variabilidad y la dependencia entre actividades.

Gracias a los iniciadores de estas nuevas filosofías en la construcción Laurin Koskela y glend Ballard se logró tomar los nuevos conocimientos y pensamientos de las empresas manufacturadas en la construcción. Esto ocurre cuando se logra concretizar el Lean Construction (Construcción sin pérdidas) con el sistema Last Planner.

1.5.7. Lean Project Delivery System (Proyecto Sistema de entrega sin pérdidas)

Con el fin de obtener mejoras en cuanto a productividad en toda etapa operativa, es decir desde un inicio de toda ejecución de los proyectos de construcción y reducción de pérdidas como se indica la filosofía Lean, se dio origen a Lean Construcción. Además este enfoque se ve claramente en la

implementación del Sistema del Last Planner, siendo esta una de las empleadas en la aplicación de la nueva filosofía en la construcción.

Debido a este enfoque y ante la necesidad de mejorar en la administración de los proyectos, evoluciona el Lean Project Delivery System a partir de la Lean Construction (Construcción sin pérdidas), ya que la misión del Lean Construction (Construcción sin pérdidas) Institute (LCI) es desarrollar una nueva y mejor manera de diseñar y construir bienes de capital.

Así al irse implementando las prácticas y enfoques de la nueva filosofía en la construcción, se fue extendiendo más allá de la etapa constructiva para apuntar a las áreas de diseño, abastecimiento, contratación de proyectos, etc., logrando así un cambio en las relaciones de los interesados (stakeholders) del proyecto.

Como se aprecia en el gráfico 7, el modelo del LPDS se divide en 7 fases y 12 módulos. Cinco fases interconectadas contiene a 11 módulos, las fases se denominan:

- Definición del Proyecto
- Diseño Lean
- Suministro Lean
- Instalación Lean
- Uso
- Las fases faltantes son:
 - Control de la producción, compuesto por:
 - Control del flujo de trabajo
 - Control de la unidad de producción
 - Estructuración del trabajo

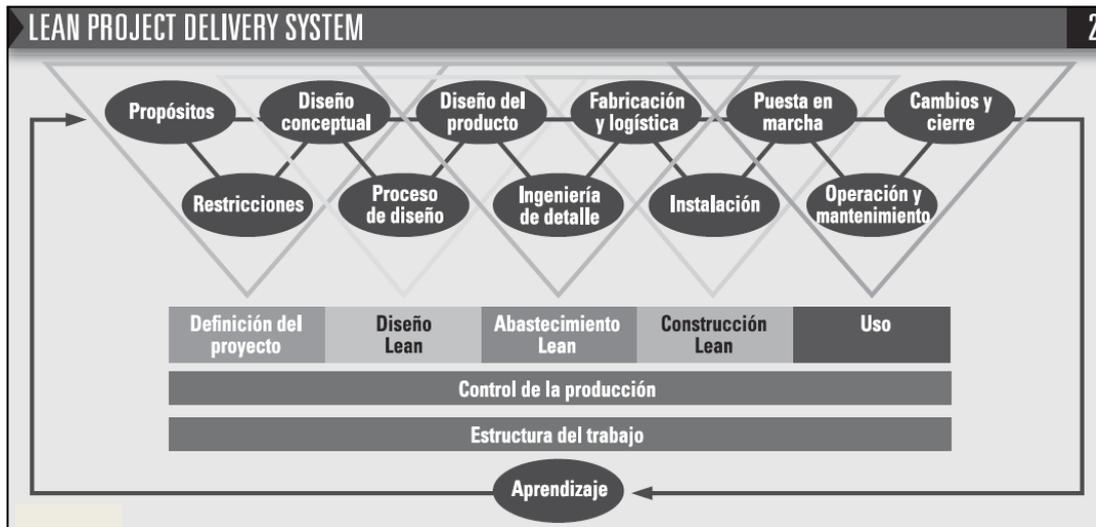


Gráfico 7: Cuadro modelo del Lean Project Delivery System.⁷

La Estructuración del trabajo se proyecta en todo el tiempo del proyecto, a medida que los participantes definen y redefinen los planes. Por la motivo las decisiones relacionadas a la estructuración del trabajo serán adquiridas en toda fase del proyecto, según el modelo planteado del LPDS.

Por la cual podemos definir a Lean Project Delivery System como un enfoque basado en el management de la producción para diseñar y construir bienes de capital, en el cual, el proyecto viene estructurado y manejado como un proceso de generación de valor (Conferencia Max T. Rossi, 2008).

Una de las características principales del LPDS es la estructuración del trabajo, que fue creado por el Lean Construction (Construcción sin pérdidas) Institute, definición que aparece como resultado ante el planeamiento de proyectos que se expresaban en todo sistema tradicional utilizado en la construcción, el cual se basaba principalmente en una **estructura organizativa**.

El método de WBS (Work breakdown Structure) **estructura Organizativa** consistía en dividir el trabajo realizado en elementos y los relacionaba a una Organizacional Breakdown Structure (OBS), para así determinar una responsabilidad en la entrega de estos elementos, pero esto es erróneo debido que todos los elementos del proyecto son **Independientes**.

⁷ Lean Project Delivery System. (Koskela, 1992)

Por lo cual para establecer la independencia entre los elementos del proyecto, se requiere la definición del “Work Structuring” (Estructuración de Trabajo) cuyo término describe los métodos que se usan para señalar el progreso de las operaciones y el modo de diseño.

Así como la **estructuración de trabajo** define el plan a lo largo del proyecto, de igual modo el **control de la producción** asegura que el plan sea ejecutado de acuerdo a lo planeado, y el nombre que el LCI da al control de la producción es el de **Last Planner**.

1.5.8. Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador) – Introducción

Como ya visto en el modelo de la LPDS, se tiene la fase de Control de la Producción la cual se ve a todo lo largo del proyecto, con el cual aseguramos que lo que se planifica se llegue a ejecutar teniendo la menor desviación de la planificación inicial.

El sistema Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador), se entiende por un sistema de control de producción, pero para poder comprender en su totalidad, se partirá desde su terminología.

La **Producción** se entiende por el conjunto de actividades que son necesarias para poder modificar las características de las materias primas, con la finalidad de obtener un producto que es destinado a un cliente. En el ámbito de diseño e ingeniería han sido pocas las veces que se ha concebido como proceso de producción, el enfoque casi por completo se coloca en hacer las cosas en lugar de diseñarlas. (Ballard 2000). Hay que tener en cuenta que esta concepción de producción es estudiada más por la ingeniería industrial.

A inicios del siglo XX comenzó la producción en masa en las industrias manufactureras, especialmente en la automotriz, teniendo en su haber muchos aportes teóricos a lo largo del tiempo. A mediados del siglo XX fue apareciendo en Japón un nuevo sistema de Producción en la fábrica Toyota, a partir se inicia la lean Production llamada así en contraposición de la producción en masa.

Ballard en su tesis de doctorado expresa “la definición de la producción como el diseño y fabricación de artefactos que nos permite entender cómo la

construcción es un tipo de producción y también que el diseño es un componente esencial en la producción en general y específicamente en la construcción”. El destacado teórico de la producción en la construcción, es Lauri Koskela. De tal manera se puede entender a la producción como el proceso que involucra el diseño y fabricación de artefactos.

La definición **Control**, a consecuencia de tener un definición muy amplia y puede ser utilizado en el contexto organizacional, nos concentraremos en un plan predeterminado.

Se plantea el termino Control como un mecanismo de verificación, un proceso de medición de resultados, o como la regulación de actividades. Todo esto relacionado siempre a una planificación o un estándar, mediante el cual se busca lograr un objetivo particular. Y como resultado del control se obtiene correcciones, diagnósticos, acciones correctivas, identificación de debilidades, etc.

Por la cual se puede definir Control como una función administrativa, ya que conforma parte del proceso de administración, que permite verificar, constatar, palpar, medir, si la actividad, proceso, unidad, elemento o sistema seleccionado está cumpliendo y/o alcanzado o no los resultados que se esperan.

En relación con la filosofía de Lean Control significa “causar un futuro deseado” en lugar de identificar variaciones entre lo planeado y lo real (lo contrario del Project Management). Por ello Howell (1999) argumenta que el control se redefine a partir de “monitorear resultados” hacia “hacer que las cosas sucedan” o como indicamos “causar un futuro deseado”.

Control de la producción se define como el proceso principal de toda ejecución de los planes y se extiende desde el comienzo hasta el fin del proyecto. Por tal razón el control de producción describe a la producción como un flujo de materiales e información entre especialistas que cooperan, para generar valor para el cliente.

Por la cual se dice que **Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador)** es un sistema de control de producción debido a que con este sistema se rediseña los sistemas de planificación ordinarios y se incorpora a un mayor nivel de participantes como a maestros, subcontratistas, ingenieros, etc.

Lauri Koskela, dio a conocer unos principios y criterios para poder diseñar un adecuado sistema de control de producción⁸.

Estos principios son (Ballard, 2000):

- “Las asignaciones deben ser razonables en relación a sus condiciones previas”, es el primer Principio que da a conocer que no se debe de empezar a ejecutar un proyecto o labor hasta que no estén disponibles todos los suministros o herramientas necesarias para completar dicha tarea, también llamado “complete kit” en ingles por Ronner en 1992. “Este principio procura minimizar el trabajo en condiciones sub-óptimas (Ballard, 2000, 2-14)
- “El Cumplimiento de las asignaciones es medido y monitoreado”, Segundo Principio la cual se da un control de cumplimiento a través de porcentaje de Plan Cumplido (PPC), la cual más adelante se explica a detalle. Este enfoque genera una reducción de riesgos de variabilidad en tareas o flujos que vienen después de la actividad que evaluamos.
- “Se investigan las causas de no-cumplimiento y esas casusas son eliminadas”, Tercer Principio, las actividades que no se llegaron a completar o cumplir son las razones por la que no se concluyeron las actividades programadas.
- “Sugiere mantener un paquete de tareas de amortiguación (buffers) Razonables para cada equipo de trabajo”, Cuarto Principio, para evitar pérdidas de producción o reducción de la productividad, se tiene que tener tareas libres de restricciones para ser ejecutadas en caso de que una tarea programada no se pueda ejecutar.
- “En la planificación LookAhead - Programación intermedia - (Con un horizonte de 3 a 4 semanas) los requisitos previos de asignaciones inminentes deben ser liberadas de formar activa”, Quinto Principio, hace referencia a un sistema donde se busca asegurar que todos los requisitos previos estén disponibles para la ejecución de las asignaciones.

⁸ Last Planner System (Koskela 1999).

1.5.9. Definición

El Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador) fue desarrollado por Herman Glenn Ballard y Gregory A.

La definición que propuso Howell que se basó de los principios de Lean Construction (Construcción sin perdidas), una herramienta que sirve para reducir las variabilidad entre las interdependencias que existen entre los procesos, por lo tanto a través de la ausencia de variabilidad significa producción confiable y así cumplir con la mayor cantidad de actividades de planificación dentro de la filosofía Lean Construction (Construcción sin perdidas) (Tommelein, 1998). La variabilidad solo la podemos controlar teniendo funcionamientos fiables y usando procedimientos simples y estándares para pronosticar fácilmente el desempeño.

En cuanto al término Last Planner, Glenn Ballard en su tesis de doctorado enuncia lo siguiente: “En última instancia, alguien (un individuo o un grupo) decide qué trabajo físico, específico será realizado mañana. Este tipo de planes han sido llamados asignaciones” (Ballard, 2000). Son únicos porque controlan el trabajo directo en vez de la producción de otros planes. La persona o el grupo que producen las asignaciones son llamados el “Last Planner”. Por ello la traducción al castellano de Last Planner (Ultimo Planificador) es de “Último Planificador” ya que esta persona o grupo de personas son las últimas encargadas de definir las asignaciones para el día a día de la obra.

Con la planificación debemos ser capaces de poder definir qué se debe, puede y que es lo que se hará, que acciones se debe tomar para que se cumpla la planificación e indicar los responsables de dicha planificación. Y así no tener un concepto erróneo de la planificación es simplemente el desglose de actividades que se realizan una tras otra.

Por ello con esta necesidad de cubrir estos puntos mencionados, es que el **Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador)** apunta fundamentalmente a aumentar la fiabilidad de la planificación y con ello mejorar los desempeños.

Este aumento de fiabilidad se lleva a cabo mediante la **planificación intermedia (Lookahead Planning)** y mediante el **plan de trabajo semanal**

(Weekly Work Plan). Antes de definir estos conceptos, debemos citar la concepción que Ballard da respecto al Last Planner System:

“El Last Planner System de control de producción es una filosofía, reglas y procedimientos, y una serie de herramientas que facilitan la implementación de esos procedimientos. En relación a los procedimientos, el sistema tiene dos componentes:

Control de las unidades de producción y control del flujo de trabajo” (Ballard, 2000). Como unidades de producción en la construcción se entiende como una cuadrilla de obreros o grupo de ellas que se especializan en un tipo de labor, el término en inglés es “Production unit – PU”.

Estos dos componentes van relacionados con la división de la fase de **Control de Producción**, ya que el “control de flujo de trabajo” se lleva a cabo mediante **planificación intermedia (Lookahead Planning)**, mientras que el “control de las unidades de producción” se realiza mediante el **plan de trabajo semanal (weekly work plan)**, mediante las cuales se puede incrementar la fiabilidad como ya se indicó.

De ambos componentes podemos decir que el control de flujo de trabajo, como su nombre lo dice, se refiere a que se debe hacer que fluya el trabajo activamente a través de las unidades de producción (production unit) para lograr objetivos más alcanzables. Por ello el control de flujo de trabajo, “coordina el flujo del diseño, abastecimiento, e instalación *a través de* las unidades de producción” (Ballard, 2000).

Mientras que el trabajo del control de las unidades de producción es hacer que las asignaciones realizadas a las unidades de producción (trabajadores o cuadrillas) sean mejores mediante el aprendizaje y acciones correctivas a su debido momento, de esta manera este componente “coordina la ejecución del trabajo *dentro* de unidades de trabajo tales como los equipos de construcción y los de diseño” (Ballard, 2000).

Como se indicó con anterioridad, el Last Planner (Ultimo Planificador) es el que determina las “asignaciones” para el día a día, pero estas son producto de una adecuada planificación, en donde vemos intervenir los conceptos de Debería (Should), Puede (Can), Hará (Will) e hizo (Did).



Gráfico 8: La formación de asignaciones en el proceso de planificación del Last Planner.⁹

Esto es así ya que el Last Planner (Ultimo Planificador) indica lo que se Hará (Will), siendo esto ajustado por lo que se Debería (Should), y además considerando las restricciones que presenta él Puede (Can). De esta manera Ballard, presenta un esquema para entender la relación entre estas concepciones durante la planificación de asignaciones.

En la mayoría de los proyectos lo que puede y lo que se hará son ambos subconjuntos de lo que debería hacerse. Si el plan (se hará) se desarrolla sin saber lo que puede hacerse, el resultado será la intersección de ambos conjuntos.

⁹ Planificación del Last Planner (Ballard, 2000)

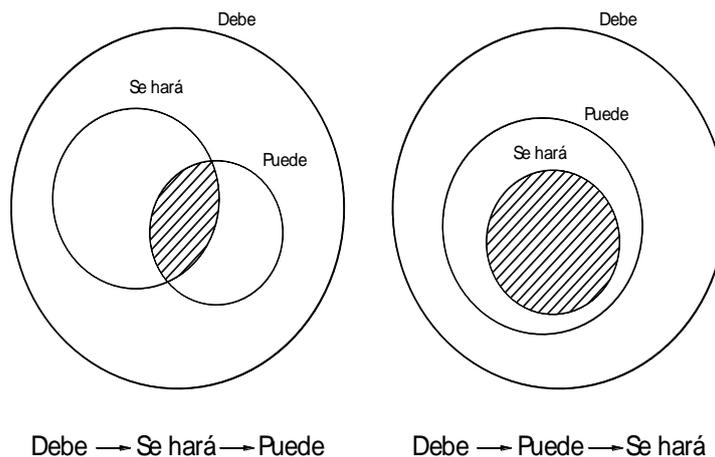


Gráfico 9: Situación de Proyectos según el tipo de Planeación.¹⁰

En la práctica de gestión de proyectos se nota una diferencia notoria, debido a la diferencia de los principios en que se basa el sistema de control tradicional y el sistema del último planificador.

En la tabla siguiente se muestra a modo de ejemplo las características diferenciales de estos sistemas de gestión de proyectos.

Sistemas De Gestión Tradicionales	Sistema De Gestión Del Último Planificador
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Planificación en base a supuestos con alta incertidumbre. ➤ Planificación de actividades de transformación. ➤ Debe → Se hará → Puede. ➤ Programa según criterio del programador. ➤ Experiencia para mejorar futuros proyectos. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Planificación en base a compromisos de corto plazo y confiables. ➤ Planificación que considera el efecto de flujos. ➤ Debe → Puede → Se hará. ➤ Participación del personal clave en el proyecto. ➤ Monitoreo permanente del desempeño y las causas de no cumplimiento.

Tabla 1: Comparación Sistema de Gestión Tradicional y Last Planner.

¹⁰ Sistema Integrado de Gestión. (Abengoa Perú, 2011)

El sistema del último planificador está basado en los siguientes principios:

- Las actividades no deben comenzar antes de que todos los requerimientos, para la realización de las mismas, estén satisfechos.
- Se debe medir y monitorizar la realización de las actividades.
- Las causas por las que una actividad no se puede realizar deben ser identificadas y eliminadas.
- Se debe evitar la pérdida de productividad, reasignando actividades cuando las inicialmente asignadas no se pueden ejecutar.
- Debe realizarse una programación a corto plazo, considerando aquellas actividades cuyas restricciones para ser ejecutadas, hayan sido eliminadas.

Los elementos que conforman o que estructuran el Last Planner System (Sistema del Último Planificador) se indican a continuación pero serán desarrollados en el punto 1.6:

- Cronograma Maestro (Master Schedule)
- Planificación por fases (Phase Schedule)
- Planificación Intermedia (Lookahead Planning)
 - Análisis de Restricciones (Constraints Analysis)
- Reserva de Trabajo ejecutable (Workable Backlog)
- Plan de trabajo semanal (Weekly Work Plan)
 - Porcentaje de Plan Cumplido (Percent Plan Complete - PPC)
 - Razones de No Cumplimiento (Reasons for Nonconformances)

1.5.10. Control de las unidades de producción

Recordemos que “el Control de las unidades de producción coordina la ejecución del trabajo dentro de unidades de trabajo tales como los equipos de construcción y los de diseño” (Ballard 2000), y uno de los puntos importantes para el funcionamiento de un sistema de planificación a nivel de

las unidades de producción es la calidad de su producción, esto se refiere a la calidad de los planes producidos por el último planificador o Last Planner. Esta planificación del Last Planner (Último Planificador) se refleja en lo que se denomina Plan de Trabajo Semanal (Weekly Works Plan). Los criterios de calidad para una asignación de una tarea en el Weekly Work Plan son:

- a. Definición (Definition): La acción esté bien definida.
- b. Viabilidad (Soundness): El trabajo escogido es práctico o razonable, es decir, puede ser realizado.
- c. Secuencia (Sequence): Se escoge la secuencia de trabajo correcta.
- d. Tamaño (Size): Se escoge la cantidad de trabajo correcta.
- e. Aprendizaje (Learning)
- f. Asignaciones de Calidad (Quality Assignments)” dentro del ítem de Planificación Semanal.

La manera que podemos medir la calidad de lo planificado, es mediante el Porcentaje de Plan Cumplido (Percent Plan Complete – PPC). Este indicador PPC “se vuelve el estándar en relación al cual se ejerce control a nivel de unidades de producción... un PPC mayor corresponde a realizar más trabajo debido con los recursos dados, es decir, corresponde a mayor productividad y avance.” (Ballard 2000).

Por lo tanto el PPC mide el grado en que el compromiso del planificador (Hará – Will) fue materializado. Y en caso haya tareas que no se lograsen ejecutar, es necesario una retroalimentación de las fallas para que esto ocurriese, por ello se realiza un análisis de no conformidad o razones de no cumplimiento (Reasons for Non-Conformances). Mediante este análisis se puede mejorar el PPC de las siguientes semanas y en consecuencia mejorar el rendimiento del proyecto.

1.5.11. Control del flujo de trabajo

El otro componente del sistema de planificación, es el control de flujo de trabajo que consiste en “hacer que el trabajo se mueva entre las unidades de producción en una secuencia y a un ritmo deseados” (Ballard, 2000). Además también el control del flujo de trabajo coordina la ejecución del trabajo (flujo del diseño, abastecimiento, e instalación) a través de las unidades de producción.

