

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PLANEAMIENTO Y PROGRAMACION PARA EL PROYECTO
“HABILITACION TIENDA PARIS BELLAVISTA”**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

OSCAR HUGO ATAMARI MARTINEZ

Lima- Perú

2015

DEDICATORIA

A Dios por guiarme siempre por el buen camino, por darme fuerzas y paciencia en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis padres Nona y Justo, por su amor, trabajo y sacrificios en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Es un privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

A mi familia que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

	pág.
RESUMEN	03
LISTA DE CUADROS	04
LISTA DE FIGURAS	05
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS	06
INTRODUCCIÓN	07
CAPÍTULO I: MARCO ECONÓMICO DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ	
1.1 Introducción	09
1.2 Parámetros Relevantes	10
1.3 Productividad en el Sector de la Construcción	18
1.4 Factores que afectan la productividad	20
1.5 Productividad Total y Productividad Parcial	20
CAPÍTULO II: ACTUAL PROCESO DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA CONSTRUCCIÓN	
2.1 Introducción	21
2.2 ¿Qué es la Planificación?	23
2.3 Modelo Tradicional de Planificación	24
2.4 Modelo Tradicional y Modelo “Lean”	26
2.5 Comentarios	31
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN LAST PLANNER	
3.1 Lean Production	33
3.2 Lean Construction	38
3.3 Sistema Last Planner	41
3.4 Last Planner System – Visión Global	54
CAPÍTULO IV: APLICACIÓN EN LA HABILITACIÓN DE TIENDA PARIS BELLAVISTA	
4.1 Descripción del proyecto	59
4.2 Alcances del proyecto de construcción	60

4.3 Método de Trabajo	61
4.4 Plan de trabajo de Obra	62
4.5 Relación de subcontratistas por actividad	65
4.6 Elaboración de Programa Maestro	66
4.7 Lookahead Planning	66
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 Conclusiones	67
5.2 Recomendaciones	68
BIBLIOGRAFÍA	69

RESUMEN

La filosofía lean construction se inició en la década de 1990 mediante la adaptación de las teorías de producción de las grandes fábricas (Lean Production) a la industria de la construcción. Sin embargo su difusión y aplicación en nuestro país está reducido a un grupo selecto de empresas que vienen aplicando esta metodología hace algunos años con resultados alentadores.

El presente trabajo se centra en la aplicación de la filosofía lean construction como método de planificación, ejecución y control para la habilitación de obras tipo retail en la ciudad de lima. A lo largo del presente trabajo se describen los principales conceptos y herramientas de la filosofía lean para poder generar una base teórica sólida que respalde la aplicación de herramientas y el análisis de resultados en los proyectos.

Además, se analiza y describe de forma detallada como se aplican las herramientas más importantes de esta filosofía (Last Planner System, Sectorización, Nivel general de actividad, etc.) con la finalidad de difundir la metodología de aplicación de cada herramienta y servir de guía para profesionales o empresas que busquen implementar lean construction en sus proyectos.

Finalmente se analiza el desarrollo y performance del proyecto para poder sacar conclusiones y propuestas de mejora que puedan ser aplicadas por la empresa, y otras empresas, en la ejecución de sus próximos proyectos aplicando la metodología de mejora continua.

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1.1: Comparativo de Valores del PBI per cápita	11
Cuadro 1.2: Tendencia del PBI entre los Años 2,007 y 2,013	13
Cuadro 1.3: Variación Porcentual del PBI por Sectores Económicos 2,008 – 2,013.	15
Cuadro 1.4: Población Económicamente activa ocupada, según ramas de actividad.	16
Cuadro 2.1: Comparación entre la Producción Tradicional y el Lean Production	29
Cuadro 4.1: Hitos de licitación	63
Cuadro 4.2: Relación de subcontratistas por actividad	65

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1.1: Comparativo de Valores del PBI per cápita	12
Figura 1.2: Tendencia del PBI entre los Años 2,007 y 2,013	13
Figura 1.3: Variación porcentual del PBI entre los años 2,008 y 2,013	14
Figura 1.4: Variación Porcentual del PBI Sector Construcción 2,008 – 2013	16
Figura 1.5: Población Económicamente activa ocupada en el sector construcción	17
Figura 1.6: Relación entre sectores desde 2,001 al 2,011	18
Figura 1.7: Muestreo del trabajo en diferentes países de Sudamérica	19
Figura 2.1: Esquema del Concepto de Planificación	23
Figura 2.2: Esquema del Proceso de Planificación Tradicional (Ballard 2000)	26
Figura 2.3: Proceso de Planificación propuesto en “Last Planner” (Ballard 2000)	27
Figura 3.1: Tipos de Actividades. (Koskela 1,992)	34
Figura 3.2: Esquema Conceptual de Lean Production. (Koskela 1,992)	34
Figura 3.3: Teoría de Conjuntos Sistema Último Planificador	42
Figura 3.4: Ejemplo de Programación Maestra	43
Figura 3.5: Ejemplo de Lookahead Schedule, período de 3 semanas.	46
Figura 3.6: Programación semanal y análisis de restricciones.	48
Figura 3.7: Esquema del Concepto de Revisión	49
Figura 3.8: Ejemplo de Medición del PAC	52
Figura 3.9: Last Planner System, Lookahead en destaque (Ballard, 2000)	55
Figura 3.10: Componente Adicional al Sistema Tradicional (Ballard 2000)	56
Figura 4.1: Plano de Ubicación	60
Figura 4.2: Sectorización Primer Nivel	64
Figura 4.3: Sectorización Segundo Nivel	65
Figura 4.4. Programa Maestro	66

LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS

INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
ITE	Inventario de Trabajo Ejecutable
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
PAC	Porcentaje de Actividades Completadas
PBI	Producto Bruto Interno
PPC	Percent Plan Complete
TC	Trabajo Contributorio
TNC	Trabajo No Contributorio
TP	Trabajo Productivo

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

La industria de la construcción ha presentado nuevas corrientes orientadas a optimizar los procesos buscando la optimización de los recursos, costos y tiempos teniendo como base conceptual la teoría de la producción "LEAN"

La baja productividad, las deficiencias en la calidad, las pobres condiciones de trabajo y también los problemas de seguridad industrial y salud ocupacional han sido características comunes a la mayoría de los proyectos de construcción.

Como respuesta a lo mencionado, se vio la necesidad de desarrollar una tendencia basada en los sistemas productivos de la industria manufacturera aplicada a los principios establecidos en la construcción.

Es por ello que la filosofía LEAN busca como objetivo incrementar la eficiencia de las actividades de transformación y disminuir o eliminar por completo las pérdidas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las principales falencias que presentan los proyectos de construcción hoy en día es la dificultad que tienen para cumplir los plazos previamente establecidos. La principal causa radica en que los proyectos de construcción son un conjunto de disciplinas interrelacionadas entre si y lograr un adecuado trabajo en conjunto es complejo. Este es un problema siempre presente en el rubro de la construcción y es por esto que las empresas buscan aplicar distintas metodologías que puedan mejorar este aspecto. De aquí la motivación para el

informe en aplicar un método de planificación específico para un tipo de obra específica.

OBJETIVOS

Objetivo Principal: El objetivo de este informe es brindar una alternativa eficiente de planeamiento para la habilitación de obras tipo retail en nuestro país.

Objetivos Específicos:

Elaborar la programación de etapas y frentes de trabajo y la programación maestra, el cual servirá de base para la elaboración del Lookahead.