1.5.11.1. Planificación Intermedia (Lookahead Planning)

Como ya mencionado, el control de flujo de trabajo dentro del sistema de planificación se lleva mediante la Planificación Intermedia o Lookahead Planning. Se propone una visión de 4 a 6 semanas, en el proceso de Lookahead Planning, según se determine por el equipo de la obra, al cual se llama Lookahead Window. Dentro de esta ventana es que se desglosa todas las actividades colocadas en el Cronograma Maestro (Master Schedule) y se procede con el análisis de restricciones (Constraints Analysis) para que luego de este análisis podamos obtener una Reserva de trabajo Ejecutable (Workable Backlog). Finalmente luego de la ejecución de los trabajos se procede con las razones de No cumplimiento (Reasons for Non-conformances). El proceso de lookahead se lleva a cabo mediante el análisis de restricciones el cual conlleva los procesos de “alistar” (make ready) tareas mediante la “revisión” (screening) y el “arrastre” (Pulling).

A continuación se presenta el proceso de planificación Lookahead, el cual es desarrollado más adelante

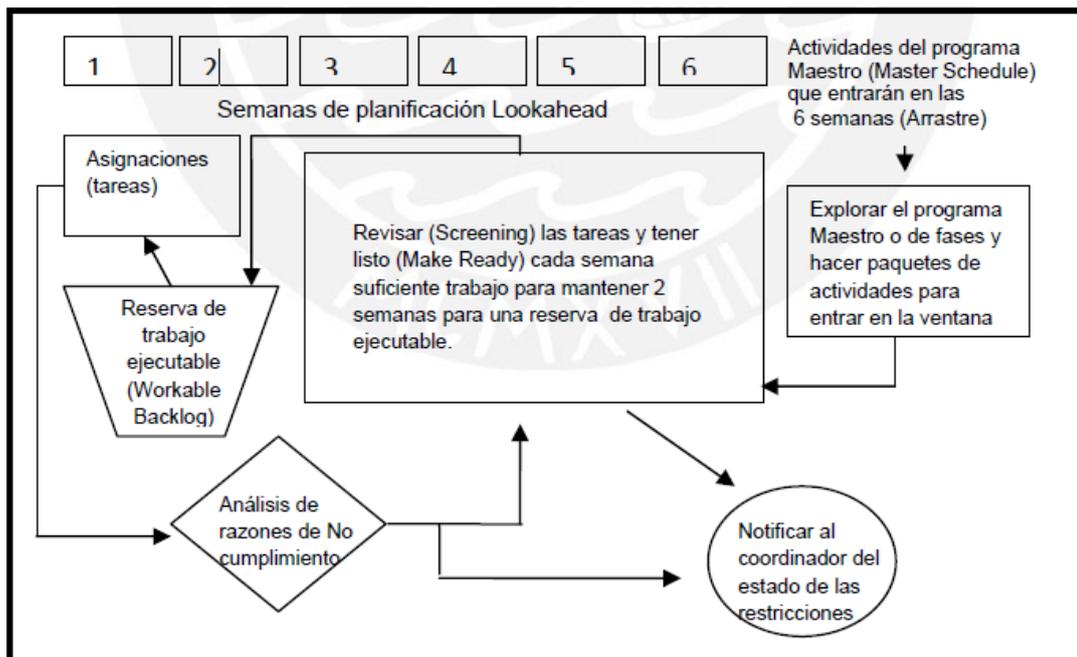


Grafico 10: Proceso de Planificación Lookahead.¹¹

¹¹ Revisión y Arrastre - screening and pulling. (Ballard, 2000)

1.5.11.2. Sistema de arrastre (Pull System)

El método que se utiliza para introducir materiales o información en el proceso de producción se denomina Sistema de arrastre o “Pull System”. En cambio se tiene en contraposición el sistema de Empuje o “Push System”, que consiste en empujar las entradas hacia un proceso basado en metas de entregas o fechas límites.

Tradicionalmente la construcción ha sido un sistema push, ya que lo que se busca con sus cronogramas es lograr intersecciones en el futuro de tareas interdependientes

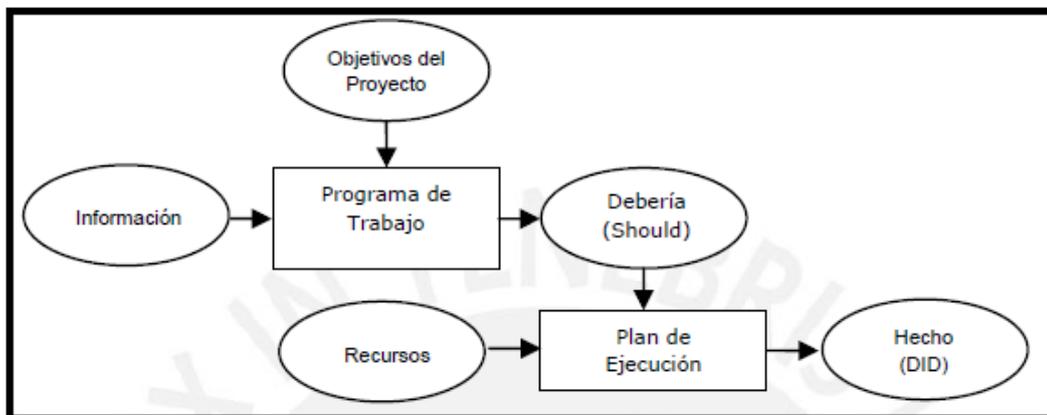


Grafico 11: Sistema tradicional de planificación “Push”.¹²

A diferencia del Push System, el Pulling solo permite que los recursos e información puedan ingresar al proceso de producción si el proceso es capaz de realizar dicho trabajo. Como veremos más adelante en el proceso LookAhead se alista (Make ready) las tareas previamente antes que ingresen a la programación propiamente dicha, y esto viene a ser el uso de técnicas Pull. Así podemos concluir que el Last Planner (Ultimo Planificador) es un sistema Pull

¹² Pull System. (Ballard, 2000)

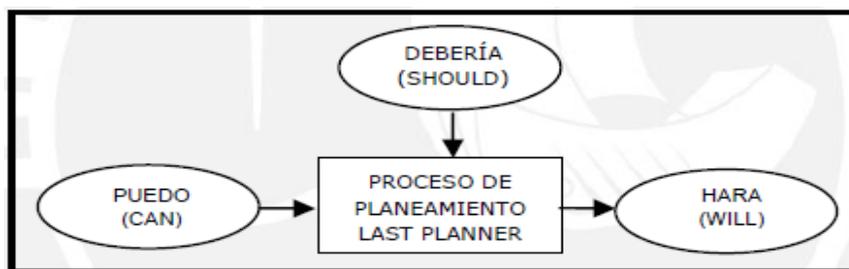


Grafico 12: Sistema Last Planner de planificación "Pull"¹³

1.5.11.3. Equilibrio entre carga y capacidad

Es muy importante poder equilibrar la carga y capacidad para las unidades de producción, ya que esto repercute directamente en la productividad que tendrán.

La Reserva de trabajo Ejecutable (Workable Backlog), en el proceso de LookAhead, es necesario el tener siempre una cantidad de tareas disponibles para su ejecución para cada unidad de producción, a est. Para esto es necesario poder estimar la carga de cada tarea que será encargada a una unidad de producción y así mismo debemos calcular la capacidad de todas las unidades de producción. Si bien es cierto que se debe estimar tanto la carga y capacidad, pero para poder lograr un equilibrio entre ambas, el planificador puede hacer algunos ajustes como:

- Cambiar la carga para que concuerde con la capacidad.
- Cambiar la capacidad para que concuerde con la carga.
- O se procede a una combinación de ambos, lo cual es lo más usual.

1.5.12. Estructuración del sistema Último Planificador

1.5.12.1. Cronograma Maestro (Master Schedule)

Todo proyecto de construcción suele tener una planificación general, sobre la cual se plasman todos los objetivos generales que se plantearon en el programa inicial. A esta planificación inicial se denomina **Cronograma Maestro (Master Schedule)**. Mediante este cronograma lo que se busca es trazar las metas generales del proyecto mediante fechas definidas, las fechas de cumplimiento de cada meta se puede definir como "hitos" para el

¹³ Pull System. (Ballard, 2000)

proyecto. Consecuentemente podemos decir que el cronograma maestro sirve para identificar los hitos de control del proyecto.

El cronograma maestro debe presentar el verdadero desempeño que tiene nuestra empresa para el tipo de proyecto que se ejecutará. Solo así podremos dar validez al Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador), ya que se estará controlando tareas que representan la forma y desempeño real de la empresa.

Se utilice diferente software de ingeniería para la elaboración de cronograma maestro computación, como Ms Project, primavera, etc. Lo esencial en la elaboración de este cronograma en el software que fuese desarrollado, es poder identificar los hitos del proyecto y además de ello poder elaborar el presupuesto del proyecto.

1.5.12.2. Planificación por fases (Phase Scheduling)

Una planificación por fases o Phase Scheduling, tiene como propósito el elaborar un plan para completar una fase del trabajo (Ballard, 2000):

1. Que Maximiza la generación de valor.
2. Que todos los involucrados entiendan y apoyen.
3. Que especifica la transferencia entre grupos de trabajo.
4. En donde las actividades programadas se elaboren en base al proceso LookAhead para ser explotada en los detalles operativos y sea preparado para la asignación de los planes de trabajos semanales. Los participantes en el Phase Scheduling están representados por aquellas personas que tienen trabajo por hacer en la fase de análisis. Ballard da como ejemplo respecto a esto, que un equipo de trabajo para programar una fase de construcción debería involucrar a la contratista, la subcontratista y tal vez a las partes interesadas (stakeholders), como los diseñadores, clientes y agencias reguladoras. Además indica que los participantes deben traer los cronogramas y planos relevantes, y tal vez incluso el contrato de cada uno de ellos.

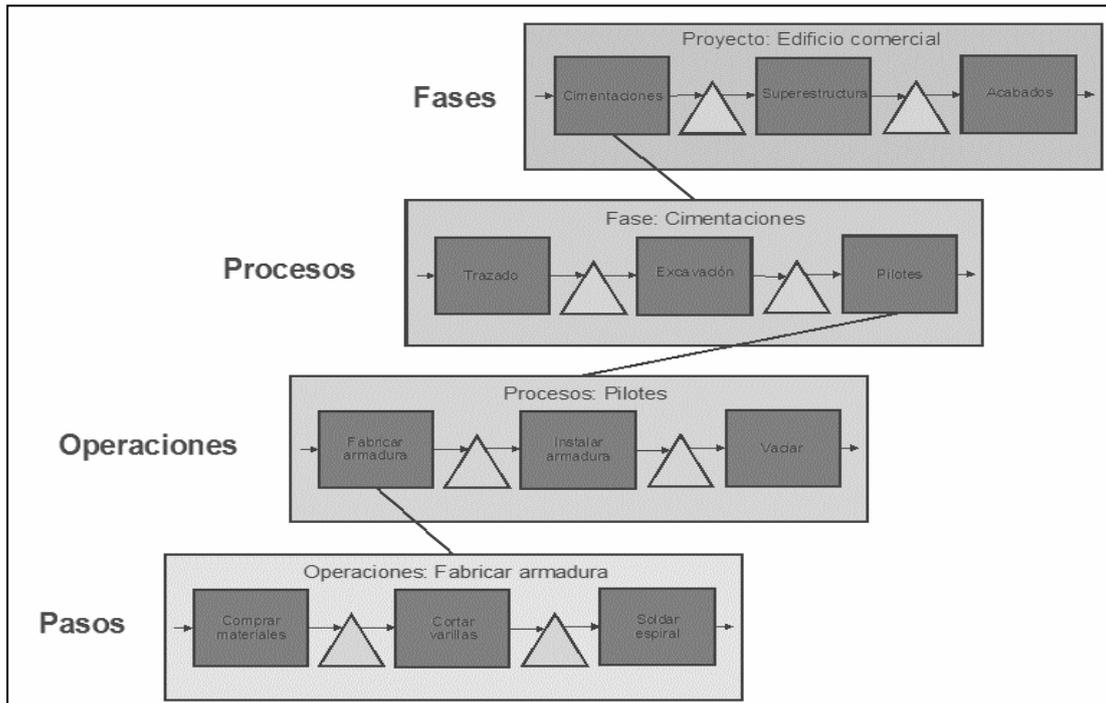


Grafico 13: Ejemplo de una planificación por fases y el detalle de la fase en análisis.¹⁴

Además Ballard nos indica que el proceso de la Planificación por Fases - Phase Scheduling involucra:

1. Definir el trabajo que se incluirá en la fase.
2. Determinar la fecha de finalización de la fase, además de las principales versiones intermedias para las fases previas o para las fases posteriores.
3. El uso de un equipo de planificación y post-it pegados en una pared, en el cual se va desarrollando la red de actividades necesarias para completar la fase, trabajando hacia atrás desde la fecha de finalización, e incorporando los hitos intermedios.
4. Aplicar la duración de cada actividad, sin la contingencia o aumento en las estimaciones de duración. Tratando de usar el tiempo que se puede esperar en condiciones normales.
5. Reexaminar la lógica para tratar de acortar la duración. Se debería pedir a cada persona qué cambios en las solicitudes que reciben les permitirá acortar la duración de la tarea.
6. Determinar la fecha de inicio más temprana para la fase.

¹⁴ Max T. Rossi 2008 - basado en Ballard, 2000

7. Si hay tiempo de sobra después de comparar el tiempo entre el inicio y la finalización de la duración de las actividades en la pared, se debe decidir qué actividades buffer habrán para el tiempo adicional.

8. ¿El equipo está cómodo que los buffers son suficientes para asegurar la finalización dentro de los hitos? Si no es así, entonces, bien se replantean o cambian los hitos según sea necesario y posible.

9. Si hay exceso de tiempo disponible más allá de lo necesario para amortiguar las tareas individuales, se debe decidir si se desea acelerar el calendario o utilizar el exceso para aumentar la probabilidad de terminar a tiempo.

10. Reservas de tiempo no asignado en un buffer de contingencia general para la fase.

La realización de todos estos puntos mencionados anteriormente tiene a obtener grandes cambios de la práctica de planeamiento tradicional, como se presenta en el siguiente Tabla:

Practica Tradicional	Phase Scheduling
En la práctica tradicional el líder del proyecto desarrolla un programa, y luego se distribuye al equipo con una solicitud de comentarios. Con menos frecuencia, los miembros del equipo se ponen en las reuniones cara a cara para discutir el programa.	Los miembros del equipo producen un plan de trabajo, no solo comentan sobre la viabilidad de un plan presentado por alguien más. Ellos están planeando en conjunto, y utilizando una técnica pull para promover la comunicación y entendimiento compartido entre clientes y proveedores inmediatos sobre lo que realmente se necesita.
El líder de proyecto diseña su propio cronograma y decide cómo usarlo.	El equipo genera ambos, el soporte en forma de una estructura de “red de compromisos” y decir colectivamente cómo hacer para amortiguar las tareas variables

Tabla 2: Comparación de Práctica tradicionales vs Phase Scheduling.¹⁵

¹⁵ P2SL Report. (Ballard 2009).

En base a la información ya mostrada, se puede llegar a la conclusión que quedan algunos vacíos en cuanto al significado de “fase”, ya que Ballard no lo explica claramente. Además de ello esta etapa de phase scheduling en muchas citas bibliográficas lo menciona pero no es abordado en profundidad ni brindan ejemplos del mismo. Por lo cual se comenta respecto a Planificación por Fases - Phase Scheduling:

Primero debemos entender lo que es una “fase”, según el esquema gráfico Sistema Last Planner (Ultimo Planificador) de planificación “Pull” (Ballard, 2000), puedo ver y concluir que: “una fase viene a ser el conjunto de procesos, los mismos que están conformados cada uno por diversas operaciones y que a su vez cada operación es el resultado de una serie de movimientos (motions)”. Además el conjunto de diversas “fases” dan como resultado la ejecución del proyecto global propuesto.

Además se puede entender que dentro de un proyecto de construcción, se tiene diversas “fases” las cuales son determinadas y clasificadas por el equipo de trabajo.

Por ello se concluye que en la etapa de Phase Scheduling el equipo de trabajo es quien determina que “fases” son necesarias desglosarlas y programarlas a detalle en base a su relevancia e incidencia en el proyecto. Lo cual sería lo correcto, ya que si no existirían una cantidad enorme de fases y el proceso se volvería mucho más engorroso que práctico.

De todo esto podemos llegar a la conclusión de que la planificación por fases o Phase Scheduling, es lograr entrar a un alto grado de nivel de detalle (es decir, llegar hasta los movimientos de cada operación), con la finalidad de que podamos decir con certeza el tiempo que demorará cada fase y de esta forma conocer el tiempo total para el proyecto. Y ya que esta planificación se da desde la fecha final propuesta hacia atrás, podremos saber si es que el tiempo estimado era el suficiente o si será necesario ampliarlo o si es posible ajustar aún más cada fase para lograr llegar a la fecha meta.

1.5.12.3. Planificación Intermedia: Lookahead Planning

Se localiza como el tercer nivel en la jerarquía del sistema de planificación, cuyo objetivo principal es controlar el flujo de trabajo. Planificación

intermedia la podemos entender de forma general y sencilla, como un intervalo de tiempo en el futuro que permite tener una idea inicial de las actividades que serán ejecutadas, para lo cual se debe coordinar y levantar todos los obstáculos o restricciones que puedan existir para que dichas actividades puedan ser realizadas.

Tener en consideración que control de flujo de trabajo (work flow control) es hacer que el trabajo (información o materiales) se muevan entre las unidades de producción en una secuencia y a una velocidad deseada. Además coordina el flujo del diseño, abastecimiento, e instalación a través de las unidades de producción.

1.5.12.3.1. Conceptos

Para aclarar el significado del término en inglés “Lookahead”, se puede interpretar como una vista hacia adelante o anticipada dentro del cronograma maestro. Por ello como resultado del Lookahead Planning se obtiene el cronograma de Lookahead (Lookahead Schedule), en el cual están todas las actividades programadas para un período de tiempo o ventana de tiempo (Lookahead Windows). A continuación presentamos los conceptos extraídos del glosario de términos del Lean Construction (Construcción sin pérdidas) Institute:

Lookahead Schedule (cronograma intermedio o anticipatorio): Es el producto de la planificación intermedia (Lookahead Planning) que resulta al detallar las actividades del cronograma maestro a través del modelo de definición de actividades, revisando (screening) las tareas resultantes antes de permitir que entren en la ventana intermedia (Lookahead Windows) o que avancen dentro de esa ventana. Incluye la ejecución de acciones necesarias para alistar las tareas (make tasks ready) para su asignación (assignment) una vez que sean programadas. Los cronogramas intermedios o Lookahead Schedule pueden ser presentados en forma de lista o de gráficos de barras.

Lookahead Window (ventana intermedia o anticipatoria): Es la ventana o intervalo de tiempo, antes del inicio programado, en que las actividades del cronograma maestro son detalladas, revisadas (screening) o alistadas (make ready). Lo normal es que una ventana intermedia abarque un período futuro de entre 3 y 12 semanas.

1.5.12.3.2 Intervalo de tiempo - Lookahead Windows

El proceso de planeamiento Lookahead es el desglose de las actividades del cronograma maestro, siendo estas las asignaciones potenciales dentro del intervalo de tiempo a planificar. El período del Lookahead Windows puede ser entre 3 a 12 semanas, y esto "...es decidido en base a las características del proyecto, la confiabilidad del sistema de planificación, y los plazos para adquirir información, materiales, mano de obra, y equipos" (Ballard, 2000).

Por la cual se puede ver el intervalo de tiempo para el Lookahead Windows es particular de acuerdo a cada proyecto y en base al criterio del encargado de la planificación. Se debe tomar en cuenta sobre todo que hay actividades que tienen tiempos largos para generar el abastecimiento requerido, con lo cual este período de respuesta no solo debe ser considerado para el Lookahead Windows, sino también dentro del cronograma maestro (Master Schedule).

Por ejemplo si se tiene una obra en un lugar de difícil acceso en donde los materiales demoran en llegar 4 semanas aproximadamente, no podremos considerar un Lookahead Windows de 2 o 3 semanas ya que no tendremos mapeado si es que los materiales llegaran o no. En cambio el período de tiempo tendría que ser de 4 o 5 semanas, de acuerdo al criterio del responsable de la planificación intermedia o Lookahead Planning.

Se presenta a continuación un ejemplo de cronograma Lookahead (Lookahead Schedule), donde podemos observar un intervalo de tiempo de 3 semanas (Lookahead Windows) y observamos a su vez el desglose de las actividades del cronograma maestro en las tareas que están programadas y que serán revisadas (screening) para posteriormente ser asignadas para su ejecución por las unidades de producción (cuadrillas de obreros) dentro del Plan de Trabajo Semanal (Weekly Work Plan).

Por lo cual lo ideal es tener un equilibrio entre la carga que se asigna a una unidad de producción versus la capacidad que tiene dicha unidad.

c) Descomponer las actividades del Master Schedule en paquetes de trabajo y operaciones:

Durante el Lookahead Planning se establece el Lookahead Schedule, que está comprendido por todas aquellas asignaciones que se detallaron del Master Schedule hasta ser las asignaciones que serán ejecutadas directamente por las unidades de producción y las cuales pasaran por el levantamiento de restricciones.

d) Desarrollar métodos detallados para ejecutar el trabajo:

Se tendrá que detallar el método o proceso constructivo mediante el cual se ejecutará una actividad, ya que de esta manera se podrá identificar la mayor cantidad de dificultades para su ejecución. Siendo estas dificultades las restricciones que se deben liberar o levantar, para que dicha actividad se considere que es factible de ejecutar al 100%.

e) Mantener una reserva de trabajo listo:

Como parte del proceso Lookahead está la liberación de restricciones de todas las actividades que fueron desglosadas del Master Schedule. De esta forma se obtiene un inventario de trabajo ejecutable (Workable Backlog) para el período de tiempo establecido para el Lookahead Windows. De esta manera en caso que una actividad programada no pueda ser ejecutada, la unidad de producción no quedará libre ya que habrá otra actividad liberada lista para ser asignada a esta unidad de producción. Y de esta forma podremos estabilizar el flujo de trabajo.

f) Actualizar y revisar programas de mayor nivel según requerido:

A medida que se va avanzando en la ejecución de un proyecto y la Lookahead Windows se mueve, se irá identificando actividades que están siendo reprogramadas por falta de liberación o porque se adelantaron para no dejar unidades de producción libres. En ambos casos se debe revisar los hitos definidos en el Master Schedule o en el Phase Scheduling para verificar que estos se puedan cumplir en el plazo propuesto o en caso contrario replantear la fecha para dichos hitos.

1.5.12.3.4. Definición de actividades

Antes de mencionar la definición de las actividades que irán en el Lookahead Schedule, Ballard detalla claramente cómo es que se debe proceder (extracto de su tesis de doctorado):

“Antes de entrar en la ventana Lookahead (Lookahead Windows), las actividades del programa maestro (Master Schedule) o las del programa de fase (Phase Scheduling) son ampliadas a un nivel de detalle adecuado para una asignación a los planes de trabajo semanales, lo que típicamente genera asignaciones múltiples para cada actividad (Weekly Work Plan)” (Ballard, 2000).

Para visualizar lo indicado, daremos un ejemplo sencillo respecto a la construcción de una cisterna. El Master Schedule para esta obra podría tener como actividades generales: platea de cimentación, Viga de cimentación y Losa de fondo. El desglose de actividades sería:

ACTIVIDADES			
1. Platea de cimentación	2. Viga de Cimentación	3. Losa de Fondo	
Habilitación en instalación de Acero	Habilitación en instalación de Acero	Habilitación en instalación de Acero	
Encofrado	Encofrado	Encofrado	
Concreto	Concreto	Concreto	

Tabla 3: Ejemplo desglose de actividades.¹⁷

Como se aprecia, las actividades detalladas son aquellas que serán ejecutadas por las unidades de producción. Algo muy importante al realizar este desglose, es el tener bien claro el metrado de cada tarea que será asignada, ya que en base a esto podremos lograr el equilibrio entre carga y capacidad para los días que tomen estas tareas y además que de esta manera podremos llevar el control del cumplimiento de las tareas

¹⁷ Residencial GLA Los Portales II Etapa.

programadas, lo cual se realiza mediante el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) que se revisará más adelante.

1.5.12.3.5. Análisis de Restricciones (Constraints Analysis)

Una vez ya definidas las tareas o asignaciones en el Lookahead Schedule, se procede a realizar el análisis de restricciones de estas asignaciones, lo cual no es más que identificar los factores que impiden que una asignación pueda ser ejecutada en la fecha y plazo programado. Por ello es importante que el nivel del desglose del Master Schedule sea lo más detallado posible, ya que de esta manera será más fácil realizar este análisis. El objetivo de realizar este análisis de restricciones es el de obtener una reserva de tareas ejecutables (Workable Backlog), que estén liberadas y listas para ser programadas.

Ballard, comenta: “La regla general es permitir dentro de la ventana Lookahead (Lookahead Windows), o permitir avanzar de una semana a la siguiente dentro de la ventana Lookahead, solamente aquellas actividades que puedan ser alistadas para ser completadas puntualmente. Si el planificador no está seguro de poder eliminar las restricciones, las asignaciones potenciales son postergadas a una fecha posterior” (Ballard 2000).

Por lo tanto es importante que una tarea pueda ser ejecutada y así lograr un control de flujo en el trabajo (finalidad de Lookahead). Por ello a esta coordinación para la ejecución futura de una tarea se denomina “liberación de restricciones”, que puede involucrar la liberación de los diseños, los proveedores, la mano de obra, la información, el suministro de maquinaria, etc.

En el ejemplo presentado por Ballard en su tesis de doctorado considera algunas restricciones como: contrato, diseño, entregas, materiales, trabajo preliminar requerido, espacio, equipos, mano de obra y otros (permisos, inspecciones, etc.). Nosotros procederemos a detallar las restricciones que se pueden considerar usuales en la construcción:

a. Diseño: Se hace referencia con esta restricción a las variaciones que puede tener una tarea en cuanto a compatibilización entre planos del proyecto, de especificaciones técnicas o por omisiones en el proyecto.

b. Prerrequisitos: Se refiere a dar frente de trabajo a la unidad de producción que realizara la tarea que se está analizando. Es decir se deben terminar las tareas previas, como por ejemplo: para la tarea de “encofrado de placas” se tiene como prerrequisito que se haya cumplido con la tarea de “habilitación e instalación de acero” que es el paso previo.

c. Materiales: Los materiales necesarios para cada tarea deben estar en obra antes de la fecha de inicio de dicha actividad.

d. Mano de obra: Al momento que se genera el Lookahead Schedule se procede a identificar la cantidad de mano de obra para cada tarea (equilibrio entre carga y capacidad), de tal manera que se tenga mapeado las fechas en que se necesita incrementar o disminuir la mano de obra. De esa manera tendremos que liberar esta restricción haciendo el pedido a Recursos Humanos para la contratación de más personal para la fecha de ejecución de la tarea en análisis, o sino también en redistribuir el personal que ya se cuenta en obra.

e. Equipos: Debemos tomar en cuenta el tiempo que toma en alquilar, comprar, movilizar o reparar una maquinaria para la tarea que estamos analizando, de tal manera que se pueda tener la maquinaria en óptimas condiciones la fecha de inicio de la tarea.

f. Calidad: En muchas de las tareas en una obra se tiene controles de calidad ya sea por parte de la empresa constructora o por un supervisor externo, para ello se debe tomar en cuenta los tiempos de convocar a los responsables del control de calidad, tener listos los formatos de calidad, etc. De tal manera que se pueda cumplir antes y después de con todos los protocolos preestablecidos.

g. Otras: En esta categoría podemos colocar todas aquellas restricciones especiales que puedan haber para cada tarea, como permisos, inspecciones, “cancha en obra”, etc.

Hay algunas consideraciones que deben ser tomadas y llenadas en los formatos para el análisis de restricciones, como son: el tener en claro la fecha de inicio de la tarea a evaluar, identificar y detallar las restricciones

para luego ubicarlas dentro de los grupos (Diseño, Pre requisitos, Materiales, etc.), designar a un responsable del levantamiento y seguimiento de restricciones, definir una fecha límite para la cual debe estar liberada la asignación (esta fecha tiene que ser antes de la fecha de inicio).

Además existen dos procesos claves para poder liberar restricciones, estos son la **revisión (Screening)** y **preparación o alistar (Make ready)** las restricciones.

La **revisión (Screening)** consiste en determinar el estado de las tareas dentro del Lookahead Windows en relación a sus restricciones y a la probabilidad de levantar las restricciones, en base de lo cual se decide adelantar o atrasar las tareas con respecto a lo planteado en el cronograma maestro (Master Schedule). Mediante la revisión se tiene la última oportunidad de poder decidir si la tarea ingresa o no al Lookahead Windows ya que si vemos de antemano que las restricciones no podrán ser liberadas para el plazo definido, la tarea debe ser retirada para evitar una falsa expectativa de cumplimiento. Como se puede observar esta es la primera oportunidad que se presenta en el Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador) para comenzar a estabilizar el flujo de trabajo.

Debemos tomar en cuenta que la revisión se realiza basado en los tiempos de respuesta de los proveedores de cada una de las restricciones, repitiendo así este análisis en cada ciclo de planificación al actualizar el Lookahead Windows al añadir la siguiente semana a evaluar.

La **preparación o alistar (Make ready)** restricciones hace referencia a tomar todas las acciones necesarias para levantar las restricciones de las tareas de tal forma que estas sean viables para su ejecución en la fecha programada.

Una vez realizado estos procesos, podemos contar con todas las tareas que se encuentran liberadas de restricciones. A este grupo de tareas sin restricciones y que tienen alta probabilidad de ser ejecutadas según lo programado se conoce como reserva de tareas ejecutables (Workable Backlog).

1.5.12.4. Reserva de trabajo ejecutable (Workable Backlog)

La reserva de tareas ejecutables (Workable Backlog) viene a ser la lista de tareas que tiene liberadas todas sus restricciones, por lo que tendrán una alta probabilidad de cumplimiento. Esta lista puede contener diferentes tipos de tareas (Rojas R. Vera):

- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen al Workable Backlog de la semana en curso que no pudieron ser ejecutadas.
- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen a la primera semana futura que se desea planificar.
- Actividades con restricciones liberadas con dos o más semanas futuras (situación ideal de todo planificador)

La finalidad de contar con una reserva de tareas ejecutables, es el de evitar tener unidades de producción libres en caso que apareciese algún problema con una tarea que estaba dentro del Plan de Trabajo Semanal (Weekly Work Plan) y ya no pudiese ser ejecutada. Si esto ocurriese pues se tomaría otra actividad de Workable Backlog para que fuera ejecutado por esta unidad de producción evitando así tiempos muertos. Claro que siempre debemos tomar en cuenta que la nueva tarea que se asignará a esta unidad de producción debe ser compatible con sus habilidades.

1.5.12.5. Plan de Trabajo Semanal (Weekly Work Plan)

Se ha detallado tres niveles dentro de la jerarquía del Last Planner System (Sistema del Último Planificador), los cuales son: el Cronograma Maestro (Master Schedule), la programación por fases (Phase Scheduling) y la Planificación Intermedia (Lookahead Schedule).

El último nivel dentro de esta jerarquía es el Plan de Trabajo Semanal (Weekly Work Plan) siendo este el de mayor nivel de detalle previo a la ejecución de una tarea y que tiene como objetivo el **control de las unidades de producción**. Lo que se busca es lograr progresivamente asignaciones de mayor calidad en base al aprendizaje continuo y con acciones correctivas. El responsable de realizar esta etapa es el denominado último planificador (Last Planner), que puede ser un ingeniero de campo, un maestro de obra, supervisores, etc. Es decir puede ser todas aquellas personas que están

como responsables directamente en campo y están en contacto con las unidades de producción.

1.5.12.5.1. Asignaciones de Calidad (Quality Assignments)

El Weekly Work Plan se elabora en base a la selección de tareas que tenemos de la lista de reserva de trabajo ejecutable. Por ello “asignaciones de calidad” (Quality Assignments) se denomina a la acción de escoger que tareas serán ejecutadas en la siguiente semana desde lo que sabemos que tiene alta probabilidad de ser cumplido (Workable Backlog).

Entonces, si tenemos como premisa que solo asignaciones de calidad pueden ser ejecutadas en el Weekly Work Plan, con esto estamos dando una **protección** al flujo de producción de las incertidumbres, aportando así un flujo confiable de trabajo para las unidades de producción. Algunos criterios de calidad fueron establecidos, los cuales se detallan a continuación (Ballard, 2000):

a. Definición (Definition): Las tareas deben ser bien definidas y específicas para que no haya dudas al momento de su ejecución, además debemos poder medirlo para saber si la tarea se completó al 100% al término de la semana.

b. Viabilidad (Soundness): Todas las tareas programadas deben contar con todo lo necesario para que puedan ser ejecutadas en la semana, no solo se trata de contar con los materiales sino también de las tareas previas que deberían estar culminadas.

c. Secuencia (Sequence): La secuencia de trabajo debe ser lógica, en base a un orden de prioridad y constructabilidad.

d. Tamaño (Size): La cantidad de trabajo debe ser equilibrado con la capacidad que tengan las unidades de producción y además debemos tomar en cuenta que la tarea produce un trabajo para la siguiente unidad de producción según el tamaño y formatos requeridos.

e. Aprendizaje (Learning): Se debe tomar nota de aquellas actividades que no llegaron a ser ejecutadas al 100% e identificar las razones de no cumplimiento, para de esta manera tener una retroalimentación y evitar repetir los mismos errores u omisiones.

1.5.12.5.2. Porcentaje de Plan Cumplido (Percent Plan Complete – PPC)

A través del Porcentaje de Plan Cumplido se logra medir el desempeño del Weekly Work Plan en su estimado de carga en cuanto al cumplimiento. Este paso es importante ya que nos sirve de retroalimentación para poder luego implementar mejoras y aprender de las fallas al momento de asignar una tarea.

El PPC compara lo que se planeó ejecutar versus lo que realmente fue ejecutado, tomando en cuenta que una tarea se considera terminada si es que se concluyó según se especificaba en el Weekly Work Plan. Por ejemplo, si se tiene la tarea de “encofrado de placas” y se planeó encofrar 70m² de placas en esa semana, se considerará culminada la tarea solo si se ejecutaron los 70m², si se ejecutó 65m², consideraremos que no fue concluida ya que no logramos cumplir con lo que especificamos inicialmente, de esta manera podremos evaluar por ejemplo el equilibrio entre carga y capacidad para esa unidad de producción.

La manera de obtener el PPC (Porcentaje de Plan Cumplido) viene de la división del número de tareas completadas que fueron programadas dividido por el total de las tareas programadas para la misma semana, y todo esto lo expresamos como porcentaje.

1.5.12.5.3. Razones de No Cumplimiento (Reasons for Non-Conformances)

Las razones de No cumplimiento son todas aquellas causas que llevaron a no culminar la tarea programada para la semana. Recordemos que la tarea se considera culminada si es que se concluyó totalmente y no parcialmente. El identificar estas causas nos llevará a una retroalimentación para futuro, ya que podremos ir haciendo una recopilación de las causas más recurrentes y en las que debemos tener más cuidado para las siguientes semanas o para próximos proyectos. Algunas razones de no cumplimiento puede ser las fallas en mano de obra, materiales, causas externas, etc.

Pero sobre todo debemos evaluar si es que son referidas a una mala programación, o un exceso de carga para la unidad de producción, falta de procesos claros o quizá funciones no definidas para los ejecutores de la

tarea. En conclusión, la importancia de las Razones de No Cumplimiento es el aprendizaje para no volver a repetir estos errores en el futuro.

1.5.12.6. Last Planner System: Visión Global

El siguiente diagrama a mostrar se puede visualizar todos los niveles jerárquicos de planificación en el sistema así como sus procesos principales, la concepción del sistema y cada etapa que se tiene que recorrer desde el Cronograma Maestro hasta la revisión final del PPC y Razones de No Cumplimiento de las tareas que fueron ejecutadas según el Plan de Trabajo Semanal.

Así podemos guiarnos y entender la secuencia de análisis que se describió en el ítem 1.6 de Estructuración del Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador) (ver Gráfico N° 15).

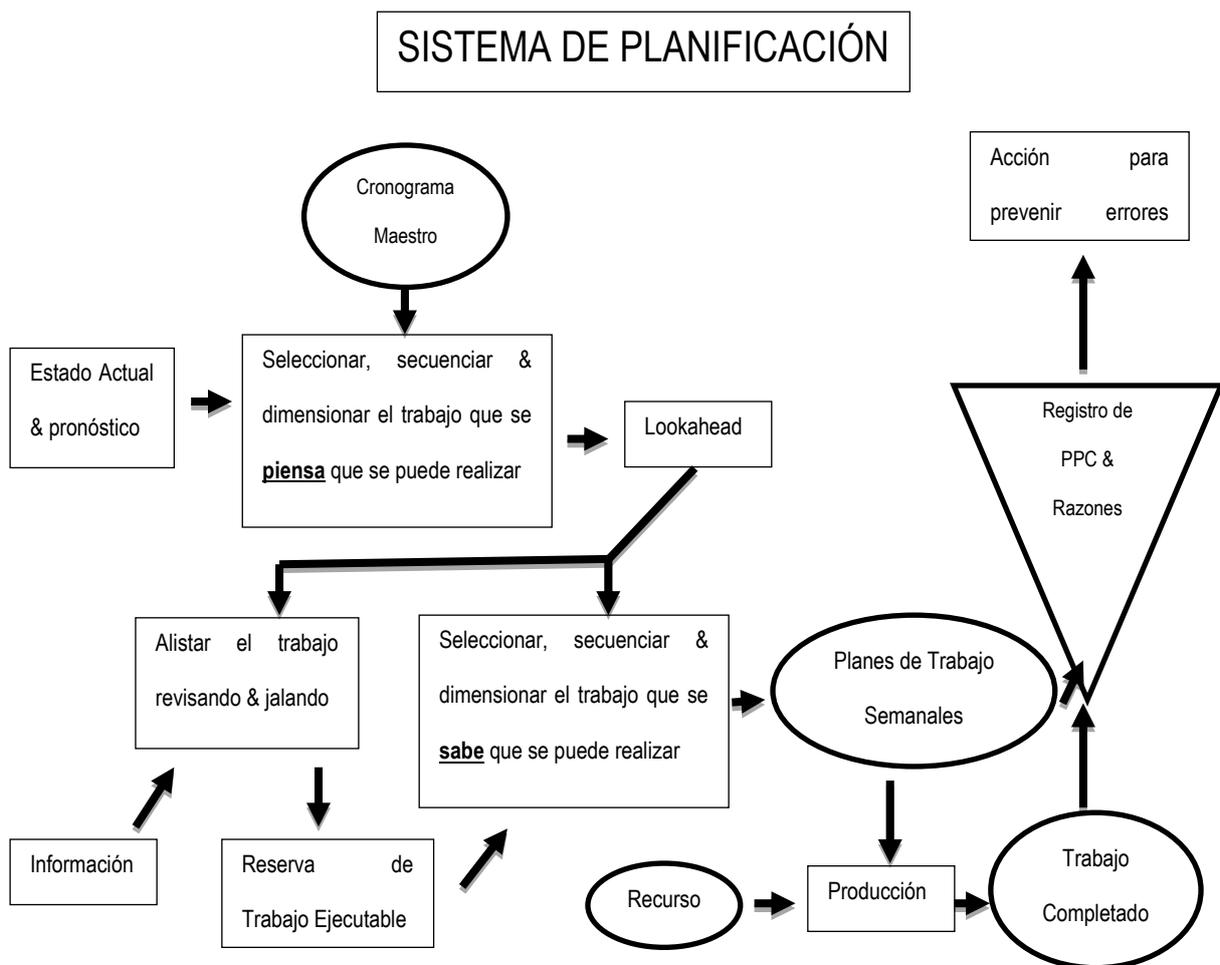


Gráfico 15: Last Planner System, Lookahead en destaque¹⁸

¹⁸ Last Planner System. (Ballard, 2000).

Además Ballard también indica que el Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador) agrega un componente de control al sistema tradicional de gestión de proyectos. Si recordamos el diagrama para un sistema tradicional (ver Gráfico N° 8) y lo comparamos con el que se presenta en el Gráfico N° 15 podemos ver que se añade el componente del Last Planner. El cual, según palabras de Ballard, es un mecanismo para transformar lo que SE DEBERÍA (SHOULD) hacerse en lo que SE PUEDE (CAN) hacer, de esta manera obtenemos la Reserva de Trabajo Ejecutable (Workable Backlog) disponible a partir del cual se seleccionan las tareas que ingresarán en los Planes de Trabajos Semanales (Weekly Works Plans).

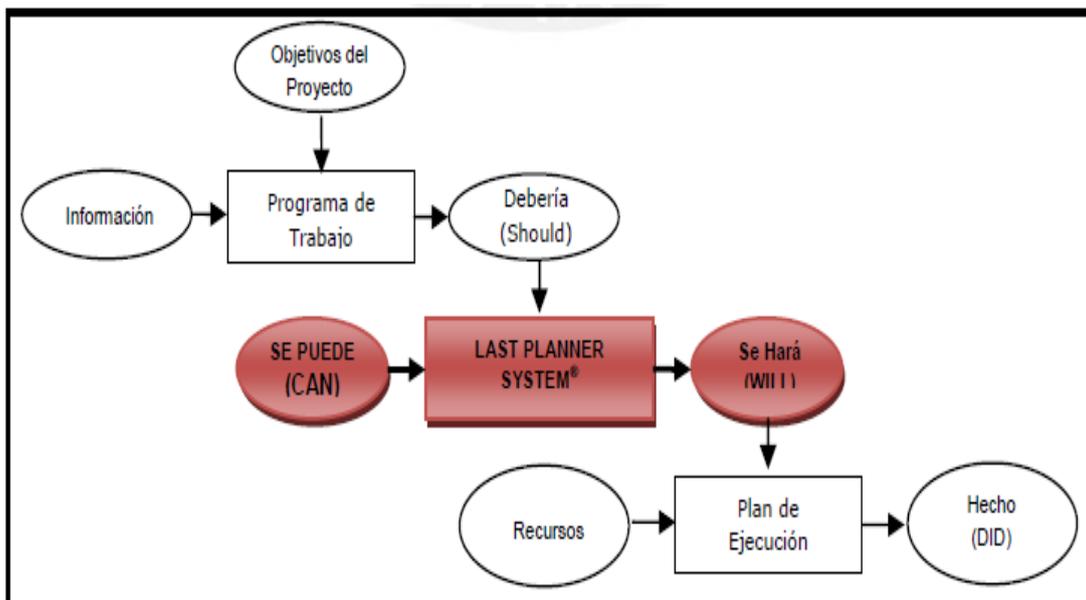


Gráfico 16: LPS, componente adicional al Sistema Tradicional.¹⁹

Y estos Planes de Trabajos Semanales son los compromisos que asumen los últimos planificadores o Last Planner sobre lo que realmente SE HARA (WILL) (Ballard, 2000). Por ello uno de los pilares de este sistema se basa en el compromiso del equipo para con las metas que se proponen en el proyecto.