Implementar herramientas para programar trabajos y medidas de control en una actividad específica mediante procesos de planes anticipados Lookahead

METODOLOGIA DE TRABAJO

La metodología a usar será mediante la recopilación de información de la filosofía de Planificación de proyectos denominada Lean Construction en donde se puede encontrar el Last Planner System. Mostrar que mediante este sistema la planificación no solo se lleva con el cronograma general de la obra sino que se va a un nivel mas detallado usando la herramienta del Lookahead con la cual se planifica la ejecución de la obra con una proyección de 4 semanas hacia adelante aproximadamente, se analiza las restricciones de las actividades a ejecutar y se verifica el cumplimiento de lo programado semanalmente.

CAPÍTULO I

MARCO ECONÓMICO DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ

1.1 INTRODUCCIÓN

La economía peruana desde hace ya varios años que está pasando por un periodo de crecimiento. Durante este año se espera una gran inversión en el sector de la construcción, esto debido a que las buenas expectativas económicas han fortalecido al sector inmobiliario. Una muestra de esto es que el gobierno lanzó a fines del año pasado un plan de estímulo económico con una inversión extra de unos 10,000 millones de soles (unos 3,135 millones de dólares), de los cuales 5,683 millones de soles tiene que ver con proyectos ligados a la construcción. El sector de la construcción inyecta muchos recursos a la economía nacional, genera una gran cantidad de empleos lo cual ayuda a disminuir la tasa de desocupación nacional. También mueve el mercado de los insumos, ya que en un proyecto de construcción se requieren equipos y materiales. Sin embargo, la prosperidad económica va de la mano con la estabilidad en el sector de la construcción ya que si no hay prosperidad económica el sector de la construcción se estanca o decae y al revés, si el mercado de la construcción se estanca la prosperidad económica no crece tanto como se podría esperar. Son dos temas que van de la mano y que se benefician mutuamente. Podemos agregar que los vaivenes económicos son el principal causante de la inestabilidad del sector de la construcción, factor que es muy influyente a la hora de decidirse a trabajar en este rubro.

Un punto fundamental para el crecimiento económico de un país es la estabilidad que éste tenga. Un país estable atrae a los inversionistas, que ven en él una fuente segura en donde invertir sus recursos. Lamentablemente, dada la globalización del mundo, el crecimiento de un país no sólo depende de factores internos, sino que también de factores externos. El Banco Central de Reserva considera todos estos factores y otros más en forma más detallada y establece una proyección de crecimiento para el país en un determinado año. El 23 de abril del 2014 el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) proyectó un crecimiento económico del país en un 5.7% para este año. **“Para el 2014 se estima un crecimiento de 5.7%, esto en un entorno internacional de moderada recuperación, especialmente en los Estados Unidos, un menor crecimiento en China y una normalización de las condiciones financieras a nivel global”**, dijo el Presidente del Consejo de Ministros en conferencia de prensa luego del Consejo de Ministros. Agregó también que para el período 2015 – 2017 se prevé una recuperación del crecimiento económico del Perú y se estima un promedio de 6.4% en dicho período. En este capítulo explicaremos más acerca de qué es el PBI y qué es lo que se espera para el sector de la construcción.

En general, la finalidad de este capítulo es tener una noción del entorno económico que rodea al mercado de la construcción, para lo cual se analizarán algunos indicadores económicos fundamentales que nos ayudarán a hacernos una idea de cuál es la situación económica actual y, según esto, qué es lo que podemos esperar en un corto y mediano plazo.

1.2 PARÁMETROS RELEVANTES

Primero comenzaremos hablando de qué es el producto bruto interno (PBI). Este indicador macroeconómico indica el valor de la producción total de la producción de bienes y servicios de un país durante un periodo que puede ser un trimestre o un año. Sólo se contabilizan los bienes producidos durante el periodo de análisis, es decir, el contador se pone en cero al inicio de cada nuevo periodo de estudio. Como podemos imaginar este valor es de muchos miles de millones de dólares, por lo que para poder tener una noción de cómo ha evolucionado este indicador con números más manejables se toma el valor obtenido y se ve su

variación con respecto al año anterior pero con el valor de la moneda en un año base. Este año ha sido 1,994 desde hace mucho tiempo; pero desde el 27 de febrero del 2,014 se modificó y se consideró como nuevo año base el 2,007.

Para poder comparar los PBI de distintos países en forma equitativa, se calcula el producto bruto interno per cápita, porque intuitivamente un país con más habitantes produce más. Perú el año 2,013 tuvo un PBI per cápita a precios actuales de US\$ 6,660 según cifras del Banco Mundial. Comparándonos con los 5 países que poseen mayor PBI per cápita podemos ver qué tal estamos con respecto a ellos.

País	PBI per cápita [US\$] 2,013
Luxemburgo	111,162
Noruega	100,819
Qatar	93,352
Bermudas	84,460
Suiza	80,528
Chile	15,732
Perú	6,660

Cuadro 1.1: Comparativo de Valores del PBI per cápita

Fuente: <http://www.bancomundial.org/>



Figura 1.1: Comparativo de Valores del PBI per cápita

Fuente: <http://www.bancomundial.org/>

Como podemos ver en la figura 1.1 Perú está muy lejos de los países que poseen mayor PBI per cápita. Esto nos corrobora que somos un país en vías de desarrollo y que nos queda mucho camino por recorrer aún para llegar a esos niveles de crecimiento.

Pero ¿cómo ha evolucionado el producto interno bruto a lo largo de los años en nuestro país? Nuevamente nos basaremos en estadísticas entregadas por el Banco Central de Reserva del Perú para graficar la tendencia que ha seguido este indicador. Graficaremos desde el año 2,007 utilizando como base ese mismo año.

Año	PBI (Millones de Nuevos Soles de 2,007)	Variación (%)
2,007	319,693	-
2,008	348,923	9.1
2,009	352,584	1.0
2,010	382,380	8.5
2,011	407,052	6.5
2,012	431,273	6.0
2,013	456,103	5.8

Cuadro 1.2. Tendencia del PBI entre los Años 2,007 y 2,013

Fuente: <http://www.inei.gob.pe/>

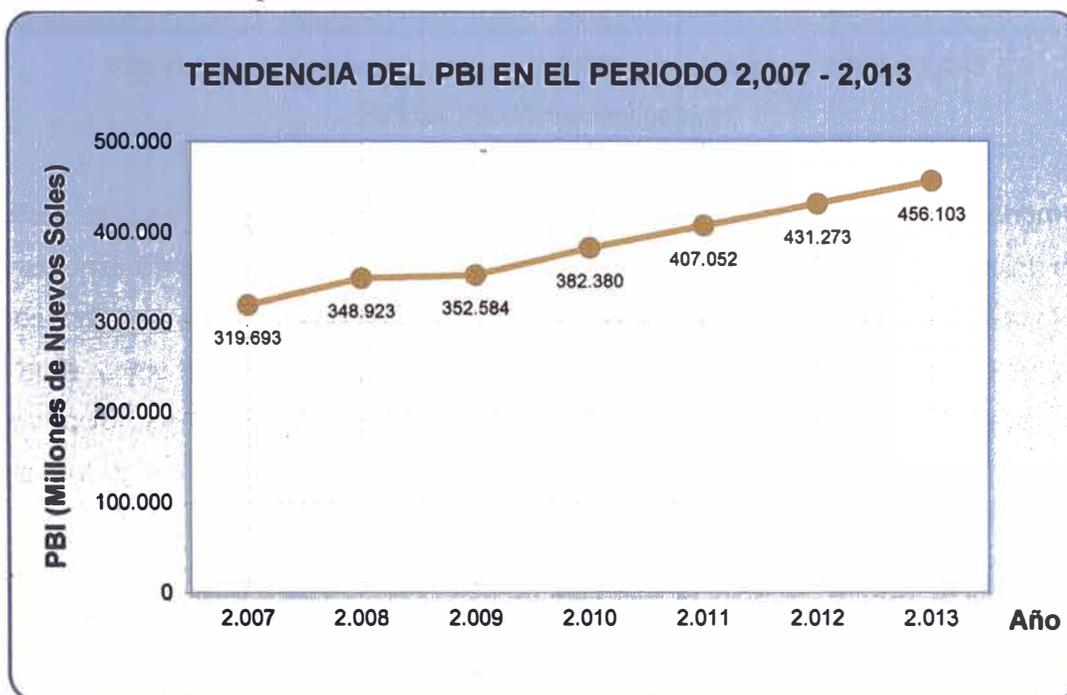


Figura 1.2. Tendencia del PBI entre los Años 2,007 y 2,013

Fuente: Banco <http://www.inei.gob.pe/>

El PBI se encuentra en millones de nuevos soles de 2,007. Como podemos observar el PBI ha ido en ascenso en los últimos años, y según el Banco Central de Reserva esta tendencia continuará. De hecho, en abril se proyectó una variación de un 5.7% para el PBI para este año.

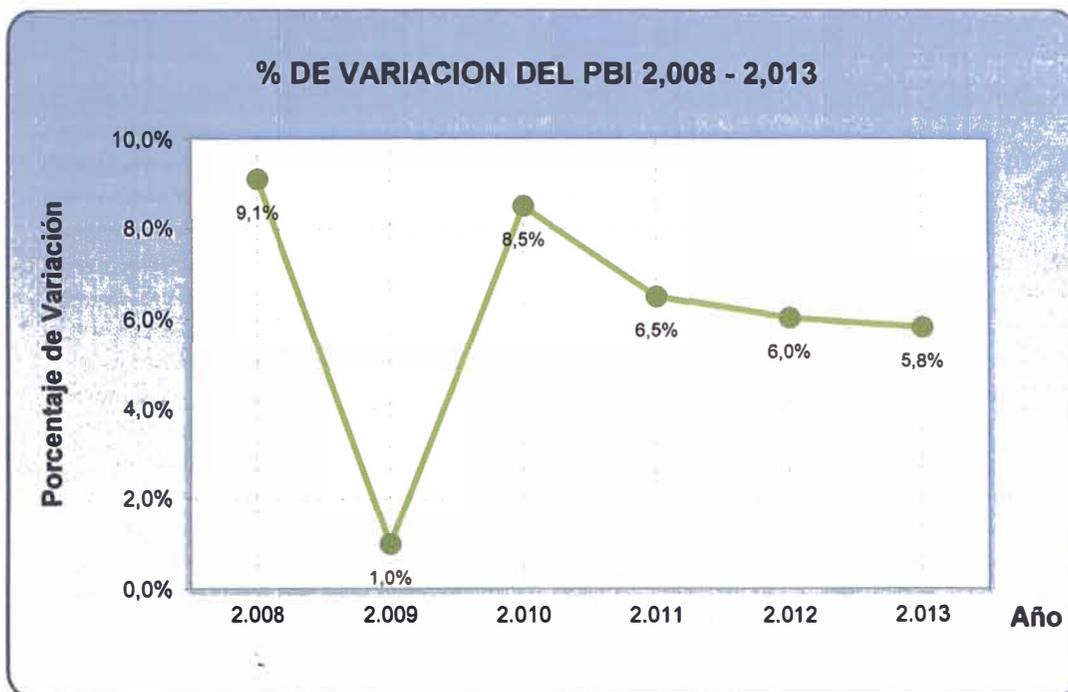


Figura 1.3. Variación porcentual del PBI entre los años 2,008 y 2,013

Fuente: <http://www.inei.gob.pe/>

Para calcular el PBI se considera el aporte de todos los sectores de la economía nacional. En el informe del INEI se hace un recuento trimestral de la evolución de los indicadores relevantes para el sector económico y en especial para el sector de la construcción. Basándonos en este haremos un recuento de cómo ha evolucionado el sector de la construcción y qué expectativas se esperan al respecto.

Actividad Económica	2008	2009P/	2010P/	2011P/	2012P/	2013E/
Producto Bruto Interno	9.1	1.0	8.5	6.5	6.0	5.8
Derechos de importación	22.3	-20.6	29.2	6.0	19.2	3.5
Impuestos a los productos	12.4	1.7	11.9	5.6	5.5	4.7
Valor Agregado Bruto	8.7	1.2	8.0	6.5	5.9	5.9
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	8.0	1.3	4.3	4.1	5.9	1.4
Pesca y acuicultura	3.0	-3.4	-19.6	52.9	-32.2	18.1
Extracción de petróleo, gas, minerales y servicios conexos	8.1	1.0	1.3	0.6	2.8	4.9
Extracción de petróleo crudo, gas natural y servicios conexos	7.3	26.4	13.8	3.8	1.2	7.1
Extracción de minerales y servicios conexos	8.2	-3.7	-1.7	-0.2	3.3	4.2
Manufactura	8.6	-8.7	10.8	8.6	1.5	5.7
Electricidad, gas y agua	8.1	1.1	8.1	7.6	5.8	5.5
Construcción	16.8	6.8	17.8	3.8	15.8	9.1
Comercio, mantenimiento y reparación de vehículos automotores y m	11.0	-0.5	12.5	8.9	7.2	5.9
Transporte, almacenamiento, correo y mensajería	8.8	-0.4	12.0	11.7	8.8	6.6
Alojamiento y restaurantes	10.8	0.9	8.3	10.9	10.5	6.4
Telecomunicaciones y otros servicios de información	16.9	8.2	10.0	11.6	9.5	8.4
Telecomunicaciones	20.8	9.2	10.2	12.6	10.6	7.8
Otros servicios de información y comunicación	7.9	5.5	9.7	8.8	6.3	9.9
Servicios financieros, seguros y pensiones	6.4	8.0	10.1	10.7	8.9	10.5
Servicios financieros	6.1	7.0	6.9	9.8	10.1	9.9
Seguros y pensiones	8.9	14.9	29.9	14.9	3.1	13.3
Servicios prestados a empresas	12.2	2.0	11.9	8.8	8.5	6.0
Servicios profesionales, científicos y técnicos	15.9	1.2	13.4	8.5	5.3	6.3
Alquiler de vehículos, maquinaria y equipo y otros	6.8	6.2	13.1	11.0	8.3	4.7
Agencias de viaje y operadores turísticos	9.8	-6.9	2.0	10.1	13.1	3.0
Otros servicios administrativos y de apoyo a empresas	9.1	3.0	10.5	8.5	12.3	6.2
Administración pública y defensa	7.7	18.2	7.8	4.4	5.7	5.2
Otros servicios	4.0	2.4	3.9	3.6	5.5	4.7

Cuadro 1.3 Variación Porcentual del PBI por Sectores Económicos 2,008 – 2,013
Valores a precios constantes del 2,007