¹⁹ Last Planner System. (Ballard, 2000).

1.5.12.7. Producción

Comprendiendo dentro de la producción el diseñar y hacer cosas es posible comprender cómo la construcción es un tipo de producción y también que el diseño es un componente esencial en la producción en general y específicamente en la construcción. Ello también permite estudiar la aplicabilidad de conceptos y técnicas manufactureras a la industria de la construcción.

1.5.12.8. Control

En el significado de control se incluye el dominar, comandar, chequear, verificar, o regular. También se le asocia a contar o medir. En el sentido tradicional es monitorear costos y programación respecto a los propósitos a fin de identificar variaciones, que de ser negativas requieren de acciones correctivas.

1.5.12.9. Planeamiento

Es la acción y efecto de planear, es decir, trazar un plan. Implica tener uno o varios objetivos a cumplir, junto con las acciones requeridas para que este objetivo pueda ser alcanzado.

Es el análisis a través del cual se determinan de manera integral las estrategias de gestión y ejecución del Proyecto.

El planeamiento implica el análisis de aspectos tales como:

- Alcance.
- Plazo.
- Costo.
- Organización.
- Gestión Contractual.
- PdR / GA.
- Logística.
- Otros.

Planificación

Proceso racional y sistémico de prever, organizar y utilizar los recursos escasos para lograr objetivos y metas en un tiempo y espacio predeterminados

Programación

Es el Proceso del Proyecto a través del cual se identifican y realizan las acciones necesarias para lograr la ejecución del plan de trabajo diseñado durante el Planeamiento, con base en su desarrollo a un mayor detalle. Es decir, la Programación es el proceso mediante el cual se protege el Plan, asegurando su cumplimiento de acuerdo a lo previsto y a las metas establecidas de plazo y costo.



Gráfico 17: La Programación como Protección del Plan.²⁰

²⁰ Graña y Montero, 2008

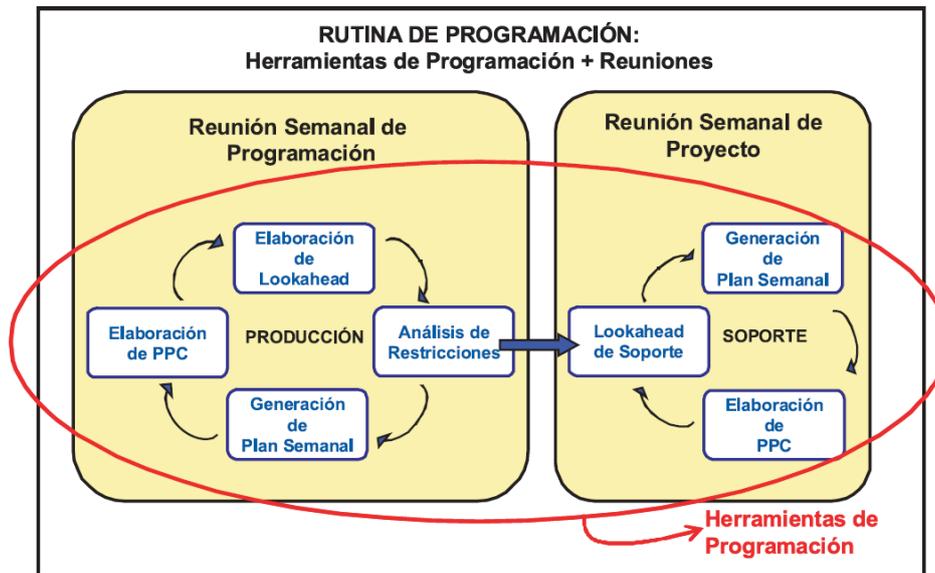


Gráfico 18: Rutina de Programación según Lean.²¹

1.5.13. Generación de Valor

El término no es tan reciente como el de competitividad. Ya en 1766 el economista Quesnay utiliza esa palabra. En 1883, el Larousse la define como “facultad de producir”. Federico Taylor, uno de los clásicos de la Administración y pionero de la ingeniería industrial le daba un alcance muy amplio: “La máxima prosperidad no puede existir más que como resultado de la máxima productividad” y anotamos que ésta la enfocaba en la especialización en la empresa. Recordar que el libro principal de Taylor se publicó en 1911 (“Scientific Management”).

Se da a entender que la creación de valor es la generación de utilidad o riqueza por parte de la empresa en un ejercicio o período de tiempo, siendo la base de todas sus decisiones actualmente de la mayoría de entidades.

Sin embargo, los conceptos “valor de una empresa” y “generación de valor o valor creado” por la misma están muy relacionados, aunque a veces se tienden a identificar pero no son idénticos. El primero es asimilable a un

²¹ Graña y Montero, 2008

variable fondo, mientras que el segundo corresponde a un variable flujo, rendimiento o riqueza generada en un período.

Si bien es cierto que el primero debe aumentar para generar valor, o al menos mantener o conservar su cuantía inicial para no destruirlo, al mismo tiempo, que el segundo representa la generación de valor continuada en el tiempo, que contribuye a la supervivencia de la empresa en el largo plazo y se convierte en riqueza para el ente generador (incrementa el valor de la empresa).

Pero una preocupación constante de la administración de las empresas es el cómo generar valor agregado, entendido este concepto en su más amplia significación, es decir, crear soluciones diseñadas para satisfacer cabalmente las necesidades del cliente, para permitir un uso óptimo de los recursos de la empresa y para generar un retorno superior al que el capital invertido en el negocio por sí solo sería capaz de producir en el mercado de dinero

El profesor Michael Porter, de Monitor Company, afirma: “El valor agregado se crea hoy por la productividad y por la innovación, ambas son aplicaciones del conocimiento al trabajo”

En general puede afirmarse que las soluciones de valor agregado se crean a partir de las personas que sean capaces de desarrollar conocimientos sobre su empresa, su mercado, el entorno y su competencia.

Es decir, la generación de valor suele ser una consecuencia del conocimiento. Si no tenemos conocimiento, difícilmente crearemos soluciones con verdadero valor. Asociada con la formación y actualización del conocimiento está la información

Existen seis tipos de información necesarias para la generación de valor, las cuales deberían formar parte de los programas de desarrollo gerencial de la información que toda empresa debería tener:

- Información para la generación de valor
 - La evolución de la empresa

- Los niveles de productividad en el uso de los recursos.
- Las competencias de la empresa
- Información sobre innovación
- Las asignaciones de los recursos escasos.
- Información de estrategia sobre el entorno y sus tendencias.

Sobre la evolución de la empresa

Esta información se refiere al direccionamiento estratégico de la empresa, los resultados del balance y el estado de ganancias y pérdidas de la compañía, su posición financiera y de liquidez, la evolución de sus ventas y de sus principales mercados, la evolución de sus productos y las principales inversiones de capital que estén en marcha para fortalecer el crecimiento y desarrollo de la empresa.

Además, en cada área de organización de la empresa es necesario conocer y evaluar periódicamente sus indicadores de desempeño, tales que permitan verificar el avance de sus factores críticos de contribución y generación de valor. “Lo que no se mide no progresa”, dice la filosofía popular

1.5.13.1. Estrategia De Generación De Valor

Lo fundamental es el modo en que cada empresa enfoca la estrategia.

La diferencia está en los supuestos fundamentales e implícitos acerca de la estrategia. Las empresas menos prósperas adoptan un enfoque convencional: su mentalidad estratégica está dominada por la idea de mantenerse a la cabeza de sus competidores.

“Muchas empresas compraron ideas erróneas sobre la competencia; como consecuencia de ello, abandonaron la estrategia casi por completo.” (Keith H. Hammonds; Fast Company; Gestión, mayo 2001).

Por el contrario, las empresas innovadoras no se preocupan por igualar, ni siquiera por superar a sus rivales. Su intento se centra en hacer que sus competidores resulten irrelevantes mediante una estrategia que denominaremos generación de valor para el cliente.

Consideremos el caso de Coca Cola. Esta empresa que se mantiene como un símbolo de la excelencia en el marketing, en forma continua compete contra sí misma y logra superarse. Su acérrimo rival reconoce implícitamente su liderazgo.

Otro caso simbólico es Microsoft. Hoy su principal preocupación no son los competidores, ni siquiera las demandas que afronta por presunto monopolio, sino que se encuentra enfocada en lograr satisfacer al cliente. Puede discutirse si su monopolio perjudica a la competencia o no, pero lo cierto es que su participación en el mercado mundial es monopólica y que la obtuvo, porque sus productos, en la percepción de los clientes, no solo son muy satisfactorios, sino que son únicos.

El tercer caso que podemos imaginar es el de American Express. Mientras que la competencia se encuentra trabada en una feroz lucha por el mercado, La Tarjeta, como se autodenomina, concentra sus esfuerzos en satisfacer las demandas de su mercado meta y por cierto que lo logra. Más de 2/3 partes de sus clientes Premium la consideran su principal medio de pago y más del 50 % de sus clientes consideran que satisface en exceso, sus expectativas. A diferencia de sus rivales su principal fuente de ingresos es la membresía.

Pero los casos citados son muy conocidos, puesto que se encuentran en todos los manuales de marketing y algunos los desautorizan, como ejemplos, porque sostienen que son excepciones, que surgieron fruto de coyunturas que no se repetirán, así como que son parte de la leyenda americana.

Podemos llegar a la conclusión que la diferencia de la lógica del experto que sabe porque cuenta con experiencia fracasa frente a la lógica del novato que aprende, porque asume que no conoce.

Hay una diferencia fundamental entre estrategia y eficacia operativa. La estrategia tiene que ver con encontrar la mejor opción luego de evaluar los pros versus las contras y con elegir deliberadamente ser diferente. La eficacia operativa se vincula con cosas sobre las cuales no se debería elegir: de lo bueno lo mejor, es lo que cada empresa debería estar haciendo. En gran parte, la obsesión de los dirigentes, por la eficacia operativa, ha sido

alimentada por la literatura de negocios. No tiene en realidad sentido, si se efectúan procesos erróneos, realizarlo con gran eficacia.

Pero sólo se comprende y admite que el que se basa en la experiencia fracasa cuando el novato triunfa. El razonamiento es perverso. La lógica equivocada no lo es cuando otra contraria triunfa, sino que siempre lo fue. Una lógica no se debe analizar contrastándola frente a la empírica sino en abstracto.

LÓGICA CONVENCIONAL FRENTE A LA LÓGICA DE GENERACIÓN DE VALOR

Ambas difieren totalmente en las cinco dimensiones básicas de la estrategia.

DIMENSIONES DE LA ESTRATEGIA	LOGICA CONVENCIONAL	LOGICA DE GENERACIÓN DE VALOR
Supuestos aceptados	Son algo dado e inalterable que no se pueden modificar.	Es necesario modificar las condiciones
Enfoque estratégico	Buscar ventajas competitivas y ahorrar costos de operación. Ganar a la competencia	Salto cualitativo de valor, para dominar el mercado
Clientes	Centrarse en las características diferenciales	Centrarse en los aspectos valorados en común por los clientes
Habilidades	Aprovechar al máximo sus ventajas y capacidades	No importa que hacemos, sino averiguar que deberíamos hacer

Oferta de productos	Maximizar el valor de la oferta tradicional	Pensar en términos de solución total para el cliente. El cliente define el alcance de la oferta.
---------------------	---	--

Tabla 4: Diferencias entre la Lógica convencional y le Generación del Valor.

1.5.13.2. El enfoque estratégico

Muchas empresas permiten que sus competidores establezcan los criterios de su pensamiento estratégico.

Siempre están comparando sus puntos fuertes y débiles, con los de su competencia y se centran en crear ventajas sobre ellos.

La lógica convencional lleva a las empresas a competir en el margen para lograr un aumento de la cuota.

La lógica de la estrategia de generación de valor se inicia con un afán de dominar el mercado en base a ofrecer a los clientes un salto cualitativo de valor.

El innovador no se centra en competir contra sus rivales, sino que lo hace contra sí mismo. Su principal afán es conocer cómo valora y en qué aspectos, a su oferta el cliente.

1.5.13.3. Habilidades: ventajas y capacidades

Muchas empresas analizan las oportunidades de negocio a través del filtro de sus habilidades, especialmente de sus ventajas y capacidades.

Se preguntan: con lo que tenemos, ¿qué es lo mejor que podemos hacer?

Por el contrario, los innovadores se preguntan: lo que tenemos sirve para hacer lo que debemos? ¿Qué pasaría si empezamos de cero?

Las ideas rectoras son: no debemos permitir que lo que podemos hacer ahora, condicione nuestro punto de vista, sobre lo que se necesita hacer, para ganar mañana? No dejemos que nos limiten nuestras posibilidades, es necesario comenzar a intentar lo imposible ya mismo.

Esto no significa que los innovadores desechen las habilidades, ventajas y capacidades actuales o que no las utilicen hasta el máximo de su potencial.

1.5.13.4. Crear una nueva cadena de valor

¿Cómo se operacionaliza la lógica de la estrategia de generación de valor?

Simplemente, modificando la cadena de valor de la empresa y esto sólo se comprende si se rehacen los procesos, comenzando desde cero, sin preconceptos, asumiendo que las respuestas no se conocen y preguntando al cliente, que opina, como usa el producto y que sensaciones experimenta.

(Alberto Levy: Ediciones Gránica; 1994)

Existe preguntas guía:

- ¿Cuál es el conjunto de atributos del servicio o producto esperados por el cliente?
- ¿Cuáles son los factores que nuestro sector considera dados e inalterables, pero que deberían ser eliminados?
- ¿Qué factores no satisfacen y por lo tanto, deberían ser elevados por encima del standard fijado por el sector?
- ¿Qué factores no son percibidos y por lo tanto, deberían ser reducidos por debajo del standard fijado por el sector?
- ¿Qué factores que el sector no considera, producen los atributos esperados por el cliente, y por lo tanto deberían ser creados?

Lamentablemente, no se pueden efectuar las preguntas sugeridas al cliente, porque si bien el mismo posee la experiencia de uso, no es un técnico y por lo tanto, solo puede referir emociones. La tarea debe ser realizada por un técnico en investigación de mercado y las conclusiones deben ser cualitativas y no cuantitativas.

Finalmente es necesario recordar, especialmente cuando se resuelve la mutación de la cadena de valor y luego de escuchar al cliente, que los principios en los cuales se apoya la estrategia perduran, independientemente de la tecnología y del ritmo del cambio. Observemos lo que ha ocurrido, en los últimos años con la burbuja de Internet.

La rentabilidad de una compañía, esté o no en la Web, sigue determinada por la estructura de su industria, Si no hay barreras de entrada, si los clientes tienen todo el poder y la rivalidad se basa en el precio, más allá de Internet, el negocio, no será muy rentable.

Una estrategia sólida comienza por tener un objetivo correcto. Y la única meta que una estrategia sólida puede respaldar es la búsqueda de una rentabilidad superior.

Si su meta es cualquier cosa menos la rentabilidad (crecer rápidamente o convertirse en un líder tecnológico) se encontrará en problemas.

Adicionalmente, cabe destacar, que la estrategia debe tener continuidad y no puede ser reinventada constantemente. La estrategia tiene que ver con el valor básico que está tratando de entregar a los clientes y con la clase de personas a las que intenta servir. Si no hay continuidad, es difícil para una organización comprender el alcance de la estrategia, tanto como para los clientes entender que representa la empresa.

1.5.13.5. Sobre la productividad de los recursos.

Siempre se ha dicho que existen dos recursos claves en la empresa: el humano y el capital, y es allí donde debe medirse la productividad.

En cuanto al recurso humano, se suelen establecer mediciones sobre su cantidad de producción, si su labor es de carácter manual, o, alternativamente, sobre su conocimiento si su aporte es intelectual, o sobre la calidad y características del servicio que preste, si este es el contenido de su labor.

Por su parte, en cuanto al uso de capital, se puede medir su productividad a través del retorno sobre la inversión o, en los últimos años, con las técnicas y conceptos originados en el “Economic value added”, es decir el retorno económico generado en exceso del que el capital por sí solo sería capaz de producir.

En toda empresa es necesario medir y crear conciencia sobre productividad del recurso humano y del recurso capital, de tal forma que se vuelva parte de la cultura

1.5.13.6. Información sobre innovaciones

La información sobre este tópico es decisiva para la generación de valor. Innovación es progreso, son mejores formas de hacer lo que hacemos, así, ésta habilidad hay que volverla en la principal competencia de la empresa.

La innovación no es invención, aunque una invención es por sí misma una innovación. Existen fuentes de mejoramiento en todos los niveles de la empresa. Normalmente, hay oportunidades de cambio en los productos (lo que hacemos), en los procesos (cómo lo hacemos) o en la estructura de organización (cómo estamos organizados para hacerlo).

A través de la información periódica sobre transformaciones exitosas, es posible crear también una cultura de innovación.

1.5.13.7. Información sobre la distribución y asignación de los recursos escasos

Lo primero es estar seguro de cuáles son los recursos realmente escasos en cada compañía. En unas puede ser la materia prima, en otras los recursos financieros, en algunas más, la tecnología, etc. Dependiendo de cuáles recursos son realmente críticos, se deberá disponer de información sobre su asignación y resultados.

Muchos autores, girando sobre la idea del conocimiento, han resaltado que el recurso más escaso es, precisamente, la gente de conocimiento.

Es decir, gente con capacidad de entender cabalmente los procesos de la empresa y la evolución de su entorno, las necesidades de sus clientes y la competitividad de su compañía en el mercado nacional e internacional. Así, uno de los recursos escasos de mayor significación es la gente estratégica, sobre la cual es necesario medir su resultado y valorar su correcta asignación en los sitios prioritarios de la empresa

Peter Drucker, al referirse a la gente estratégica afirma: “El nombramiento de gente estratégica en puestos claves es tan o más riesgoso que la realización de grandes inversiones de capital”.

El otro factor más escaso suele ser el capital, donde se recomienda un seguimiento riguroso de la asignación del capital a cada proyecto y la medida de su retorno, no sólo de las promesas que se hacen cuando se solicita su asignación, de tal manera que se esté en capacidad de producir una rápida relocalización del mismo cuando no se demuestra apropiadamente su retorno.

1.5.13.8. Información para la toma de decisiones estratégicas

El último tipo de información necesaria para la generación de valor agregado es la información para la toma de decisiones estratégicas, es decir, información para decidir por anticipado sobre cómo construir el futuro. Esta información se refiere al conocimiento extenso del entorno y la competencia, las tendencias de la economía, los avances de la tecnología del negocio, el marco legal donde se desenvuelve la empresa y, lo más importante, un amplio conocimiento sobre las expectativas de largo plazo en la clientela y sus costumbres.

Además, para la toma de decisiones estratégicas se requiere información abundante que permita verificar los hechos que justifican las decisiones, no partir de simples suposiciones

1.5.14. Concepto de productividad

Lo podemos expresar de una forma general y otra más concreta:

“La productividad es ante todo, un estado de la mente. Es una actitud que busca el mejoramiento continuo de todo cuanto existe. Es la convicción de que las cosas se pueden hacer mejor hoy que ayer y mañana, mejor que hoy. Adicionalmente, significa un esfuerzo continuo para adaptar las actividades económicas y sociales al cambio permanente de las situaciones, con la aplicación de nuevas teorías y nuevos métodos (Declarado por Asociación Europea de Centro Nacionales de Productividad – EANPC, 1959). A nivel social la podemos entender así “Productividad significa producir más de lo que se consume, es decir, generar cada vez más riqueza sostenible para distribuir sus beneficios entre quienes han participado en su creación y en la población en general”.

La forma más universal de definirla es:

“Productividad es la relación entre la cantidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados”, la cual se concreta en la siguiente fórmula:

$$Pr oductividad = \frac{Salidas}{Entradas} = \frac{Output}{Input} = \frac{Pr oducción}{Insumos}$$

Fórmula N°1: Productividad global.

Es de anotar que la calidad de las salidas y entradas es un factor preponderante para que el resultado obtenido sea real, por ejemplo, si las unidades que salen de la organización o las que entran (insumos), incluyen defectos, esto afectará el valor de la productividad incrementándola o reduciéndola significativamente. También es importante recalcar que el término salido y entrado involucra bienes o servicios y es por ello que se requiere diferenciar cuando la medición involucra unidades *físicas* o *monetarias* para permitir una adecuada cuantificación.