Fuente: <http://www.inei.gob.pe/>

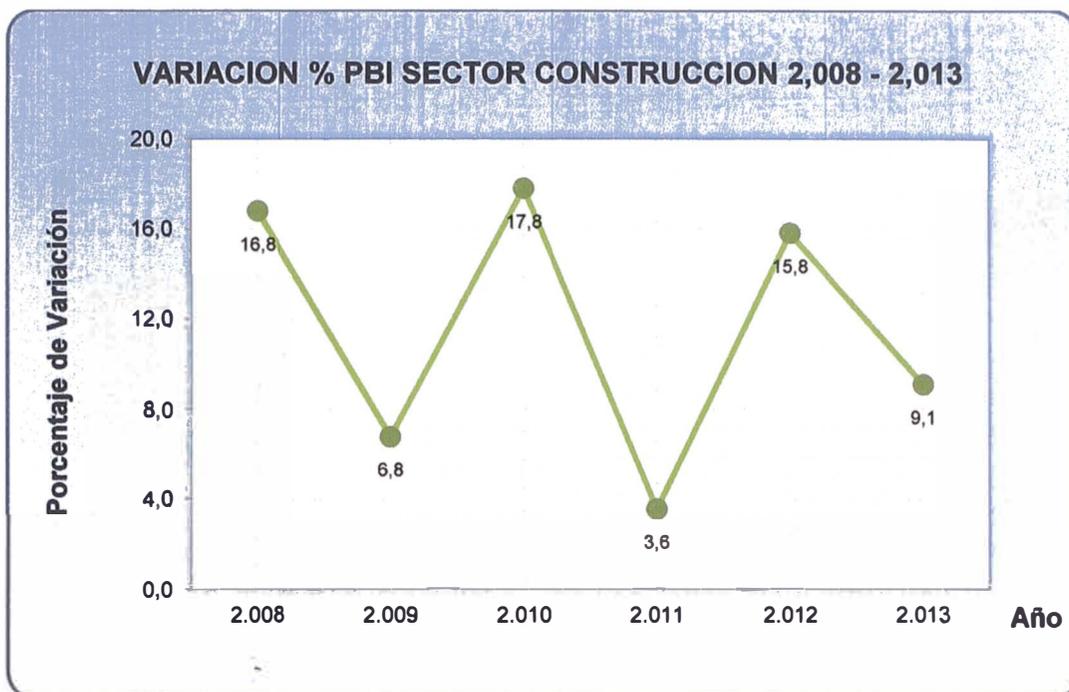


Figura 1.4 Variación Porcentual del PBI Sector Construcción 2,008 - 2013
 Valores a precios constantes del 2,007. Fuente: <http://www.inei.gob.pe/>

Otro gran aporte del sector a la economía lo realiza la mano de obra. El sector de la construcción se basa en el trabajo realizado por el hombre, lo cual genera una gran cantidad de puestos de trabajo. En la actualidad según cifras entregadas por el Instituto Nacional de Estadísticas el número de trabajadores pertenecientes al rubro de la construcción son alrededor de 917,600, de un total de 15,541,500 personas, según estadísticas del INEI en el año 2012. Esto equivale a un 5.9% del total de la fuerza laboral nacional.

Ramas de actividad / Ambito geográfico	2,009	2,010	2,011	2,012
Total	14,757.7	15,089.9	15,307.3	15,541.5
Agricultura, Pesca y Minería	4,115.4	4,042.3	4,142.7	4,038.9
Manufactura	1,604.5	1,640.7	1,548.2	1,626.5
Construcción	738.2	842.1	866.2	917.6
Comercio	2,542.0	2,648.3	2,789.4	2,938.8
Transportes y Comunicaciones	1,110.7	1,130.4	1,226.0	1,190.3
Otros servicios	4,646.9	4,785.9	4,734.9	4,829.4

Cuadro 1.4 Población Económicamente activa ocupada, según ramas de actividad.
 (Miles de personas). Fuente: <http://www.inei.gob.pe/>

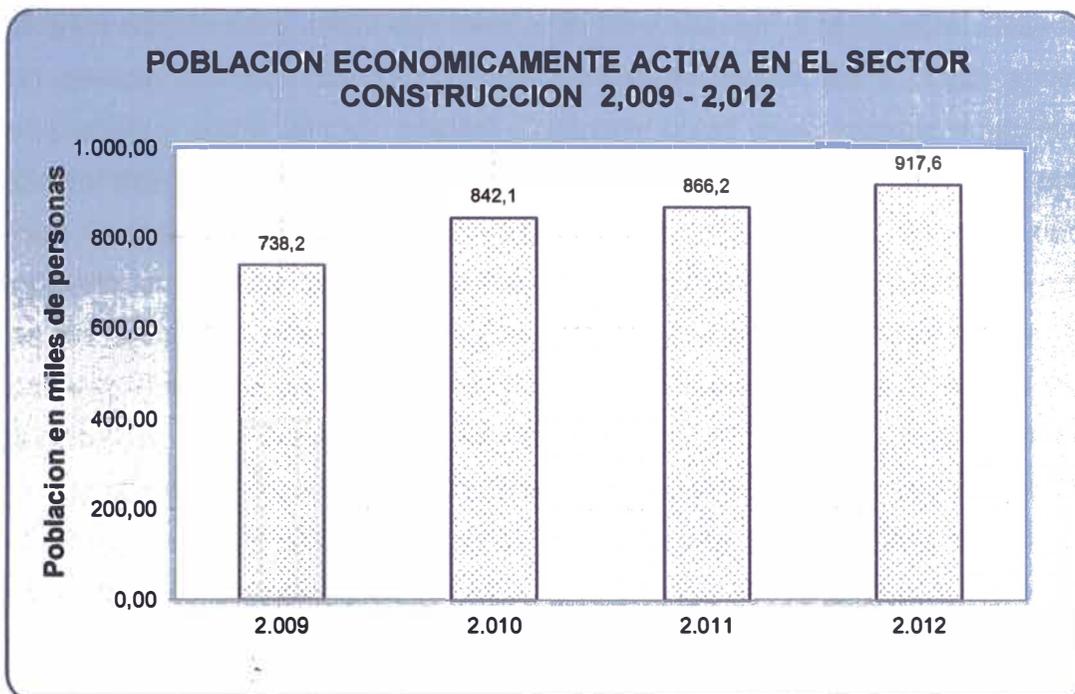


Figura 1.5 Población Económicamente activa ocupada en el sector construcción.
(Miles de personas). Fuente: <http://www.inei.gov.pe/>

De igual manera se puede medir la actividad del sector de la construcción viendo el número de licencias de construcción otorgadas por las municipalidades y según el INEI para el año 2011 este número asciende a 42,434 y para el año 2012 este número se incrementó en un 5%. (Fuente INEI)

Una forma también de medir la actividad del sector construcción es viendo el incremento de los créditos del fondo Mi Vivienda el cual en el año 2,011 alcanzó los 947,295 miles de nuevos soles y en el año 2,012 los 1,113,574 miles de nuevos soles. (Fuente INEI)

1.2.1 Influencia de la construcción en la economía del país

Actualmente la construcción es uno de los sectores que más contribuye con el crecimiento económico del país, cuando la producción en el sector construcción aumenta, factores económicos como el Producto Bruto Interno y el sector comercio suben.

Por otro lado, cuando la construcción sufre una desaceleración, el crecimiento económico también se estanca. Una forma de explicar esto es debido al gran

alcance económico y social que tiene la construcción en otros ámbitos. Citando un ejemplo sencillo, cuando un obrero recibe su salario, tiene mayor poder adquisitivo y podrá adquirir mejores productos como ropa, mejores productos alimenticios, tomar taxi para movilizarse, comprarse un celular, inscribir a sus hijos en mejores colegios, etc. Si bien es cierto, esto ocurre en cualquier otra industria, en el sector construcción esto es más rápido debido a la gran cantidad de mano de obra y de materiales utilizados en la etapa de construcción de un proyecto. Es decir, se redistribuye el dinero en muchas formas y mejora las condiciones de muchas otras industrias. Según el ingeniero Carlos Artiach Quintana existen cinco principales factores del crecimiento económico: Capital Humano, Capital Físico, Tecnología, Recursos Naturales y Eficiencia en la administración de todos esos recursos. El sector construcción abarca los cinco factores mencionados

En el siguiente gráfico, se muestra la relación entre el sector construcción, el Producto Bruto Interno y el sector comercio mes a mes desde el 2001 hasta el 2011 según el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática).

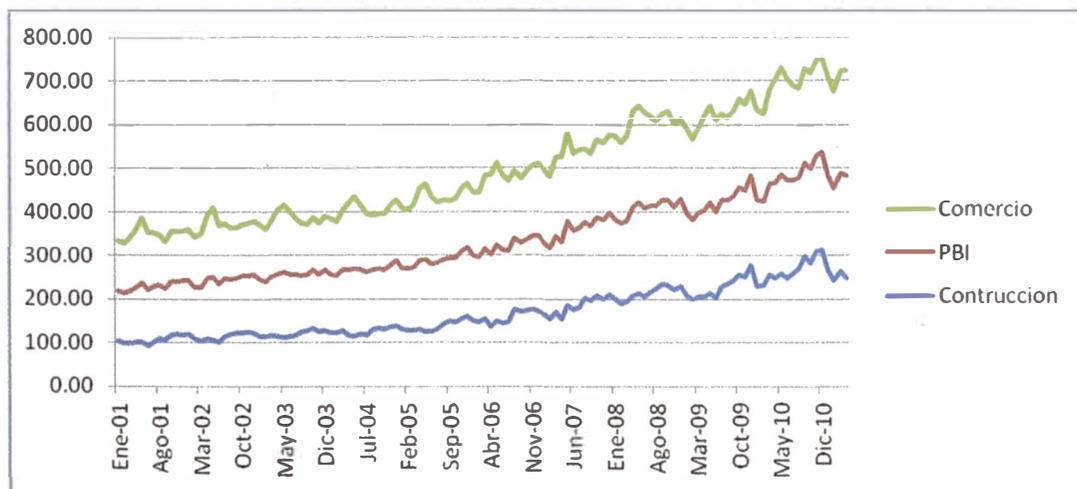


Figura 1.6 Relación entre sectores desde 2,001 al 2,011

Fuente: <http://www.inei.gob.pe/>

1.3 PRODUCTIVIDAD EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN.

La productividad es una medida del uso de los recursos destinados a una actividad. Es una relación entre la producción obtenida por un sistema de

producción y los recursos utilizados para obtenerla. Esto es, una productividad mayor implica una mayor producción utilizando la misma cantidad de recursos.

La productividad también se puede medir en función de cómo los trabajadores distribuyen su tiempo. Los trabajadores pueden realizar tres tipos de actividades: **productivas, no productivas y contributorias**, para tener una idea de las actividades productivas estas son aquellas que aportan en forma directa a la producción, las no productivas las que no lo hacen y las contributorias son el trabajo que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo en términos de apoyo a la producción. Es imposible pensar en que los trabajadores distribuirán su tiempo sólo en actividades productivas, incluso se determinó que el trabajador es más productivo si se le permite descansar alrededor de un 15% de lo que dura su jornada laboral.

Diversos muestreos de los tipos de trabajo en la construcción, los cuales como ya dijimos pueden ser Productivo (TP), Contributorio (TC) y No Contributorio (TNC), nos dicen que alrededor de una tercera parte de la producción en la obras de construcción está compuesta por desperdicios.

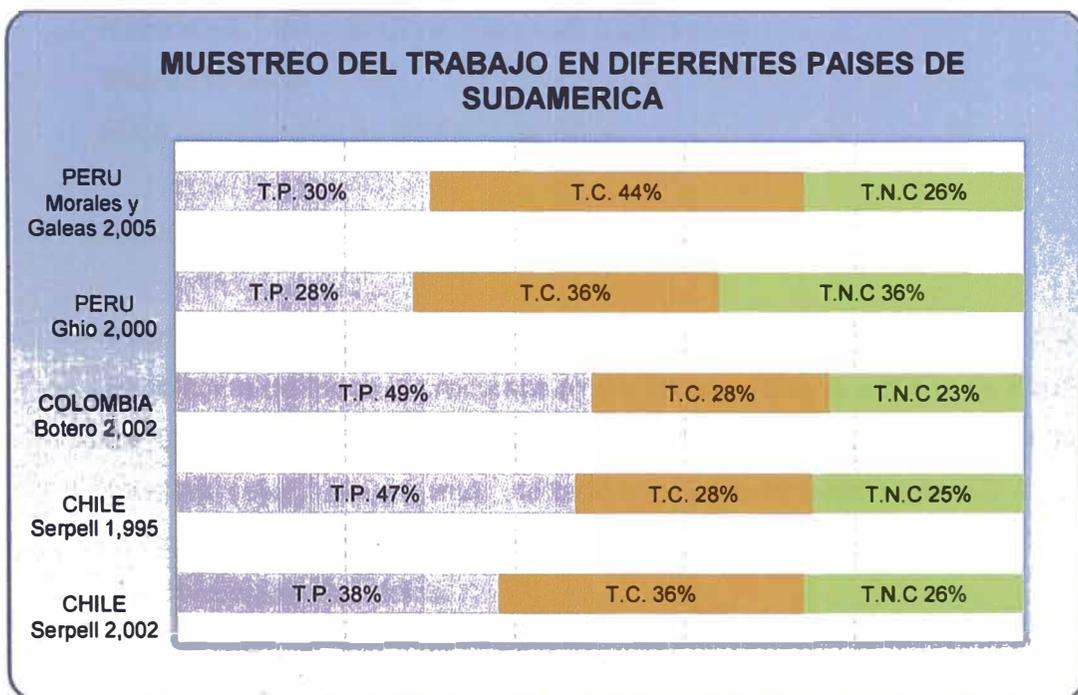


Figura 1.7: Muestreo del trabajo en diferentes países de Sudamérica

Fuente: "Lean Construction en el Perú". Ing. Plablo Orihuela, <http://www.motiva.com.pe/>

La productividad no solo entrega un análisis de las características del tiempo perdido, sino que además dice en qué se pierde el tiempo para así poder evaluar las medidas correctivas que se puedan aplicar. En teoría la productividad debería mejorar al lograr estabilizar el flujo de trabajo.

1.4 FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD

A continuación se muestra algunos factores que afectan la productividad en el sector construcción:

- Curva de aprendizaje limitada por alta rotación de personal por organizaciones temporales.
- Influencia de las condiciones climáticas
- Trabajo permanente bajo presión
- Fragmentación del proyecto e incentivos negativos.
- Poca capacitación
- Relaciones opuestas entre quienes intervienen en los proyectos
- Tecnologías modernas.
- Calidad y reprocesos
- Materiales, Mano de Obra, Maquinaria y Equipos
- Malos Procesos
- Poca capacitación de la Mano de Obra

1.5 PRODUCTIVIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD PARCIAL

✓ **Productividad Total**

Es la suma de todos los recursos (materiales + equipos + mano de obra). La unidad común a tan diferentes recursos es la unidad monetaria (nuevos soles). No es muy utilizado en la Construcción pero si en la industria manufacturera.

✓ **Productividad Parcial**

Se suele dar en unidades lógicas de producción, como el concreto se da en m³, el acero en Kg, el encofrado en m² dividido entre Horas-Hombre (HH).

CAPITULO II

ACTUAL PROCESO DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA CONSTRUCCIÓN

2.1 INTRODUCCIÓN

La planificación es inherente al ser humano sin embargo es una de las virtudes menos comunes en el ser humano y en las organizaciones en general. La mayoría de los actos tienen por lo menos un mínimo de planificación, incluso los más cotidianos. En general se suele confundir el término planificación con programación y la verdad es que no son lo mismo: al hablar de programación sólo me estoy refiriendo a una parte de lo que significa planificar. Por ejemplo, si yo quiero ir de camping mañana, primero debo escoger un lugar dónde ir y estudiar los aspectos importantes como son las condiciones climáticas pronosticadas, la distancia a recorrer, ver si hay algún negocio cerca, revisar las características del entorno, etc. Luego debo determinar un orden de realización de cada actividad viendo cómo y a qué hora las realizaré, es decir, estimo una hora de salida desde mi hogar, calculo los gastos que tendré, a qué hora almorzaré, cuánto rato estaré en la piscina, a qué hora regresaré, etc. Finalmente, durante el día de camping comparo lo que realmente estoy haciendo versus lo que tenía programado hacer, para detectar oportunamente si olvidé alguna actividad y alcanzar a realizarla. En este proceso se ven tres etapas: la primera es la etapa de planeamiento general de mi salida que ve aspectos no tan detallados; la segunda va más al detalle y establece horas y duraciones aproximadas de cada componente del paseo; la tercera controla que lo que efectivamente hago en mi paseo sea similar a lo que programé. El conjunto de

estas tres etapas es lo que se denomina planificación. La programación sólo es la segunda etapa mencionada.