Alcance del concepto

El famoso economista Paul Krugman ha dicho: “La productividad no es todo...pero a la larga, es casi todo”.

La productividad es mirada como el paradigma de la creación de riqueza. Michael Porter es contundente:

“La riqueza se rige por la productividad o el valor creado por día de trabajo, por dólar de capital invertido o por la unidad de recursos físicos empleados”.

¿Para quién la productividad? Los japoneses sugieren que todos deben beneficiarse de ella.

El Japan Productivity Center lo expresa así:

“Productividad es maximizar el uso de recursos, mano de obra y capital, de forma que bajen los costos, se incremente el mercado, se eleve el empleo y los salarios y aumente el nivel de vida de los trabajadores, propietarios y consumidores”. Allí parece haber más que una definición del concepto, el alcance o visión teleológica.

La productividad la podemos entender a nivel de la empresa, del sector y del país.

Los beneficios se pueden expresar en las instancias que muestra el gráfico N° 19



Gráfico 19: Beneficios de la Productividad²²

Factores que afectan la productividad

Existen un sin número de factores que afectan la productividad, para analizarlos es posible establecer diferentes criterios de clasificación; para Roger G. Schroeder, los factores que afectan la productividad se pueden considerar como internos y externos; entre los internos se incluyen la fuerza de trabajo, los procesos, el producto, la capacidad, inventarios y la calidad, cada uno de los anteriores es posible subdividirlos hasta lograr 22 factores que son descritos en la llamada rueda de la productividad.

Para Norman Gaither y Greg Frazier, plantean un conjunto de variables que afectan la productividad de la mano de obra, recalcando que ella continúa siendo de gran importancia gracias a la orientación de las organizaciones hacia el área de los servicios, además de la influencia de ésta en muchas de las compañías manufactureras.

²² Beneficios de la Productividad (Ballard, 2000)

II. MATERIAL Y METODOS

2.1. Material de Estudio

2.1.1. Población

La población de estudio es el Proyecto Conjunto Residencial Golf Los Andes, Etapa II – Ubicado a la altura del KM.19.5 de la Carretera Central en el cruce de la Alameda Ñaña con Avenida Real, Lurigancho Chosica, Lima – Perú.

El proyecto trata de la edificación de 19 edificios de vivienda de 05 pisos más azotea a construir en Tres Etapas, se proyecta tres tipos de módulos (I, II y III), con 04 departamentos por piso cada uno.

1ª etapa

- Edificios 4-5-6-7-12-13
- Estacionamientos 20 a 47 y 69 a 80
- Cisterna y cámara de bombeo de desagüe.
- Redes de Habilitación Urbana

2ª etapa

- Edificios 1-2-3-8-9-10-11
- Estacionamientos 1 a 19, 48 a 68 y 81 a 87
- Casa Club

3ª etapa

- Edificios 14-15-16-17-18-19
- Estacionamientos 88 a 127

Los departamentos cuentan con un área techada entre 64.94m² y 57.75m² (aprox.), siendo todos de 03 dormitorios, excepto el 5to piso del Módulo I y III de los cuales son de 2 dormitorios y el Modulo II es de 03 dormitorios.

Contando en total con 380 departamentos en total, además cuenta con 127 estacionamientos simples a nivel, bajo la siguiente distribución:

Módulos	N° de Edificios	N° de Pisos	N° Dptos. por Edificio	N° Dptos. Total (3 Dormit)	N° Dptos. Total (2Dormit)	Densidad
Módulo I	01 edificio	5 + Azoteas	20	16	4	92 Hab.
Módulo II	08 edificios	5 + Azoteas	160	160		800 Hab.
Módulo III	10 edificios	5 + Azoteas	200	160	40	920 Hab.
TOTAL	19 edificios	5 + Azoteas		336	44	1812 Hab.

Tabla 5: Distribución del conjunto Residencial Golf Los Andes.²³

2.1.2. Diseño de la Muestra

La muestra se calculó de manera no probabilística, para ellos se escogió la Etapa II de la construcción del proyecto, en el cual se construyó 7 Edificios (Edificios 1-2-3-8-9-10-11), de ellos se tomaron los edificios 8-9 por la consideración de la oportunidad de las fechas; es decir la proximidad de inicio de la construcción y por la homogeneidad del idéntico diseño todos los Edificios.

2.1.3. Diseño de Investigación

El planteamiento del modelo lógico de contrastación, consiste en proponer cómo se va a proceder para demostrar la verdad de la consecuencia lógica. La consecuencia Lógica la determina la contratación de las variables que han sido demostradas en hipótesis en el presente estudio de investigación.

2.2. Métodos y Técnicas

2.2.1. Método

De manera general, los métodos utilizados son:

Método deductivo .

Parte de un marco general de referencia y se va hacia un caso en particular. En la deducción se comparan las características de un caso objeto y fenómenos. En la deducción se realiza un diagnostico que sirve para tomar

²³ Fuente: GLA – Los Portales.

decisiones, por tanto, la definición cobra particular importancia. Si la definición no se realiza pueden sobrevenir muchas confusiones.

Método inductivo

Es el razonamiento que, partiendo de casos particulares, se eleva a conocimientos generales. Este método permite la formación de hipótesis.

2.2.2. Técnica

Se ha Aplicado la Metodología The Last Planner® System (Sistema del Ultimo Planificador) que es una Metodología de Marca Registrada por el Lean Construction Institute (<http://www.leanconstruction.org/training/the-last-planner/>)

Asimismo, se ha aplicado el uso de las Entrevistas de Profundidad que es básicamente una técnica basada en el juego conversacional. Una entrevista es un diálogo, preparado, diseñado y organizado en el que se dan los roles de entrevistado y entrevistador. Estos dos roles, aunque lo parezca en el escenario de la entrevista, no desarrollan posiciones simétricas. Los temas de la conversación son decididos y organizados por el entrevistador (el investigador), mientras que el entrevistado despliega a lo largo de la conversación elementos cognoscitivos (información sobre vivencias y experiencias), creencias (predisposiciones y orientaciones) y deseos (motivaciones y expectativas) en torno a los temas que el entrevistador plantea. La entrevista en profundidad por lo tanto supone una conversación con fines orientados a los objetivos de una investigación social. Es decir, tiene tiempo pero no agenda.

2.2.3. Procedimiento

2.2.3.1. Recolección de información

Primero hemos recaudado los Planos y Planeamiento del conjunto Residencial Golf Los Andes – Etapa II, solicitándoselos al área Técnica de Los Portales, quienes nos entregaron lo solicitado con el V°B° del Jefe de Proyectos el Ingeniero Roberto Flores de Los Santos, Luego hemos pedido su autorización para poder hacer uso de la metodología Last Planner (Ultimo Planificador) en el Edificio 08 y 09 del proyecto la cual fue accedida por El

Residente de MANTTO , El Ingeniero Henry Córdova y el Jefe de Proyectos de Los Portales, El Ingeniero Roberto Flores de Los Santos.

Finalmente realizamos entrevistas de profundidad con los involucrados del proyecto los cuales accedieron a responder cuatro preguntas acerca de la nueva Metodología utilizada en el proyecto.

La recolección de información se ha subsistido a lo largo del proceso productivo en función al tiempo establecido por el presente estudio de investigación. Para mayor información ver panel fotográfico (anexo 18).

2.2.3.2. Procesamiento de información

De la Información tomada por la empresa Los Portales S.A., Comenzamos nuestro trabajo con el Plan Maestro y los Planos de Obra, el primer paso fue realizar una sectorización adecuada para los sujetos de estudio (Los Edificios 08 y 09) en la cual después de revisar los planos de Estructuras, vimos conveniente sectorizar el área a construir en 04 sectores.

Luego de finalizar la sectorización procedimos a evaluar los mejores tramos de tiempo para realizar los LookAhead Planning (Programación Intermedia de Planeamiento), Mano de Obra y Materiales, comenzamos el estudio intentando con 04 y 06 semanas, viendo conveniente realizar la Programación Intermedia de Planeamiento por 04 semanas. Teniendo listas las Programaciones Intermedias de Planeamiento, realizamos el Análisis de Restricciones semana a semana para identificar los posibles problemas a presentarse a lo largo del tiempo de estudio, para ello involucramos a cada miembro del equipo staff de la empresa MANTTO y Los Portales S.A. para que día a día revisen las restricciones encontradas y puedan levantarlas antes del tiempo requerido en obra.

Asimismo, realizamos Planes Semanales en los cuales proyectamos los metrados necesarios a cumplir por día para así poder asegurar la generación de valor en el proyecto en la cual, se confirmó la reducción de tiempo y costo en la ejecución de la construcción del edificio 08 y 09 del conjunto residencial, en esta etapa se hizo seguimiento diario a las cuadrillas involucradas de Acero, Encofrado y Concreto para que así estén al tanto de las actividades a realizar diarias.

Finalmente con las PPC (Partidas Programadas Completadas) encontrados al finalizar las semanas pudimos detectar los problemas más incidentes que se presentaron en el proyecto y así tomar acción sobre ellos.

2.2.3.3. Análisis de la información

Dentro de nuestra investigación encontramos que existen grandes diferencias entre la Programación Tradicional con la Programación Last Planner, vimos que haciendo uso de las herramientas del Sistema Last Planner (Ultimo Planificador) pudimos acortar el tiempo de las partidas de Estructuras de los Edificios 08 y 09 en 35 días siendo la fecha inicial de la partida programada el 12 de Diciembre del 2013, con fecha final el jueves 05 de Marzo del 2014, y la fecha real utilizando las herramientas del Sistema Last Planner (Ultimo Planificador) inició el 01 de Noviembre del 2013 y finalizó 6 de Diciembre del 2013.

Asimismo, encontramos que en términos de Costo Directo y Gastos Generales se obtuvo una reducción del 4.32% siendo un total de 508,871.27 Nuevos Soles Sin Incluir IGV el valor generado en con respecto al Presupuesto Inicial de Obra.

Para poder obtener el plazo final de las partidas de Estructuras de los Edificios 08 y 09, procedimos a comparar el Gantt Inicial de Proyecto (Información brindada por la empresa Los Portales S.A.) y realizamos el Gantt Final de Proyecto (Con la información recopilada en el tiempo de estudio), en ella encontramos que se logró una reducción de 35 días.

Con respecto al Presupuesto final del proyecto, hicimos un comparativo entre el Presupuesto Inicial entregado por la Empresa Los Portales S.A con el presupuesto final real, en ellos pudimos encontrar reducción de 3.34% en Costo Directo relacionado a la ejecución de Obra Gruesa del Edificio 08 y 09 siendo un total de 29,858.94 Nuevo Soles Sin Incluir IGV.

III. RESULTADOS

3.1. Resultados Cualitativos

Estos resultados se obtuvieron por intermedio de las entrevistas a profundidad que se hicieron a los encargados de Producción, Oficina Técnica y Seguridad. Al respecto se encontró que:

3.1.1. Entrevista 01 - Ingeniero Henry Córdova Martínez – Residente de Obra - MANTTO

1. Cuál es tu apreciación acerca de la metodología Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador)
 - a. “Bueno, mi apreciación es que es una metodología bastante práctica para comenzar que se adecua al tipo de proyectos como el que hemos hecho con Los Portales en el cual semanalmente se llevaba una programación con una ventana de 03 semanas que nos ayuda bastante a prever temas logísticos, de recursos humanos y de ingeniería además a prever más que nada para evitar tener el cronograma o proyecto llenos de restricciones”.
2. Que ventajas o que beneficios a podido traer esta Metodología Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador) al proyecto en mención
 - a. “Bueno nos ha permitido tener el proyecto bajo control,... hemos terminado el proyecto a un costo razonable y ha permitido un margen razonable para MANTTO como contratista y ha podido controlar el plazo de la obra, el proyecto se terminó a tiempo...”.
3. Comparando con la Metodología Tradicional que se viene realizando, crees que esta nueva metodología Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador) de la filosofía de construcción Lean Construction (Construcción sin perdidas) se puede implementar tanto en las

Nuevas empresas como MANTTO, Los Portales y otras empresas de construcción.

- a. “Si, por supuesto que sí, dada la bastante demanda de departamentos... que tiene una tipicidad, hay bastante campo para aplicar la Filosofía Last Planner, Básicamente en el proyecto como el que hemos trabajado en GLA (Golf los Andes) la tipicidad ha permitido que hagamos una cadena de trabajo, una producción en serie, esto ha permitido el éxito del proyecto, yo pienso que si es recomendable a cualquier empresa en todo tipo a nivel de construcción”.
4. Que defectos ha encontrado en la implementación del Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador)
 - a. “Como quizá sucede en muchas empresas del tamaño de MANTTO, recién se está avizorando la filosofía Last Planner, esta no está totalmente implementada, es quizá una deficiencia en las empresas del tamaño de MANTTO y similares a ella, Los ingenieros son nuevos los que están tratando de implementar ello, no es conocida ni fija...”.

3.1.2. Entrevista 02 – Ingeniero Roberto Flores de Los Santos – Jefe de Proyecto - LPSA

1. Cuál es tu apreciación acerca de la metodología Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador)
 - a. “Es una metodología que se aplicó en la segunda etapa de la obra y nos dieron unos buenos resultados en el tema de producción, tuvimos ahorros en el tema de uso de encofrados y mano de obra...”.
2. Que ventajas o que beneficios a podido traer esta Metodología Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador) al proyecto en mención
 - a. “Bueno la ventaja principal fue que producimos bastante exigencia en el uso del equipo sobretodo en encofrado inicialmente, luego la especialización en este tipo de trabajo como ya había mencionado... un seguimiento diario en PPC

que se tuvo semanal... análisis de restricciones que se hacía semanal y que previa cualquier riesgo que nos pueda haber sucedido y sobretodo que terminamos la obra en plazo...”.

3. Comparando con la Metodología Tradicional que se viene realizando, crees que esta nueva metodología Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador)de la filosofía de construcción Lean Construction (Construcción sin perdidas) se puede implementar tanto en las Nuevas empresas como MANTTO, Los Portales y otras empresas de construcción.
 - a. “Claro que si el sistema Last Planner (Ultimo Planificador) es beneficioso para todo ámbito de construcción, no veo la imposibilidad de ejecutarla en cualquier tipo de obra...”.
4. Que defectos ha encontrado en la implementación del Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador)
 - a. “...Tema de experiencia de alguna parte del equipo de trabajo, no conocía bien el sistema y al inicio la adaptación fue un poco complicada pero una vez que aprendieron a usar el sistema y nos recuperamos, pero el inicio fue un poco difícil para nuestro personal técnico de obra sino para el personal staff...”.

3.1.3. Entrevista 03 - Técnico Fernando Zorrilla Abad - PDR - LPSA

1. Cuál es tu apreciación acerca de la metodología Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador)
 - a. “Bueno, no conozco muy bien pero se ha visto muchos cambios realmente, y realmente ha sido cambios para una mejoría es algo que no conocíamos esta metodología y nuevamente se podría decir que ha habido bueno con todo lo que se ha estado dando; el lookAhead, los análisis de restricciones y la curva S se ha estado llevando mejor que anteriormente...”.
2. Que ventajas o que beneficios a podido traer esta Metodología Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador)al proyecto en mención

- a. “Bueno, yo creo que hay muchas ventajas, porque anteriormente no se llevaba esta metodología así, sino era como salga el trabajo en cambio ahora es una cosa más planificada, por decir en una distancia de 10 a 15 años se ha notado cambios radicales, las cosas ahora son más planificadas...”.
3. Comparando con la Metodología Tradicional que se viene realizando, crees que esta nueva metodología Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador) de la filosofía de construcción Lean Construction (Construcción sin perdidas) se puede implementar tanto en las Nuevas empresas como MANTTO, Los Portales y otras empresas de construcción.
 - a. “Yo creo que sí, porque es justamente para una mejoría porque ya no se estaría trabajando con algo antiguo, sería algo para mejorar y bueno simplemente queda quizás un poco mayor capacitación para el personal...”.
4. Que defectos ha encontrado en la implementación del Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador)
 - a. “...Quizás falta de capacitaciones, entrenamiento para el personal y poner más en corriente los puntos que se deberían seguir...”.

3.2 Resultados Cuantitativos

3.2.1 Herramientas de Planeamiento

Se utilizaron las diversas Herramientas de “The Last Planner System” (Sistema del Ultimo Planificador).

3.2.1.1 Plan Maestro

Llamado planificación general la cual se desarrolla según los objetivos generales que haya sido planteado en el programa de inicio y se establece las metas del Proyecto. (Cuadro 01)

CRONOGRAMA DEL PORYECTO GOLF LOS ANDES 2DA ETAPA		132	133	134	135	136	-	-	-	137	138	139	140	-	-	141	142	143	144
		09-dic-13	10-dic-13	11-dic-13	12-dic-13	13-dic-13	14-dic-13	15-dic-13	16-dic-13	17-dic-13	18-dic-13	19-dic-13	20-dic-13	21-dic-13	22-dic-13	23-dic-13	24-dic-13	25-dic-13	26-dic-13
		Diciembre																	
TREN SUBESTRUCTURA		lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue
		09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
17	TREN ESTRUCTURA																		
18	Trazar muros				E09P1S1	E09P1S2										E9P2S1	E9P2S2		
19	Colocar acero vertical y horizontal				E09P1S1	E09P1S1				E09P1S2							E9P2S1	E9P2S2	
20	Instalaciones en muros - IISS				E09P1S1	E09P1S1				E09P1S2							E9P2S1	E9P2S2	
21	Instalaciones en muros - IIEE				E09P1S1	E09P1S1				E09P1S2							E9P2S1	E9P2S2	
22	Encofrado de muros									E09P1S1	E09P1S2							E9P2S1	E9P2S2
23	Encofrado de losa (inc friso)									E09P1S1	E09P1S2							E9P2S1	E9P2S2
24	Acero de losa									E09P1S1	E09P1S2							E9P2S1	E9P2S2
26	Instalaciones en losa - IISS									E09P1S1	E09P1S2							E9P2S1	E9P2S2
27	Instalaciones en losa - IIEE									E09P1S1	E09P1S2							E9P2S1	E9P2S2
28	Vaciado de losa y Muro										E09P1S1	E09P1S2							
29	Curado de losa y Muro											E09P1S1	E09P1S2						
30	TREN ARQUITECTURA (Acabados humedos)															E09P1S2			
31	Picado de Losa (Empalme de ambientes)																		
32	Curado de Losa y Muro																		
33	Limpieza y Nivelación de Cajas Rectangulares y Octogonales II.EE.																		

Cuadro 01: Plan Maestro de Obra - Propuesta Inicial (Vista Parcial).²⁴

Para mejor visualización del Plan Maestro de la Obra Inicial ver Anexo 1.

²⁴ Fuente: Residencial Golf Los Andes – Los Portales.

En el Cuadro 02 se visualiza el Plan Maestro de Obra con el que se ejecutó el proyecto, en la cual se establecieron metas y se colocaron fechas a los objetos planteados.

CRONOGRAMA ETAPA 2 - POR EDIFICIOS																			
OBRA GOLF LOS ANDES																			
DESCRIPCION	04-nov-13	05-nov-13	06-nov-13	07-nov-13	08-nov-13	09-nov-13	10-nov-13	11-nov-13	12-nov-13	13-nov-13	14-nov-13	15-nov-13	16-nov-13	17-nov-13	18-nov-13	19-nov-13	20-nov-13	21-nov-13	
	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	
	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	
Concreto de platea y cimientos																			
<i>Curado de platea de cimentación</i>																			
CASCO MODULO III (EDIFICIO "2,3"), MODULO I (EDIFICIO "1")																			
MODULO II (EDIFICIO "10,11"), MODULO II (EDIFICIO "8,9")																			
<i>Trazo de muros</i>	9.8-P1-S2	9.8-P1-S3	9.8-P1-S4	9.8-P2-S1	9.8-P2-S2			9.8-P2-S3	9.8-P2-S4	9.8-P3-S1	9.8-P3-S2	9.8-P3-S3			9.8-P3-S4	9.8-P4-S1	9.8-P4-S2	9.8-P4-S3	
<i>Acero de muros</i>	9.8-P1-S1	9.8-P1-S2	9.8-P1-S3	9.8-P1-S4	9.8-P2-S1			9.8-P2-S2	9.8-P2-S3	9.8-P2-S4	9.8-P3-S1	9.8-P3-S2			9.8-P3-S3	9.8-P3-S4	9.8-P4-S1	9.8-P4-S2	
<i>IISS en muros</i>		9.8-P1-S1	9.8-P1-S2	9.8-P1-S3	9.8-P1-S4			9.8-P2-S1	9.8-P2-S2	9.8-P2-S3	9.8-P2-S4	9.8-P3-S1			9.8-P3-S2	9.8-P3-S3	9.8-P3-S4	9.8-P4-S1	
<i>IIEE en muros</i>			9.8-P1-S1	9.8-P1-S2	9.8-P1-S3			9.8-P1-S4	9.8-P2-S1	9.8-P2-S2	9.8-P2-S3	9.8-P2-S4			9.8-P3-S1	9.8-P3-S2	9.8-P3-S3	9.8-P3-S4	
<i>Encofrado de muros y losas (instalaciones en losas)</i>	11.10-P5-S4			9.8-P1-S1	9.8-P1-S2			9.8-P1-S3	9.8-P1-S4	9.8-P2-S1	9.8-P2-S2	9.8-P2-S3			9.8-P2-S4	9.8-P3-S1	9.8-P3-S2	9.8-P3-S3	
Concreto en muros y losas	11.10-P5-S4			9.8-P1-S1	9.8-P1-S2			9.8-P1-S3	9.8-P1-S4	9.8-P2-S1	9.8-P2-S2	9.8-P2-S3			9.8-P2-S4	9.8-P3-S1	9.8-P3-S2	9.8-P3-S3	
<i>Curado de muros y losas</i>	11.10-P5-S3	11.10-P5-S4			9.8-P1-S1			9.8-P1-S2	9.8-P1-S3	9.8-P1-S4	9.8-P2-S1	9.8-P2-S2			9.8-P2-S3	9.8-P2-S4	9.8-P3-S1	9.8-P3-S2	

Cuadro 02: Plan Maestro de Obra Ejecutado (Vista Parcial).²⁵

Para mejor visualización del Plan Maestro de la Obra Final ver Anexo 2.