El ejemplo mencionado en el párrafo anterior, obviamente en forma simplificada, nos muestra las tres etapas de la planificación. Ahora nos podemos preguntar: si en este básico ejemplo se hace necesaria la planificación ¿cómo no va a ser vital en un proyecto mucho más grande y que esté inserto en un medio mucho más incierto, como por ejemplo, una obra de construcción? Sería imposible pensar que un proyecto de construcción se desarrolle sin una planificación previa, ya que es necesario establecer un plan de materialización del proyecto al igual que sus directrices y metas. Entre otras cosas, también se debe determinar cuál es la utilización más eficiente de los recursos asignados al proyecto, enfrentar adecuadamente la incertidumbre presente en el sector de la construcción, asignar en forma adecuada las responsabilidades y realizar un seguimiento adecuado a las actividades para poder tomar acciones correctivas a tiempo.

Sea cual sea el sistema de planificación escogido, lo importante es planificar para poder enfrentar de mejor manera el proceso de materialización del proyecto. Si bien hay gente que lo considera una pérdida de tiempo, justificando que dada la incertidumbre reinante en la industria de la construcción nunca se cumplirán las planificaciones y habrá que estar actualizando permanentemente el programa, hay que recordar que el diagrama de barras inicial es un conjunto de actividades que se pretenden ejecutar en las fechas allí estipuladas y no corresponde a lo que realizará en el terreno. Nunca un proyecto se desarrolla exactamente igual a como lo dice el diagrama de barras; pero pese a esto, la planificación inicial es fundamental en un proyecto. De la correcta planificación y por supuesto de las acciones correctivas que se tomen a tiempo depende el éxito del proyecto.

Es por esto que en este capítulo se habla de las características principales del método de planificación tradicional utilizado en la construcción y se compara con la filosofía Lean. Podremos así ver las diferencias principales entre ambos métodos y comentar qué es lo que se espera de cada uno de ellos.

2.2. ¿QUÉ ES LA PLANIFICACIÓN?

Antes de hablar acerca del modelo tradicional de planificación utilizado en la construcción hay que aclarar una pregunta básica: ¿Qué es la planificación? Hay varias definiciones de lo que es planificación; pero que en su globalidad apuntan a lo mismo. Por ejemplo, según la American Management Association la planificación 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”**. Según esta definición vemos que la planificación abarca muchos aspectos y sería bueno desglosarlos para establecer de mejor manera los objetivos y las partes de la planificación.

La planificación es un instrumento que tiene como objeto permitir tomar decisiones racionales y oportunas en base a hechos y posibles repercusiones que las decisiones tomadas puedan acarrear.

La planificación consta de tres fases: planeamiento, programación y control. En la figura 2.1 podemos ver esquemáticamente en qué consiste la planificación de una obra.

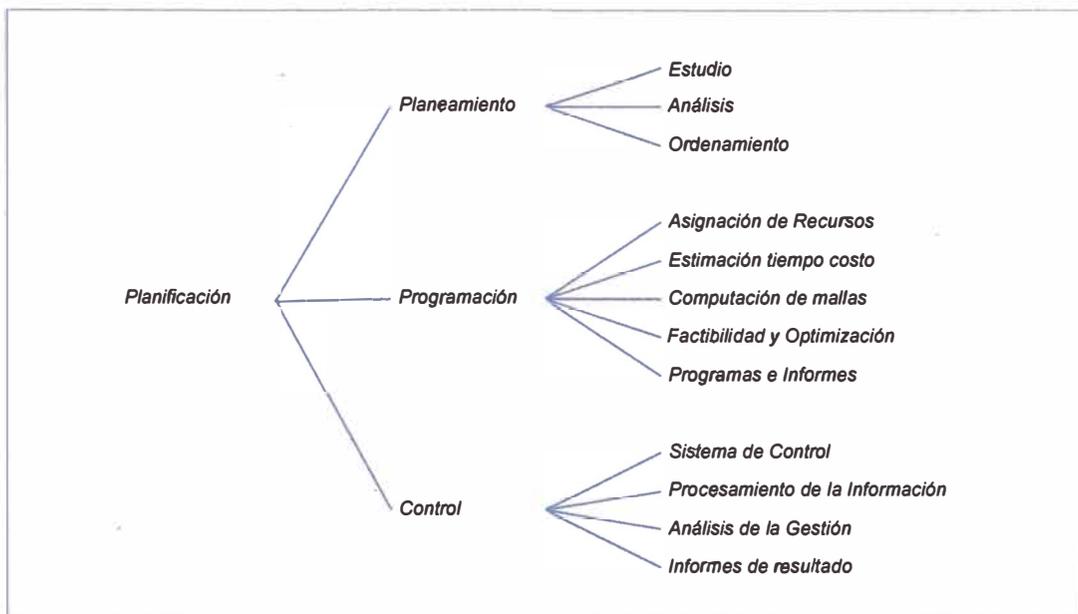


Figura 2.1. Esquema del Concepto de Planificación

Fuente: <http://www.leanconstruction.org/>

El proceso del **planeamiento** es una primera subdivisión del proyecto y busca determinar los alcances de éste. Acá se busca conocer en la forma más precisa posible las condiciones generales en las cuales se va a desarrollar la construcción de la obra para establecer en forma clara las metas y las directrices que orientarán nuestra planificación (estudio). Luego hay que establecer con la mayor precisión posible una subdivisión de la obra en actividades e hitos para poder establecer un plan de trabajo (análisis). Finalmente, hay que determinar las relaciones existentes entre las actividades para poder establecer relaciones de orden estricto entre ellas (ordenamiento).

La **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.

Finalmente, se debe realizar un seguimiento de la ejecución del proyecto de modo de contar en forma oportuna con información sobre lo que realmente está pasando en el proyecto. Entonces en la etapa de **control** se comparan los datos obtenidos con el programa marco y se toman las acciones para corregir las diferencias que se hayan producido. Esto puede darnos un diagnóstico de lo que puede ser el futuro de nuestro proceso de construcción. Las decisiones correctivas que se tomen modificarán necesariamente el programa, lo que generará un proceso de actualización que dará como resultado el programa vigente.

Todas las etapas antes mencionadas son importantes y del grado de detalle con que se realice cada una dependerá el futuro de nuestro proyecto.

2.3. MODELO TRADICIONAL DE PLANIFICACIÓN

Se han realizado muchos estudios que indican las principales características del modelo tradicional de planificación y de las condiciones especiales que posee el rubro de la construcción. Cómo influyen estas características a la hora de planificar un proyecto es lo que veremos a continuación.

La planificación en general se basa en la experiencia del administrador y es una tarea particularmente difícil en este rubro, ya que debe ser hecha bajo condiciones inciertas y sin la cantidad de información necesaria.

El traspaso de información comúnmente se realiza en forma verbal y abarca aspectos de corto plazo, descuidando el largo plazo.