²⁵ Fuente: Residencial Golf Los Andes – Los Portales.

3.2.1.2 Plano del Proyecto

Los Planos del Proyecto, son la representación esquemática a una cierta escala de la construcción del Conjunto residencial Golf Los Andes, en la cual se representa la distribución de las etapas del proyecto.

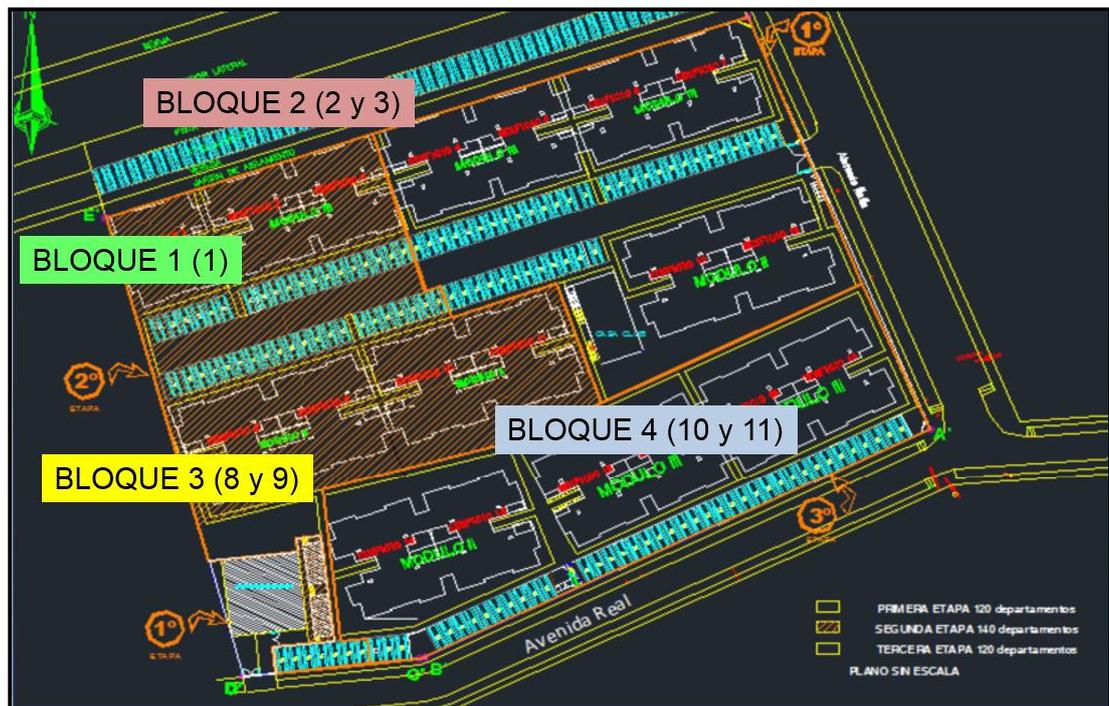


Gráfico 20: Plano de Proyecto, Etapa II.²⁶

Para mejor visualización del Plano del Proyecto, Etapa II ver anexo 3.

²⁶ Fuente: Residencial Golf Los Andes – Los Portales.

En los Planos de Estructuras se detalla las secciones, espesor, material, y el armado de cada uno de los elementos estructurales del edificio 08 y 09 del Conjunto Residencial Golf Los Andes etapa II

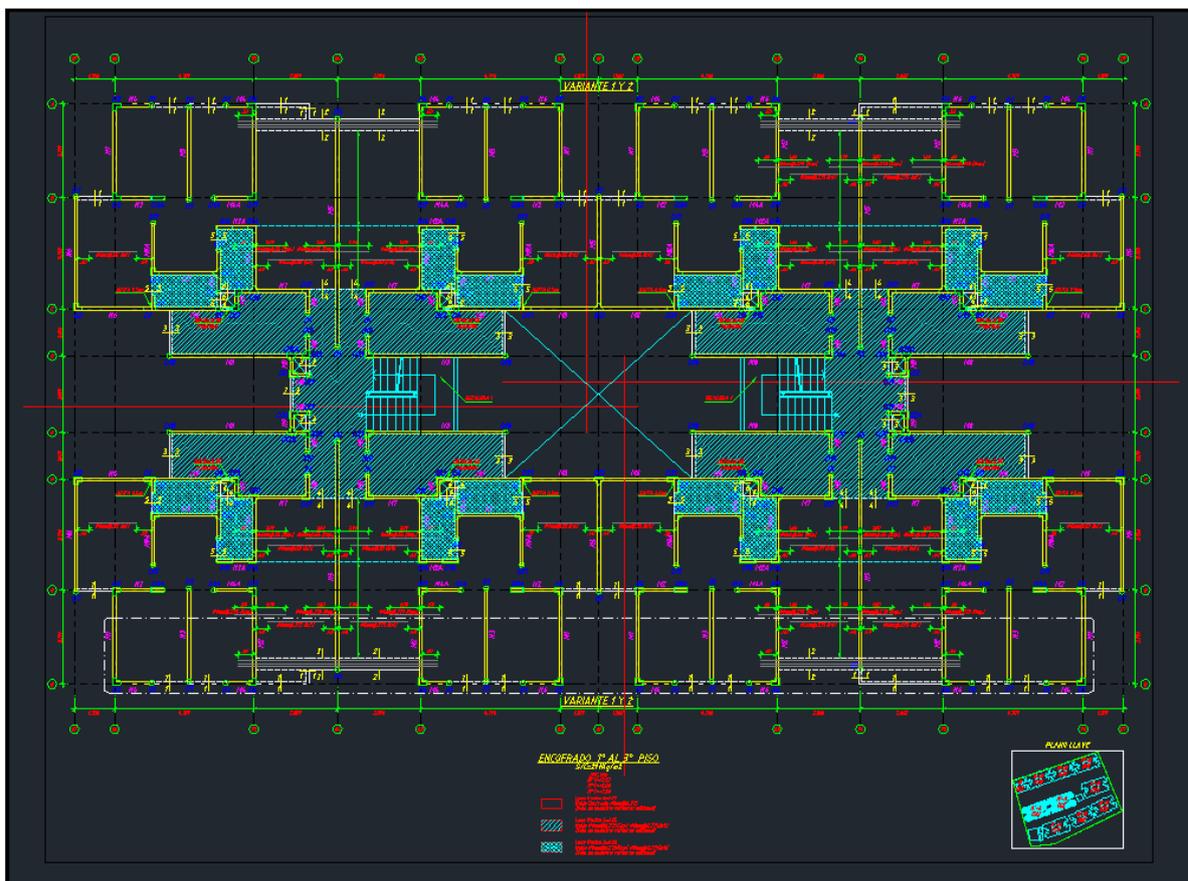


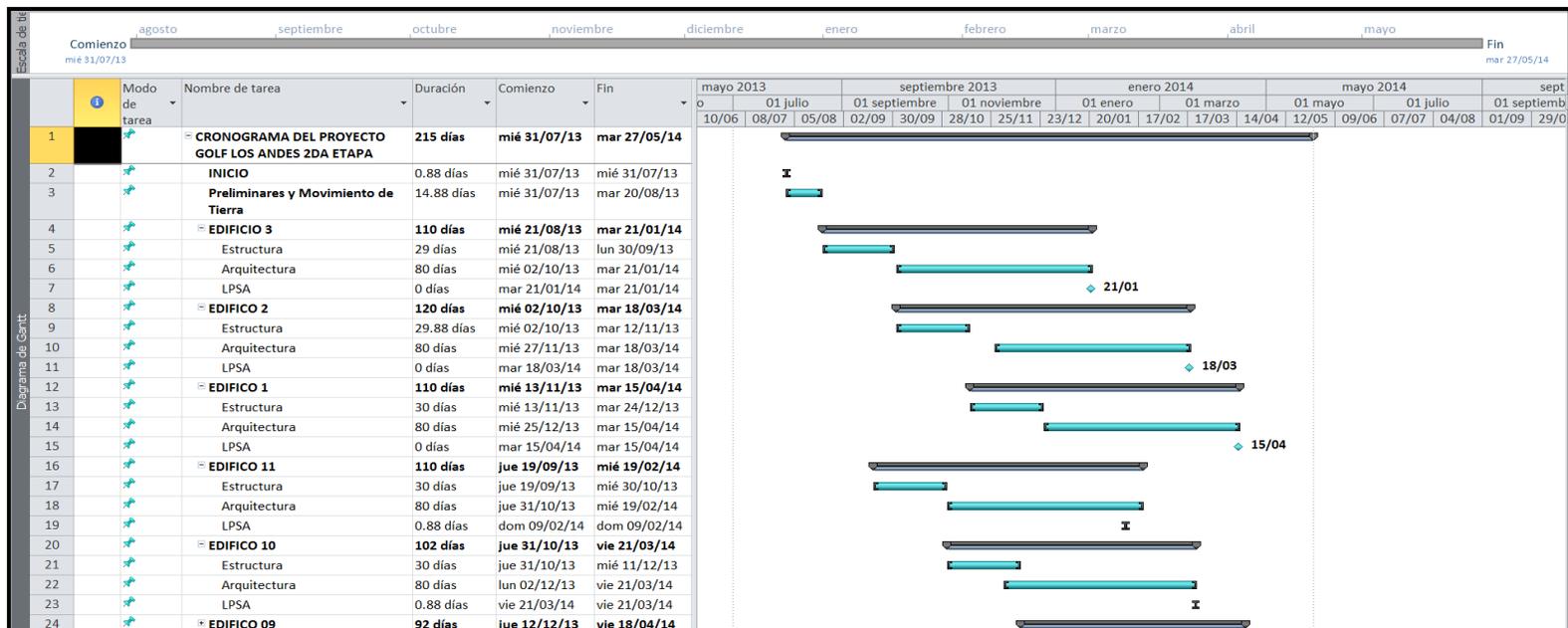
Gráfico 21: Plano de Estructuras Edificio 08 y 09, Etapa II.²⁷

Para mejor visualización del Plano de Estructuras Edificio 08 y 09, Etapa II
Ver anexo 4.

²⁷ Fuente: Residencial Golf Los Andes – Los Portales.

3.2.1.3 Hitos de Obra

Consiste en Plantear los hitos que se requiere para cumplir con los objetivos propuestos. Aquí se exponen el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades y se hace la programación para todo el Proyecto

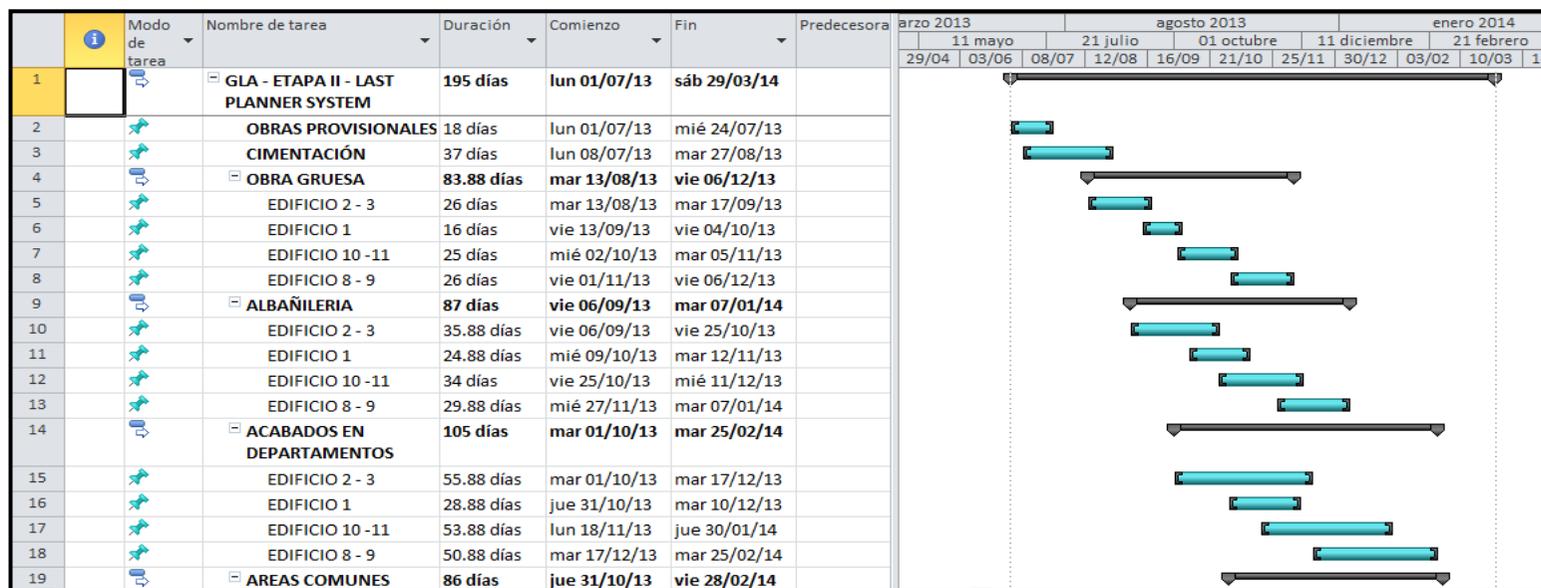


Cuadro 03: Gantt de Obra - Propuesta Inicial (Vista Parcial).²⁸

Para mejor visualización del Cuadro de Gantt de Obra Inicial. Ver Anexo 5

²⁸ Fuente: Residencial Golf Los Andes – Los Portales.

En el diagramas de Gantt se representan de forma muy clara las distintas fases de un proceso, de manera ordenada y en forma graficas (Barras horizontes), permitiendo planificar y programar las distintas fases del Proyecto Residencial Golf Los Andes – Etapa II.



Cuadro 04: Gantt de Obra Ejecutado (Vista Parcial).²⁹

Para mejor visualización del Cuadro de Gantt de Obra Final. Ver Anexo 6

²⁹ Fuente Propia.

3.2.1.4 Costo Directo e Indirecto

En el cuadro 05 se hace mención a los costos que iba abarcar el proyecto en la Propuesta Inicial planteada.

01.00	OBRAS PRELIMINARES Y TRABAJOS PROVISIONALES			307,703.38	307,703.38
	Obras Preliminares	1	226,132.10	226,132.10	
	Transporte Vertical	1	81,571.28	81,571.28	
	SSOMA		Considerado en GG		
02.00	EDIFICACION				7,315,723.85
02.01	OBRÁ GRUESA			2,986,928.21	
	Modulo I (Edif 1)	1	400,650.27	400,650.27	
	Modulo III (Edif 2, 3)	1	737,393.63	737,393.63	
	Modulo II (8, 9)	1	894,142.13	894,142.13	
	Modulo II (10, 11)	1	894,142.13	894,142.13	
02.02	ARQUITECTURA			2,940,186.63	
	Modulo I (Edif 1)	1	442,181.25	442,181.25	
	Modulo III (Edif 2, 3)	1	851,393.32	851,393.32	
	Modulo II (8, 9)	1	823,006.06	823,006.06	
	Modulo II (10, 11)	1	823,006.06	823,006.06	
02.03	INSTALACIONES ELECTRICAS			872,039.62	
	Modulo I (Edif 1)	1	141,364.78	141,364.78	
	Modulo III (Edif 2, 3)	1	244,376.71	244,376.71	
	Modulo II (8, 9)	1	243,149.07	243,149.07	
	Modulo II (10, 11)	1	243,149.07	243,149.07	
02.04	INSTALACIONES SANITARIAS			516,569.33	
	Modulo I (Edif 1)	1	76,536.50	76,536.50	
	Modulo III (Edif 2, 3)	1	145,135.92	145,135.92	
	Modulo II (8, 9)	1	147,448.45	147,448.45	
	Modulo II (10, 11)	1	147,448.45	147,448.45	
03.00	OBRAS EXTERIORES PAVIMENTOS, E	1	248,477.39	248,477.39	248,477.39
04.00	OBRAS EXTERIORES DE INSTALACION	1	182,283.94	182,283.94	182,283.94
	RIESGO SINDICAL (PAZ LABORAL)				13,930.56
	COSTO DIRECTO			S/. 8,068,131.12	
	GASTOS GENERALES				1,346,543.85
	UTILIDAD	7.0%			564,763.18
	SUB TOTAL				3,373,450.15
	IGV	18.0%			1,796,301.03
	TOTAL			S/. 11,775,751.18	

Cuadro 05: Presupuesto Inicial de Obra - Propuesta Inicial (Vista Parcial).³⁰

Para mejor visualización del Presupuesto Inicial de Obra y Detalle. Ver anexo 7.

³⁰ Fuente: Residencial Golf Los Andes – Los Portales.

El Cuadro 06 corresponde los costos con el que fue ejecutado el Proyecto Residencial Golf Los Andes – Etapa II.

01.00	OBRAS PRELIMINARES Y TRABAJOS PROVISIONALES		270,270.96	270,270.96
	Obras Preliminares	1	188,633.68	188,633.68
	Transporte Vertical	1	81,577.28	81,577.28
	SSOMA		Considerado en GG	
02.00	EDIFICACION			7,115,164.73
02.01	OBRA GRUESA			2,816,159.80
	Modulo I (Edif 1)	1	382,338.40	382,338.40
	Modulo III (Edif 2, 3)	1	726,343.57	726,343.57
	Modulo II (8, 9)	1	853,408.92	853,408.92
	Modulo II (10, 11)	1	853,408.92	853,408.92
02.02	ARQUITECTURA			2,910,395.98
	Modulo I (Edif 1)	1	422,037.44	422,037.44
	Modulo III (Edif 2, 3)	1	813,180.22	813,180.22
	Modulo II (8, 9)	1	837,589.16	837,589.16
	Modulo II (10, 11)	1	837,589.16	837,589.16
02.03	INSTALACIONES ELECTRICAS			872,039.62
	Modulo I (Edif 1)	1	141,364.78	141,364.78
	Modulo III (Edif 2, 3)	1	244,376.71	244,376.71
	Modulo II (8, 9)	1	243,149.07	243,149.07
	Modulo II (10, 11)	1	243,149.07	243,149.07
02.04	INSTALACIONES SANITARIAS			516,569.33
	Modulo I (Edif 1)	1	76,536.50	76,536.50
	Modulo III (Edif 2, 3)	1	145,135.92	145,135.92
	Modulo II (8, 9)	1	147,448.45	147,448.45
	Modulo II (10, 11)	1	147,448.45	147,448.45
03.00	OBRAS EXTERIORES PAVIMENTOS, E	1	248,477.39	248,477.39
04.00	OBRAS EXTERIORES DE INSTALACION	1	182,289.94	182,289.94
	RIESGO SINDICAL (PAZ LABORAL)			13,930.56
	COSTO DIRECTO			S/. 7,830,133.58
	GASTOS GENERALES			1,146,689.44
	UTILIDAD	7.0%		548,109.35
	SUB TOTAL			9,524,932.37
	IGV	18.0%		1,714,487.83
	TOTAL			S/. 11,239,420.20

Cuadro 06: Presupuesto de Obra Ejecutado (Vista Parcial).³¹

Para mejor visualización del Presupuesto Final de Obra y Detalle. Ver anexo 8.

³¹ Fuente: Residencial Golf Los Andes – Los Portales.

3.2.1.5 Análisis de Precios Unitarios

Comprende el costo de las actividades por unidad de medida escogida. En la cual está compuesta por una valorización de materiales, mano de obra, equipo y herramientas.