El proceso de control se focaliza en actividades, despreocupándose de las unidades productivas. Hay ocasiones en que el origen de los problemas generados en un actividad proviene de las cuadrillas y si no se realiza un seguimiento y control al desempeño de ellas, difícilmente se tomarán acciones correctivas adecuadas y a tiempo.

El hacer una planificación muy detallada a largo plazo es innecesario en este sector debido a la gran incertidumbre existente. Esta característica es inherente a la construcción, por lo que deberemos evitar perder el tiempo planificando con un gran grado de detalle pues inevitablemente habrá que reprogramar.

Podemos decir que un proyecto de construcción es como un gran hogar que hay que organizar y es muy difícil hacerlo sin un adecuado método de planificación. Este aspecto está fallando en la construcción y si a esto se suma la alta presión de trabajo, obtenemos profesionales trabajando en función de lo inmediato.

Además hay que hacer notar la poca preocupación que se tiene por la capacitación de los trabajadores. Es un factor que afecta a la planificación ya que si una actividad queda mal realizada por errores constructivos, se debe rehacer. Se gasta más dinero, más tiempo y se provoca un atraso en las actividades siguientes. Se podría evitar estos trabajos rehechos invirtiendo en la capacitación del trabajador, lo cual traería también como beneficio una mejora en la calidad de la ejecución del proyecto. Sin embargo, esto no se hace porque se considera una pérdida de tiempo y dinero, no vislumbrándose los múltiples beneficios que esto podría traer.

Hay que agregar también que existe poco interés en agregar nuevas técnicas de planificación. En general se piensa que con la experiencia basta y los profesionales no mantienen actualizados sus conocimientos. Es difícil, por no decir imposible, hacer que un profesional con experiencia en construcción

cambie su forma de trabajar y esta es una barrera al tratar de mejorar los sistemas de planificación existentes. Debemos destacar que esta dificultad no sólo se observa en el rubro de la construcción, ya que el ser humano por esencia es reacio a aceptar los cambios.

2.4. MODELO TRADICIONAL Y MODELO “LEAN”

En general, el modelo de planificación tradicional utilizado se basa en el concepto de transformación, ya que no considera todas las actividades de flujo que existen entre actividades de transformación. La idea se resume en que a lo planificado se le asignan recursos y la actividad se ejecuta según el programa realizado. En la figura 2.2 vemos un esquema de este proceso.

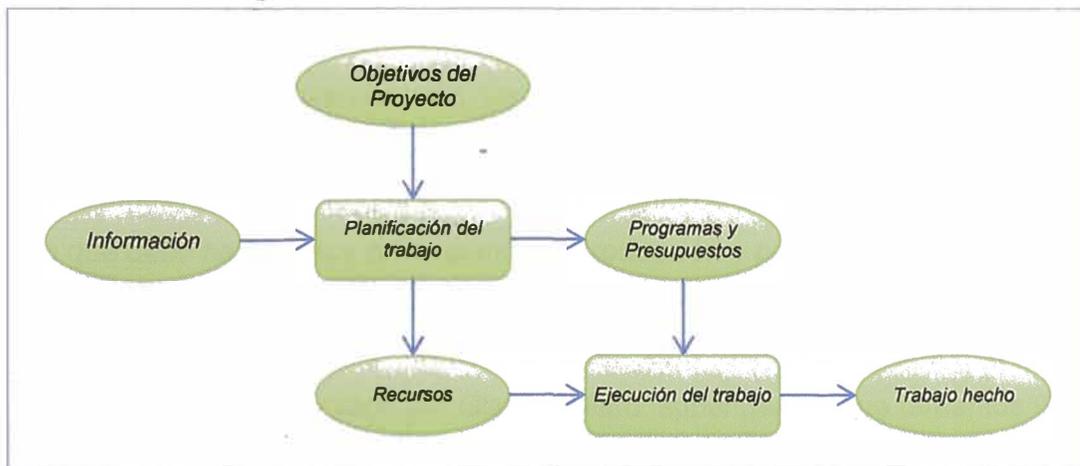


Figura 2.2. Esquema del Proceso de Planificación Tradicional. (Ballard 2000)

Como podemos ver en la figura 2.2, los recursos se asignan a las actividades programadas; pero no se considera que hay actividades que no podrán ser realizadas aunque estén programadas. Esto debido a que puede faltar algún requisito previo que impida su ejecución en la fecha de inicio programada. Entonces ahí empieza el problema, ya que al considerar en el programa semanal actividades que no podrán ser ejecutadas se generará un atraso en toda la cadena productiva que sigue a esta actividad, además de tener gente ociosa. El problema de fondo es que no se está diferenciando lo que se puede hacer con lo que se debe hacer. Si asigno recursos a lo que debo hacer, estoy cometiendo este error y lo que hay que hacer es asignar los recursos a lo que puedo hacer.

En la figura 2.3. observamos gráficamente lo que comentamos en el párrafo anterior. Considerar lo que puedo y lo que debo hacer y en función de eso determinar lo que haré, es la base del sistema "Último Planificador". Esta es una de las diferencias principales entre el método de planificación tradicional y el sistema estudiado.



Figura 2.3. Proceso de Planificación propuesto en "Last Planner". (Ballard 2000)

Como ya vimos, la planificación tiene una etapa muy importante que es el control. Estos sistemas presentan una sutil diferencia entre qué es lo que controlamos, y esto es lo que a continuación analizaremos. Asignando recursos a lo que debo hacer estoy privilegiando la producción y por el contrario, si asigno recursos a lo que puedo hacer estoy privilegiando la productividad. Ambos conceptos son distintos y para establecer esta diferencia en forma clara citaremos un ejemplo creado por Glenn Ballard: supongamos que tardamos 9.32 horas laborales en fabricar una tubería y tenemos programado fabricar 10 tuberías, por lo que deberíamos tardar 93.2 horas laborales. Sin embargo, sólo pudimos producir 9, por lo tanto, invertimos 83.88 horas laborales. En este caso, sólo producimos un 90% de lo programado, es decir, tuvimos una baja producción en comparación a la producción programada. Ahora, supongamos que en fabricar las 9 tuberías tardamos 80 horas laborales y no 83.88, o sea, reducimos en un 5% el tiempo de fabricación. En este caso nuestra producción sigue estando bajo lo esperado, ya que se fabricaron 9 y no 10 tuberías; pero la productividad aumentó y está sobre lo esperado, ya que se tardaron 80 horas laborales y no 83.88. Según mi criterio, este ejemplo grafica muy bien la diferencia entre ambos conceptos y si bien uno podría pensar que están íntimamente ligados, existe cierto grado de interdependencia entre ambos, ya que una baja producción no implica una baja productividad, pues el término producción se relaciona con el resultado de toda la cadena productiva y el

término productividad se asocia al factor humano. Por el contrario, una baja productividad sí genera una menor producción.

Entonces, tanto la productividad como la producción deben ser controladas en forma adecuada para que podamos obtener un sistema equilibrado. Es importante controlar la producción con respecto a lo programado para poder tomar acciones correctivas a tiempo; pero no hay que descuidar la productividad ya que podríamos estar utilizando los recursos de manera inapropiada, pudiendo alcanzar el mismo progreso, en el mismo tiempo y con menos recursos involucrados. Ese gasto de recursos innecesarios no se debe a la utilización de mala tecnología, sino que ocurre porque no se está prestando atención a aquellas actividades presentes en mi cadena productiva que no están agregando valor. No se debe buscar sólo hacer los subprocessos más eficientes a través de cambios tecnológicos, sino que el proceso en su conjunto debe hacerse más efectivo. Este concepto lo captura la teoría de flujo, lo que resume esto es que en una cadena productiva hay actividades de flujo (transporte, esperas, inspecciones) y actividades de conversión (transformaciones). El concepto de progreso se relaciona con los procesos de conversión y el concepto de productividad se asocia tanto al proceso de conversión y de flujo, y ahí radica la principal diferencia que presenta el método de planificación tradicional con los principios Lean.