Análisis de precios unitarios Estructuras Edificio 08 y 09						
Partida	01.05.01.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS (tipo fuerza)			Costo unitario directo por : m2		22.65
Rendimiento	m2/DI/	MO. 26.0000	EQ. 26.0000			
Código	Descripción Recurso	Unida	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0308	21.23	0.65
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3077	17.69	5.44
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3077	15.20	4.68
						10.77
Equipos						
03903900010004	CONSUMIBLES PARA ENCOFRADO	m2		1.0000	7.69	7.69
						7.69
Subcontratos						
04030500650005	SC ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PLACAS SISTEMA FORZA	m2		1.0000	4.19	4.19
						4.19
Partida	01.05.01.02 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60			Costo unitario directo por : kg		3.67
Rendimiento	kg/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000			
Código	Descripción Recurso	Unida	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0029	21.23	0.06
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0286	17.69	0.51
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0286	15.20	0.43
						1.00
Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0500	3.88	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO ASTM A615 GRADO 60	kg		1.0400	2.35	2.44
						2.63
Equipos						
0390010003	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.00	0.03
						0.03
Partida	01.05.01.03 CONCRETO PREMEZCLADO PLACAS f'c= 175 kg/cm2			Costo unitario directo por : m3		284.17
Rendimiento	m3/DI/	MO. 50.0000	EQ. 50.0000			

Cuadro 07: Análisis de precio unitario - Propuesta Inicial (Vista Parcial).³²

Para mejor visualización del Presupuesto Inicial de Obra y Detalle. Ver anexo 9.

³² Fuente: Residencial Golf Los Andes – Los Portales.

El Cuadro 08 corresponde el análisis de Precios unitarios con el que fue ejecutado las partidas de estructuras del edificio 08 y 09 del Proyecto Residencial Golf Los Andes – Etapa II.

Análisis de precios unitarios Estructuras Edificio 08 y 09						
Partida	01.05.01.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS (tipo fuerza)					
Rendimiento	m²/DI	MO. 26.0000	EQ. 26.0000	Costo unitario directo por : m ²		21.61
Código	Descripción Recurso	Unida	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0308	20.26	0.62
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3077	16.88	5.19
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3077	14.51	4.46
						10.27
Equipos						
03903800010004	CONSUMIBLES PARA ENCOFRADO	m ²		1.0000	7.34	7.34
						7.34
Subcontratos						
04030500650005	SC ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PLACAS SISTEMA FORZA	m ²		1.0000	4.00	4.00
						4.00
Partida	01.05.01.02 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm² GRADO 60					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por : kg		3.59
Código	Descripción Recurso	Unida	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0029	20.26	0.06
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0286	16.88	0.48
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0286	14.51	0.41
						0.95
Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCCIDO N° 16	kg		0.0500	3.88	0.19
0204030001	ACERO CORRUGADO ASTM A615 GRADO 60	kg		1.0300	2.35	2.42
						2.61
Equipos						
0390010003	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.95	0.03
						0.03
Partida	01.05.01.03 CONCRETO PREMEZCLADO PLACAS f'c= 175 kg/cm²					
Rendimiento	m³/DI	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m ³		279.22

Cuadro 08: Análisis de precio unitario - Ejecutado (Vista Parcial).³³

Para mejor visualización del Presupuesto Inicial de Obra y Detalle. Ver anexo 10.

³³ Fuente Propia

3.2.1.6 Planos de Sectorización

Gráfico 22 muestra la distribución con la que fue sectorizado por Piso los Edificios 08 y 09 de la residencial Gold Los Andes – Etapa II.

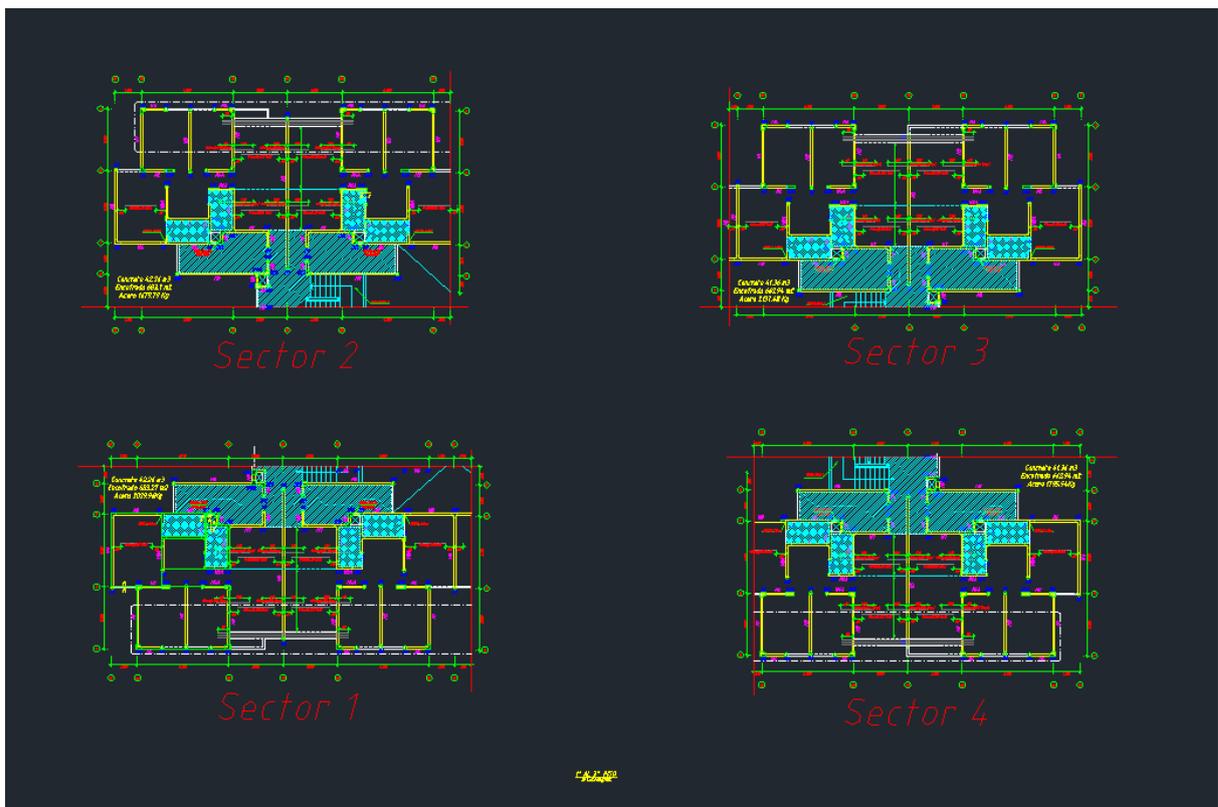


Gráfico 22: Plano de Sectorización de los Edificios 08 y 09, Etapa II.³⁴

Para mejor visualización del Plano de Sectorización del Edificio 08 y 09. Ver anexo 11.

³⁴ Fuente: Residencial Golf Los Andes – Los Portales.

3.2.1.7 LookAhead Planning.

Habilitación y Colocación de Acero x Piso											
Piso 1,2,3 y 4											
Acero Sector 1					Acero Sector 2			Acero Sector 3			
Metrado	1,679.79				Metrado	2137.48				Metrado	2029.96
Redimiento	280				Redimiento	280				Redimiento	280
Duración días	6.00				Duración dí	7.63				Duración dí	7.25
Cuadrilla	6				Cuadrilla	7				Cuadrilla	7
Duración meta	1.00				Duración m	1.09				Duración m	1.04
Cap	Op	Of		Cap	Op	Of		Cap	Op		
0.1	1	1		0.1	1	1		0.1	1		
0.6	6	6	13	0.6	6	6	13	0.6	6		
Piso 5											
Acero Sector 1					Acero Sector 2			Acero Sector 3			
Metrado	1,602.67				Metrado	1760.79				Metrado	1653.27
Redimiento	280				Redimiento	280				Redimiento	280
Duración días	5.72				Duración dí	6.29				Duración dí	5.90
Cuadrilla	6				Cuadrilla	6				Cuadrilla	6
Duración meta	0.95				Duración m	1.05				Duración m	0.98
Cap	Op	Of		Cap	Op	Of		Cap	Op		
0.1	1	1		0.1	1	1		0.1	1		
0.6	6	6	13	0.6	6	6	13	0.6	6		
Encofrados											
Piso 1											
Encofrados Sector 1					Encofrados Sector 2			Encofrados Sector 3			
Metrado	683.27				Metrado	662.94				Metrado	683.27
Redimiento	26				Redimiento	26				Redimiento	26
Duración días	26.28				Duración dí	25.50				Duración dí	26.28
Cuadrilla	26				Cuadrilla	25				Cuadrilla	26
Duración meta	1.01				Duración m	1.02				Duración m	1.01
Cap	Op	Of		Cap	Op	Of		Cap	Op		
0.1	1	1		0.1	1	1		0.1	1		
2.6	26	26	55	2.6	26	26	55	2.6	26		
Piso 2,3 y 4											
Encofrados Sector 1					Encofrados Sector 2			Encofrados Sector 3			
Metrado	662				Metrado	686.55				Metrado	662.50
Redimiento	26				Redimiento	26				Redimiento	26
Duración días	25.46				Duración dí	26.41				Duración dí	25.48
Cuadrilla	25				Cuadrilla	25				Cuadrilla	25
Duración meta	1.02				Duración m	1.06				Duración m	1.02
Cap	Op	Of		Cap	Op	Of		Cap	Op		
0.1	1	1		0.1	1	1		0.1	1		
2.6	26	26	55	2.6	26	26	55	2.6	26		

Cuadro 09: Cuadro de Rendimientos (Vista Parcial).³⁵

Para mejor visualización del Plano del Cuadro de Rendimiento. Ver anexo 12.

³⁵ Fuente Propia.

Los LookAhead de producción (cuadro 08) son una programación intermedia, la cual puede variar desde 4-5 Semanas hasta 15-16 semanas, dependiendo del horizonte de tiempo más conveniente para el Proyecto. De este modo, el programa intermedio define lo que se “puede” hacer en el periodo de tiempo que abarca.

ITEM	ACTIVIDADES EDIFICIO 8-9 (40 DPTOS)	Und	Metrado	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	
				04-nov-13	05-nov-13	06-nov-13	07-nov-13	08-nov-13	09-nov-13	10-nov-13	11-nov-13	12-nov-13	13-nov-13	14-nov-13	
				62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	
03.02.46	Habilitación y Colocación de Acero en Escaleras	kg	1242.85												
03.02.47	Encofrado de Escaleras	m2	190.84												
03.02.48	Vaciado de Concreto en Escaleras	m3	19.38												
03.02.10	PISO 1														
03.02.11	S1														
03.02.12	Habilitación y Colocación de Acero	kg	1679.79	1679.79											
03.02.13	IIEE en muros				P1E8.9										
03.02.14	IIEE en muros					P1E8.9									
03.02.15	Encofrado	m2	683.27				683.27								
03.02.16	Vaciado de Concreto	m3	42.26				42.26								
03.02.17	Curado de muros y losas	m2	314.09					314.09							
03.02.25	S2														
03.02.26	Habilitación y Colocación de Acero	kg	2137.48		2137.48										
03.02.27	IIEE en muros					P1E8.9									
03.02.28	IIEE en muros						P1E8.9								
03.02.29	Encofrado	m2	662.94					662.94							
03.02.30	Vaciado de Concreto	m3	41.36					41.36							
03.02.31	Curado de muros y losas	m2	314.09								314.09				
03.02.39	S3														
03.02.40	Habilitación y Colocación de Acero	kg	2029.96			2029.96									
03.02.41	IIEE en muros						P1E8.9								
03.02.42	IIEE en muros							P1E8.9							
03.02.43	Encofrado	m2	683.27								683.27				
03.02.44	Vaciado de Concreto	m3	42.26								42.26				
03.02.45	Curado de muros y losas	m2	314.09									314.09			
03.02.46	Habilitación y Colocación de Acero en Escaleras	kg	158.96								158.96				
03.02.47	Encofrado de Escaleras	m2	23.42								23.42				
03.02.48	Vaciado de Concreto en Escaleras	m3	2.64								2.64				
03.02.53	S4														
03.02.54	Habilitación y Colocación de Acero	kg	1795.54				1795.54								
03.02.55	IIEE en muros							P1E8.9							
03.02.56	IIEE en muros									P1E8.9					
03.02.57	Encofrado	m2	662.94								662.94				
03.02.58	Vaciado de Concreto	m3	41.36								41.36				

Cuadro 10: LookAhead Planning, Planeamiento (Vista Parcial).³⁶

Para mejor visualización del Cuadro de LookAhead Planning. Ver anexo 13.

³⁶ Fuente Propia.

Los LookAhead de materiales (Cuadro 09) corresponden a la programación intermedia de producción, por la cual también se programan cada cuatro semanas y estos nos muestran las cantidades de consumo en materiales para cada partida según el metrado programado en el LookAhead de producción

Actividades	Und	Metrado	Principales Recursos	Un d	Cantida d	Semana 1 - En Tránsito											
						Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu				
						4/H	5/H	6/H	7/H	8/H	9/H	10/H	11/H				
S1 Habilitación y Colocación de Acero	kg	1679.79	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16 ACERO CORRUGADO ASTM A815 GRADO 60	Kg Kg	0.0500 1.0400	83.39 1746.38											
IIS en muros IIEE en muros Encofrado	m2	683.27	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8 CLAVOS PIMADERA C/C DE 3" CLAVOS PIMADERA C/C DE 4" MADERA TORNILLO	kg kg kg p2	0.2600 0.1000 0.1000 2.3000				177.65 68.33 68.33								
Vaciado de Concreto	m3	42.26	CONCRETO PPREMEZCLADO	m3	1.0350				43.74								
Curado de muros y losas S2 Habilitación y Colocación de Acero	m2 kg	314.09 2137.48	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16 ACERO CORRUGADO ASTM A815 GRADO 60	Kg Kg	0.0500 1.0400		106.87 2222.38										
IIS en muros IIEE en muros Encofrado	m2	662.94	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8 CLAVOS PIMADERA C/C DE 3" CLAVOS PIMADERA C/C DE 4" MADERA TORNILLO	kg kg kg p2	0.2600 0.1000 0.1000 2.3000				172.36 66.234 66.234								
Vaciado de Concreto	m3	41.36	CONCRETO PPREMEZCLADO	m3	1.0350				42.81								
Curado de muros y losas S3 Habilitación y Colocación de Acero	m2 kg	314.09 2029.96	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16 ACERO CORRUGADO ASTM A815 GRADO 60	Kg Kg	0.0500 1.0400			101 2111									
IIS en muros IIEE en muros Encofrado	m2	683.27	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8 CLAVOS PIMADERA C/C DE 3" CLAVOS PIMADERA C/C DE 4" MADERA TORNILLO	kg kg kg p2	0.2600 0.1000 0.1000 2.3000											177.65 68.33 68.33	
Vaciado de Concreto	m3	42.26	CONCRETO PPREMEZCLADO	m3	1.0350				43.74								
Curado de muros y losas Habilitación y Colocación de Acero en Escaleras	m2 kg	314.09 158.96	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16 ACERO CORRUGADO ASTM A815 GRADO 60	Kg Kg	0.0500 1.0400												7.95 165.32
Encofrado de Escaleras	m2	23.42	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8 CLAVOS PIMADERA C/C DE 3" CLAVOS PIMADERA C/C DE 4" MADERA TORNILLO	kg kg kg p2	0.1000 0.0500 0.0500 2.2000											2.34 1.17	
Vaciado de Concreto en Escaleras	m3	2.64															51.52

Cuadro 11: LookAhead Planning, Materiales (Vista Parcial).³⁷

Para mejor visualización del Cuadro de LookAhead Planning, Materiales. Ver anexo 14.

³⁷ Fuente Propia.

Los LookAhead de Mano (Cuadro 10) también se programa cada cuatro semanas y en estos nos muestran la cantidad de cuadrillas o personal necesario para realizar determinada actividad. (Ver anexo 13)

Actividades	Und	Metrado	Mano de Obra	Und	Cuadrilla Meta	Cuadrilla Real	Cantidad	Semana 1 - En Transito														
								Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma						
								4/11	5/11	6/11	7/11	8/11	9/11	10/11	11/11	12/11						
S1																						
Habilitación y Colocación de Acero	kg	1679.79																				
			Capataz	Hh	0.1000	0.6089	0.0029	4.87														
			Operario	Hh	1.0000	6.0052	0.0286	48.04														
			Oficial	Hh	1.0000	6.0052	0.0286	48.04														
IISS en muros IIEE en muros Encofrado	m2	683.27																				
			Capataz	Hh	0.1000	2.6306	0.0308															
			Operario	Hh	1.0000	26.2803	0.3077															
			Oficial	Hh	1.0000	26.2803	0.3077															
Vaciado de Concreto	m3	42.26																				
			Capataz	Hh	0.1000	0.0845	0.0160															
			Operario	Hh	2.0000	1.6904	0.3200															
			Oficial	Hh	2.0000	1.6904	0.3200															
			Peon	Hh	4.0000	3.3808	0.6400															
Curado de muros y losas	m2	314.09																				
			Capataz	Hh	0.1000	0.2630	0.0067															
			Peon	Hh	1.0000	2.6187	0.0667															
S2																						
Habilitación y Colocación de Acero	kg	2137.48																				
			Capataz	Hh	0.1000	0.7748	0.0029	6.20														
			Operario	Hh	1.0000	7.6415	0.0286	61.13														
			Oficial	Hh	1.0000	7.6415	0.0286	61.13														
IISS en muros IIEE en muros Encofrado	m2	662.94																				
			Capataz	Hh	0.1000	2.5523	0.0308															
			Operario	Hh	1.0000	25.4983	0.3077															
			Oficial	Hh	1.0000	25.4983	0.3077															
Vaciado de Concreto	m3	41.36																				
			Capataz	Hh	0.1000	0.0827	0.0160															
			Operario	Hh	2.0000	1.6544	0.3200															
			Oficial	Hh	2.0000	1.6544	0.3200															
			Peon	Hh	4.0000	3.3088	0.6400															
Curado de muros y losas	m2	314.09																				
			Capataz	Hh	0.1000	0.2630	0.0067															
			Peon	Hh	1.0000	2.6187	0.0667															

Cuadro 12: LookAhead Planning, Mano de Obra (Vista Parcial).³⁸

Para mejor visualización del Cuadro de LookAhead Planning, Mano de Obra. Ver anexo 15

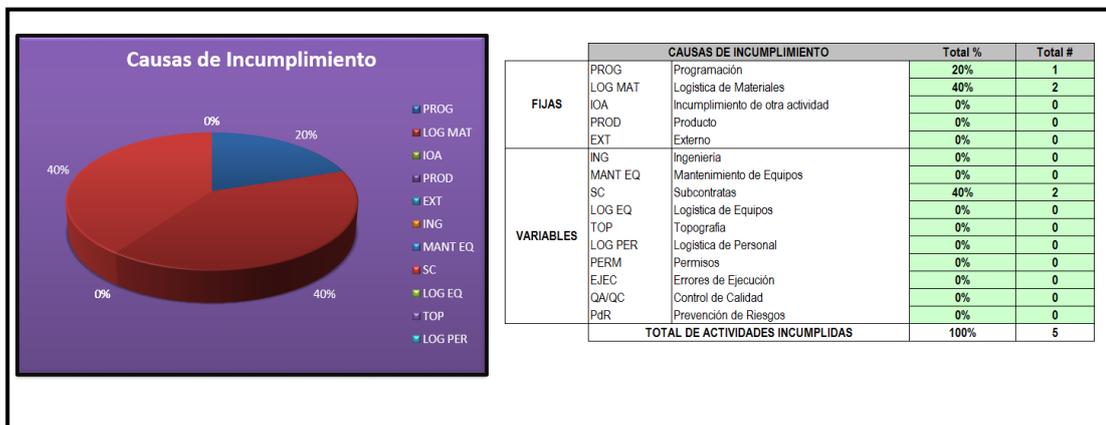
³⁸ Fuente Propia.

3.2.1.8 Plan Semanal y PPC

El plan semanal se programa siguiendo la programación establecida en el LookAhead de producción del cual se tiene los avances semanales para cada partida.

En el plan semanal se muestra los metrados a ejecutar día a día durante la semana para cada partida (Cuadro 12).

	ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO					
	Prog	Cump.	%	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
EDIFICACIONES						
ESTRUCTURAS	-	0				
EDIFICIO 6 y 9	-	0				
Habilitación y Colocación de Acero	-	0				
IIES en muros	-	0				
IIEE en muros	-	0				
Encofrado	-	0				
Vaciado de Concreto	-	0				
Curado de muro y Losas	-	0				
Habilitación y Colocación de Acero en Escaleras	-	0				
Encofrado de Escaleras	-	0				
Vaciado de Concreto en Escaleras	-	0				
PISO 1	-	0				
S1	-	0				
Habilitación y Colocación de Acero	1.00	1	100%			
IIES en muros	1.00	1	100%			
IIEE en muros	1.00	1	100%			
Encofrado	1.00	1	100%			
Vaciado de Concreto	1.00	1	100%			
Curado de muros y losas	1.00	0	0%	LOG MAT	Falla llegar el Aditivo Curador - Se usó Agua temporalmente	Se hizo seguimiento con el Área de Logística
S2	-	0				
Habilitación y Colocación de Acero	1.00	1	100%			
IIES en muros	1.00	1	100%			
IIEE en muros	1.00	1	100%			
Encofrado	1.00	1	100%			
Vaciado de Concreto	1.00	1	100%			
Curado de muros y losas	-	0				
S3	-	0				
Habilitación y Colocación de Acero	1.00	1	100%			



Cuadro 14: Plan Semanal y PPC (Vista Parcial).⁴⁰

Para mejor visualización el Cuadro del Plan Semanal. Ver anexo 17

⁴⁰ Fuente Propia.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la obra Conjunto Residencial Golf Los Andes - Etapa II, planteamos el sistema del último planificador como control de obra, en la cual se propuso plantear el seguimiento y el correcto manejo de obra, basándose en la elaboración de la Programación Intermedia de materiales, Programación Intermedia de producción, análisis de riesgo y la elaboración del plan semanal. Este sistema nos permitió un mejor control y seguimiento de la obra.

En las entrevistas Planteadas, vemos los diversos puntos de vista de los involucrados, opiniones diversas desde el Residente del Obra hasta el Jefe de Seguridad del proyecto en mención. Se notó un cambio en la perspectiva del equipo de ejecución al haber cambiado de una construcción tradicional en la cual no se llevaba un buen orden y control del proyecto; por una construcción ordenada y organizada por medio de la filosofía de trabajo de Last Planner System (Sistema del último Planificador).

Asimismo, vemos la iniciativa del equipo de ejecución por aprender más acerca de este sistema y por incentivar a las empresas a que hagan uso de la Metodología del Sistema del último Planificador, pues las ventajas que este conlleva son numerosas.

Además recalcar la necesidad de capacitar a los profesionales para llevar a cabo un buen control del proyecto, pues el conocer y dominar esta nueva metodología de construcción va a generar grandes impactos en los proyectos generando valor tanto en tiempo y costos.

En el Proceso constructivo del edificio 08 y 09 se inició con el trazo de los departamentos para poder iniciar con el tren de actividades establecido, la cual compete el vaciado de 02 departamentos por día.

Se inició con la colocación de núcleos y enmallado de muros, tanto vertical como horizontal, luego se procedió con colocaciones de instalaciones sanitarias y eléctricas, después se comenzó con la colocación del encofrado metálico en muros, para luego iniciar con el encofrado metálico en techo y poder habilitar el pase al enmallado metálico e Instalaciones Sanitarias y Eléctricas ; habiendo pasado las pruebas de estanqueidad y presión hidráulica, y

teniendo todas las tuberías protegidas y cubiertas junto con los respectivos separadores de muro y losa, se inició con la liberación para el vaciado de concreto.

A partir de este punto se realizó seguimiento al tren de trabajo establecido y se volvió un ciclo repetitivo hasta culminar las partidas de Obra Gruesa (Casco) y dar inicio a los Acabados.

El tipo de construcción ejecutada en el proyecto ha sido de ductilidad limitada, es decir un sistema de placas y losas, para la cual en este proyecto se ha utilizado el sistema de encofrado FORZA la cual contempla un vaciado monolítico de techo y muro, la habilitación del acero ha sido abastecida por Aceros Arequipa la cual solamente habilitaba barras de acero de 9m que serían trabajadas en obra, El concreto f'c 175 fue abastecido por la empresa UNICON S.A. la cual tenía programaciones diarias de Lunes a Viernes a partir de las 04:00 pm, para una vista en planta de piso por edificio que consta de 08 departamentos, estos fueron divididos en 04 sectores, teniendo como meta diaria el vaciado de concreto de 02 departamentos por día.

Respecto a los resultados cuantitativos de la obra; en base de experiencias en proyectos similares la empresa Los Portales S.A, se planteó en un inicio, un modelo Plan Maestro (Cuadro 01) con su respectivo Diagrama de Gantt (Cuadro 3) para la Residencial Golf Los Andes – Etapa II, donde se había estimado una duración de 215 Días útiles, en el cual la Programación Gris es decir solo las Partidas de Estructuras del Edificio 08 y 09 tenían una duración de 60 Días, iniciando el 12 de Diciembre del 2013 y finalizando 22 de enero del 2014.

Sin embargo la empresa los Portales S.A implementando el sistema del Ultimo Planificador en la segunda Etapa de la Residencial Golf Los Andes, elaboró el cronograma final o Plan Maestro Ejecutado (Cuadro 02) con su respectivo Diagrama de Gantt (Cuadro 4), en la cual tuvo una duración de 195 Días útiles, teniendo como resultado la Programación Gris es decir las Partidas de Estructuras del Edificio 08 y 09 una duración de 25 Días útiles, que abarca desde el 01 de Noviembre al 06 de Diciembre del 2013 (Tabla 09).

CUADRO COMPARATIVO			
	Proyecto Propuesta Inicial	Proyecto Ejecutado	Días ahorrados
Días Projectados	60	25	35
		TOTAL %	58.33

Tabla 06: Comparación de Días Projectados.⁴¹

Se realizó un análisis de Precios Unitarios Ejecutado (Cuadro 8), en la cual Mano de Obra en descripción de recursos de las partidas de Estructuras, se vio influenciado en la reducción de tiempo, en comparación a la propuesta inicial Planteada (Cuadro 7), por la cual se tuvo en cuenta todas las leyes de construcción, es decir menos horas hombre en altura, menos íntegros y los precios que están influenciados directamente por los plazos establecidos.

Respecto a los materiales en descripción de recursos de las partidas de Estructuras, se minimizó toda aquella fuente de pérdidas y se logró tener un mejor control de desperdicios.

En el Presupuesto Ejecutado del proyecto Residencial Golf Los Andes Etapa II (Cuadro 06) de la Obras Gruesas (Estructuras) del Edificio 08 y 09, hicimos un comparativo con el presupuesto Inicial de Obra – Propuesta Inicial (Cuadro 05) entregado por la Empresa Los Portales S.A, en ello pudimos encontrar reducción de costos Directos del edificio 08 y 09, en un 3.34 %, siendo un total de 29,858.94 Nuevo soles Sin incluir IGV.

CUADRO COMPARATIVO			
	Proyecto Propuesta Inicial	Proyecto Ejecutado	Días ahorrados
Costo Directo	896,572.70	866,713.76	29,858.94
		TOTAL %	3.34%

Tabla 07: Comparación en Costos Estructuras Edificio 08 y 09.⁴²

⁴¹ Fuente Propia

⁴² Fuente Propia

El presupuesto Ejecutado Total del proyecto Residencial Golf Los Andes Etapa II (Cuadro 06) y el Presupuesto inicial de obra – Propuesta Inicial (Cuadro 05), se identificó una disminución en costos ya sea Costo Directos y Gastos Generales, en un 4.55 % siendo un total de 454,567.78 Nuevo Soles Sin Incluir IGV.

CUADRO RESUMEN			
	Proyecto Propuesta Inicial	Proyecto Ejecutado	TOTAL
Costo Directo	8,072,992.27	7,856,743.27	216,249.00
Gastos Generales	1,346,549.85	1,146,689.44	199,860.41
Utilidad 7%	565,109.46	549,972.03	15,137.43
Sub Total	9,984,651.58	9,553,404.74	431,246.84
IGV 18%	1,797,237.28	1,719,612.85	77,624.43
Total S/.	11,781,888.87	11,273,017.60	508,871.27
		VALOR %	4.32

Tabla 08: Comparativa en Costos de Presupuesto.⁴³

Dentro de los Análisis de Restricciones realizados en el proyecto, encontramos que la gran mayoría se debe a la gran variabilidad que existe en los diversos tipos de proyectos de construcción civil.

En la semana del 28.10.2013 se proyectó que en las partidas de Trazo de Muros, Acero, II.SS – II.EE, Encofrado y Concreto iban a haber ciertas dificultades. En el caso de falta de materiales como para topografía, acero (Alambre N°16) estas fueron compradas a una ferretería cercana con la cual teníamos un acuerdo comercial.

Para los materiales previstos a llegar al proyecto por logística de la empresa, se les hizo seguimiento a los responsables del área logística a los cuales se les solicito fechas de compromiso de entrega de producto, a partir de este punto ya dependía de ellos el seguimiento y control con los diversos proveedores.

El pago de valorizaciones a los contratistas dependía del área de contabilidad, para esto el residente del proyecto fue a conversar con los responsables personalmente para que se comprometían a pagar a tiempo y en las fechas indicadas a los contratistas. Luego para la

⁴³ Fuente Propia

semana del 04.11.2013 todavía existía la preocupación principal la cual era los pagos a los contratistas, ya habiendo realizado un compromiso de pago a proveedores por parte del área de contabilidad y no habiendo cumplido, se recurrió a solicitar el apoyo al gerente de proyecto el cual hizo un llamado de atención para cumplir con dicho pago. Con respecto a los materiales pendientes por llegar, ya se habían realizado varios compromisos con fecha de llegada de material a obra y se estaba a la espera de estos.

Para la semana del 11.11.2013 se detectaron nuevas fallas, ya era momento de utilizar la mochila curadora y no se contaba con ella en obra, asimismo la contratista de II.SS. no contaba con material y existía la posibilidad de que no llegue a tiempo. También el jefe de seguridad se encontraba de descanso por motivos de salud y era necesario realizar las charlas de inducción para el personal nuevo de la contratista de II.EE.

Para darle solución a estos inconvenientes se procedió a realizar lo siguiente:

En el caso de la mochila Rociadora de Aditivo Curador, se procedió a buscar toda la información necesaria para facilitarle el trabajo de búsqueda al área de logística, asimismo se conversó con el residente de obra para que una vez consolidada la información, la derive personalmente al jefe de logística; en el caso de las contratistas se conversó directamente con el gerente de proyecto para que de ser necesario, de un llamado de atención por falta de compromiso hacia el proyecto.

Ya para la semana del 18.11.2013 hasta el 07.12.2013 se fueron levantando progresivamente todas las restricciones encontradas junto al apoyo incondicional del Equipo Staff del proyecto.

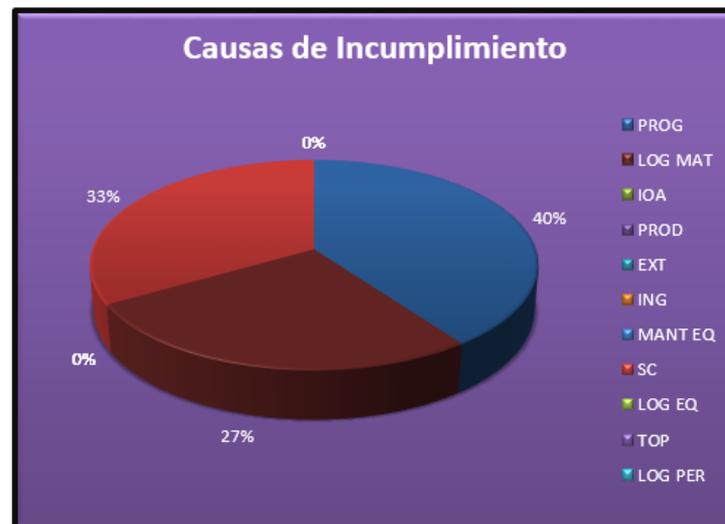
Referente al Plan Semanal; en el análisis de las causas de incumplimiento encontradas, se identificó que la gran mayoría se debe a subcontratistas que no cumplen con las actividades programadas diariamente.

Asimismo el existente problema por parte de la Logística de la empresa, quien no cumple con la entrega de materiales a tiempo, y la falta de supervisión a la hora de programar actividades por parte del equipo de oficina técnica.

Estas observaciones son comunes y fueron levantadas fácilmente, llevando un buen seguimiento a los contratistas, con controles diarios y actas de compromiso. Para el caso de

logística, se definió responsables por actividad y se realizó diagramas de flujos para identificar los responsables involucrados. Para el caso de supervisión, se involucró a todo el equipo de obra a la hora de programar incluyendo al Ingeniero Residente para que así todos tengan conocimiento de lo que se va a realizar.

En el siguiente cuadro N° 15 se muestra las causas de incumplimiento de las 5 semanas proyectadas para el ejecución de las partidas de Estructuras del Edificio 08 y 09 del conjunto Residencial Golf Los Andes – Etapa II.



		CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO		Total %	Total #
FIJAS	PROG	Programación		40%	6
	LOG MAT	Logística de Materiales		27%	4
	IOA	Incumplimiento de otra actividad		0%	0
	PROD	Producto		0%	0
	EXT	Externo		0%	0
VARIABLES	ING	Ingeniería		0%	0
	MANT EQ	Mantenimiento de Equipos		0%	0
	SC	Subcontratas		33%	5
	LOG EQ	Logística de Equipos		0%	0
	TOP	Topografía		0%	0
	LOG PER	Logística de Personal		0%	0
	PERM	Permisos		0%	0
	EJEC	Errores de Ejecución		0%	0
	QA/QC	Control de Calidad		0%	0
	PdR	Prevención de Riesgos		0%	0
TOTAL DE ACTIVIDADES INCUMPLIDAS			100%	15	

Cuadro 15: Causas de Incumplimiento de la Partida de Estructuras Edificio 08 y 09.⁴⁴

⁴⁴ Fuente Propia

V. CONCLUSIONES

Luego de Discutir los resultados del presente estudio de investigación concluimos en lo siguiente:

- De las entrevistas realizadas al equipo de ejecución del proyecto – Conjunto Residencial Golf Los Andes II, hemos encontrado que muchos profesionales no conocen acerca de la filosofía de construcción Lean Construction (Construcción sin Perdidas) y tampoco de las herramientas de control y planificación como lo es la Metodología Last Planner System (Sistema del Ultimo Planificador), esto es debido a la falta de interés y/o conocimiento de esta metodología por parte de las empresas constructoras.
- Mediante la aplicación del Sistema Last Planner (Ultimo Planificador) de La filosofía Lean Construction en la obra conjunto Residencial Golf Los Andes - Etapa II, en las partidas de estructuras, se logró reducir de 60 a 25 días, logrando un ahorro de 35 Días que representa el 58% del tiempo inicial Programado, esto significó un ahorro de 16.28% del tiempo total Programado de la residencial Golf Los Andes Etapa II.
- El plan intermedio se elaboró mediante 5 Programas Intermedios en grupos de 4 semanas, donde el primer Programa Intermedio comprende de la semana 1-4, el segundo Programa intermedio de la semana 2-5, el tercer programa intermedio de la semana 3-6, el cuarto programa intermedio de la semana 4-7 y el quinto programa intermedio de la semana 5-8.
- El Valor Ganado durante el periodo de aplicación del sistema Last Planner (Ultimo Planificador) resultó positivo debido a los siguientes factores: el flujo constante en las actividades realizadas, que permitió un ahorro en el tiempo de 35 días en la ejecución de las partidas de Estructuras del Edificio 08 y 09; la programación detallada de insumos a utilizar mejorando la cadena de suministros, lo que generó un ahorro de S/.29,858.94 Nuevo soles respecto al presupuesto inicial planteado del edificio 08 y 09 Estructuras, que contaba con un sistema tradicional de ejecución; y a las reuniones del último planificador semanales que permitieron una mejora continua.

- La aplicación del Sistema Last Planner (Ultimo Planificador) en la obra conjunto Residencial Golf Los Andes - Etapa II, incrementó la confiabilidad de su programación. Ello permitió una disminución del 3.34 % del presupuesto original planteado respecto a las obras Gruesa, es decir Partidas de Estructuras calculado por la empresa.

VI. RECOMENDACIONES

Luego de discutir los Resultados del presente estudio de investigación recomendamos lo siguiente:

- Para próximos estudios recomendamos además del uso del plan semanal, incorporar planes diarios con la finalidad de llevar mejor control.

- Para futuros estudios se recomienda hacer un mayor trabajo de persuasión a la alta gerencia con la finalidad de tener el apoyo de esta durante la aplicación del sistema Last Planner.

- Para futuros estudios se recomienda que la empresa constructora Los Portales S.A implemente el sistema Last Planner (Ultimo Planificador) en todos sus proyectos.

- Se recomienda continuar con estos estudios de generación de valor aplicando el sistema Last Planner (Ultimo Planificador) de la filosofía Lean Construction (Construcción sin pérdidas) en las empresas constructoras.

- Para futuros estudios de Tesis se aplique Last Planner (Ultimo Planificador) para que se Amplié el Conocimiento del mismo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abengoa Perú. (2011). *Sistema Integrado de Gestión*. Lima.
- Alarcón, L. (2002). *Mejorando la productividad de Proyectos con Planificaciones más confiables*. *Revista BIT*. (26):29-31.
- Alarcón, L. Y Seguel, L. (2002). "Estrategias de incentivos para la implementación de Lean Construction " 10° Congreso de Lean Construction, Gramado Brasil.
- Chase (1995). *Dirección y Administración de la producción y de las operaciones*. Sexta Edición. México
- Cruz, J. (1997). *Diagnóstico, Evaluación y Mejoramiento del Proceso de Planificación de Proyectos*, *Revista de Ingeniería de Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile*. (16):36-50.
- Ballard, H. (2000). "Phase Scheduling". Lean Construction Institute White Paper-7.
- Ballard, H. (2000). "The Last Planner System of Production Control". APhD Thesis, School of Civil Engineering, University of Birmingham, 3-1.
- Cabrera, E. (2003). "Control". [On-line]. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/>
- Howell, G. (1999). "What is Lean Construction". Proc. 7th Ann. Conf.
- Izquierdo, J., Cerf, M. y Gomez, S. (2011). "Lean Construction education: Basic Management Functions Workshop". IGLC – 19. Lima.
- Koskela, L., Alsehaimi, A., Tzortzopoulos, P. (2009). "Last Planner System: Experiences from Pilot Implementation in the Middle East". IGLC-17, Taipen – Taiwan.
- Koskela, L. (1992). "Application of the New Production Philosophy to Construction". CIFE Technical Report # 72. Universidad de Standford, EE.UU.
- Orihuela, P., Ulloa, K. (2011). "La Planificación de las Obras y el Sistema Last Planner". *Construcción Integral – Boletín Informativo de Aceros Arequipa*, Edición 12.
- Orihuela, P., Vasquez, J., Orihuela, J. (2008). "El Lean Design y el enfoque hacia el cliente". IV Congreso Internacional de la Construcción – ICG.
- Visión Lean. (2008). [On-line]. Disponible en: <http://www.vision-lean.es>

Páginas Web:

- <http://www.expansion.com/diccionario-economico/creacion-de-valor.html>
- <http://www.dapconsulting.com.ar/website/estrategia%20de%20generacion%20de%20valor%20-%20i.doc>
- http://dspace.uces.edu.ar:8180/xmlui/bitstream/handle/123456789/336/Estrategias_de_generacion_de_valor.pdf?sequence=1
- <http://www.eoi.es/blogs/msoston/2013/05/23/%E2%80%9C%C3%B3mo-generar-valor-para-el-accionista-implica-la-generacion-de-valor-para-el-cliente%E2%80%9D/>
- <http://www.coparmex.org.mx/contenidos/publicaciones/Entorno/2001/oct01/medicion.htm>
- <http://www.gestion.com.do/index.php/julio-2010/148-por-que-crear-valor-en-las-empresas>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Frederick_Winslow_Taylor
- http://es.wikipedia.org/wiki/Henri_Fayol
- <http://www.leanconstruction.org/training/the-last-planner/>
- <http://fillerbartra.blogspot.com/2008/04/metodo-deductivo-e-inductivo.html>
- http://personal.ua.es/es/francisco-frances/materiales/tema4/la_entrevista_en_profundidad.html

VIII. ANEXOS

ANEXO N° 1

PLAN MAESTRO DE OBRA INICIAL

ANEXO N° 2
PLAN MAESTRO DE OBRA FINAL

ANEXO N° 3
PLANO DE PROYECTO, ETAPA II

ANEXO N° 4
PLANO DE ESTRUCTURAS EDIFICIO 08 Y 09,
ETAPA II

ANEXO Nº 5
GANTT DE OBRA INICIAL

ANEXO N° 6
GANTT DE OBRA FINAL

ANEXO N° 7
PRESUPUESTO INICIAL DE OBRA

ANEXO N° 8
PRESUPUESTO FINAL DE OBRA

ANEXO N° 9
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIOS –
PROPUESTA INICIAL

ANEXO N° 10
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIOS –
EJECUTADO

ANEXO N° 11
PLANOS DE SECTORIZACIÓN DE LOS
EDIFICIOS 08 Y 09, ETAPA II

ANEXO N° 12
CUADRO DE RENDIMIENTOS

ANEXO N° 13

LOOK AHEAD PLANNING, PLANEAMIENTO

ANEXO N° 14

LOOK AHEAD PLANNING, MATERIALES

ANEXO N° 15

LOOK AHEAD PLANNING, MANO DE OBRA

ANEXO N° 16
ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

ANEXO N° 17
PLAN SEMANAL Y PP

ANEXO N° 18
PANEL FOTOGRAFICO



Instalación de redes Sanitarias Piso N°01



Armado de Encofrado losa Piso N°02



Encofrado de muros Piso N°03



Armado de Acero Sector 02 del Piso N°03



Colocación de concreto en losa techo Piso N°03



Encofrado de Escalera Piso 02 al Piso 03



Encofrado de muro del Sector 01 del Piso N°05



Colocación de concreto en losa y muro Piso N°05