Si queremos realizar una comparación de los principios Lean y las características tradicionales de la construcción debemos llevar los términos a un mismo nivel. Los principios Lean tienen su origen en la industria manufacturera, que tiene características de producción repetitiva. Entonces surge la pregunta ¿podemos comparar dos mercados que poseen tantas diferencias a primera vista? La construcción también posee carácter repetitivo, aunque en mucho menor grado. Además, la planificación tradicional tiene muchas de las características que presenta el modelo de producción tradicional, por lo que podemos realizar comparaciones entre ambos tipos de producción.

El modelo tradicional de producción se focaliza en el control del costo de las actividades con el objetivo de detectar y corregir las ineficiencias del sistema. La manera en que se disminuyen los costos asociados a las falencias detectadas es

mediante la implementación de nueva tecnología. Este método es impuesto por la gerencia de la empresa y es responsabilidad del departamento de calidad. Como ya se dijo en párrafos anteriores, la producción es vista como un conjunto de conversiones y considera que todas las actividades agregan valor al producto. Por otro lado, la producción basada en los principios Lean Production se focaliza no sólo en el control, sino que también en la gestión y asesoramiento dirigido hacia la mejora del costo, tiempo y valor de los flujos con el objetivo de prevenir posibles fallas del sistema. La manera de mejorar es disminuyendo las actividades de flujo y aumentando la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología. Este método no es impuesto por nadie, sino que se aplica por el convencimiento y la participación voluntaria del equipo, por lo que la responsabilidad recae sobre todos los miembros de la empresa. Además, la producción es vista como un conjunto de conversiones y flujos, asumiendo que hay actividades que agregan valor al producto y otras que no.

	MODELO TRADICIONAL	LEAN PRODUCTION
Objeto	Afecta a productos y servicios	Afecta a todas las actividades
Alcance	Actividades de control	Gestión, asesoramiento y control
Modo de aplicación	Impuestas por la dirección.	Por convencimiento y participación
Metodología	Detectar y corregir.	Prevenir.
Responsabilidad	Del departamento de calidad	Compromiso de todos los miembros de la empresa
Clientes	Ajenos a la empresa.	Externos e internos.
Conceptualización de la producción	Consiste en actividades de conversión y todas las actividades agregan valor al producto	Consiste en actividades de flujo y hay actividades que agregan valor al producto o que no
Control	Costo de las actividades.	Dirigido hacia el costo, tiempo y control de los flujos
Mejoramiento	Implementación de nueva tecnología	Reducción de las tareas de flujo y aumento de la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología

Cuadro 2.1: Comparación entre la Producción Tradicional y el Lean Production

Fuente: <http://www.leanconstruction.org/>

En esencia, la principal diferencia entre ambos métodos es algo vital en construcción: la consideración de actividades que no agregan valor. Si miramos un día típico en la construcción, podremos ver que del total del tiempo en teoría trabajado hay un gran porcentaje de él que se ocupa en actividades que no contribuyen a terminar la tarea encomendada. Este aspecto es mucho más influyente que en el sector manufacturero, porque en construcción el factor humano es mucho mayor y, lamentablemente, los trabajadores son muy buenos para "evadir" el trabajo. Entonces, este aspecto de la filosofía Lean es lo que mejor se puede aprovechar aplicándolo al sector constructivo.

Un punto que casi pasa inadvertido es el cliente hacia el cual esta metodología está orientada. En el modelo del Lean Production no sólo se considera como cliente al destinatario final del trabajo, sino que introduce al cliente interno. En una cadena productiva el trabajo que hace un grupo sirve de base para el trabajo que realizará el grupo que le sigue, entonces, el grupo que le sigue es también un cliente que requiere un trabajo de calidad en el momento adecuado. Con esto no trataremos de optimizar el sistema completo para cumplir los requerimientos del cliente final, sino que dividiremos el sistema en sub-sistemas y los optimizaremos para satisfacer al cliente interno y por ende, al cliente final. Es mucho más eficiente optimizar un sistema por partes que todo de una vez.

Otro aspecto importante es el compromiso que requiere la filosofía Lean por parte de todos los integrantes del grupo de trabajo. Toda la gente trabaja mejor en la medida que esté consciente que pertenece a un equipo y que todos trabajan por la misma causa. Las tareas impuestas no funcionan en ninguna parte, porque el efecto psicológico de hacer algo que otra persona decide juega muy en contra. La gente se tiene que sentir considerada dentro del grupo. En la medida que todos estén más comprometidos con sacar adelante el proyecto, las cosas funcionarán mucho mejor, el proceso será más transparente y el grado de compromiso dará una mayor fiabilidad a los flujos de trabajo. Todo esto es muy importante y no es considerado en el modelo tradicional.

La prevención es otro concepto que desarrollan los principios Lean, ya que siempre será mejor prevenir que lamentar como dice el dicho. En construcción los costos de hacer una tarea mal no son sólo monetarios, sino que también se

utilizan recursos de mano de obra y tiempo en rehacer la tarea. También podemos prevenir atrasos debido a falta de materiales, herramientas o dudas de diseño. Para esto sólo basta adelantarse a los hechos ampliando el horizonte y no sólo enfocándose en lo que haré mañana o pasado mañana. En general esto no se hace en las obras, ya que la presión en terreno es tanta que los profesionales a cargo no tienen tiempo de mirar tan a futuro. En general viven el día a día solucionando los problemas que aparecen cotidianamente. El sistema "Último Planificador" captura esta idea e intenta aplicarla en la construcción, lo cual veremos más en profundidad en el capítulo IV.

2.5. COMENTARIOS

Hemos visto las diferencias existentes entre los principios "Lean" y los principios tradicionales, que dan origen al sistema de planificación "Último Planificador" y al método tradicional de planificación respectivamente. No se puede decir que unos principios sean mejores que otros, porque todos tienen aspectos que aportan a la planificación de los proyectos. Al método tradicional lo avalan miles de proyectos realizados durante muchas décadas y, si bien el método "Lean" es medianamente nuevo y no ha sido masivamente aplicado al sector de la construcción, también introduce ideas interesantes que pueden ayudar a mejorar la difícil labor de planificar en un ambiente incierto.

Incorporar el concepto de compromiso a la construcción destaca una arista abandonada en este sector. También algo tan simple como la prevención puede ayudar a disminuir la presión de trabajo generada por la necesidad de solucionar tareas urgentes, más conocidas como "incendios"; pero sin duda el gran aporte de esta filosofía es tratar de optimizar el sistema detectando actividades que no agregan valor, ya que el haber realizado durante muchos años una misma actividad puede generar una rutina que haga que las actividades se realicen por inercia, y no se piense en la real razón del por qué cada paso está ahí y qué función cumple.

Lo que puede hacer que el sistema "Lean" no sea del todo efectivo en la construcción es la dificultad de cambiar la mentalidad de los profesionales del rubro. Introducir estos principios no es una tarea fácil cuando se está en un

grupo de gente que lleve años trabajando siguiendo sus propios métodos y el implementar nuevos métodos puede ser visto como una pérdida de tiempo. En general se tiende a pensar que la experiencia soluciona todos los problemas, lo cual sin dejar de tener un poco de razón, cierra las puertas a la innovación en el sector. Sería bueno tratar de incorporar los conceptos descritos y sacar lo mejor de cada uno de los sistemas para mejorar el desempeño del sector de la construcción. Los profesionales deben tener un enfoque de procesos de tal forma de poder mejorar.

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN LAST PLANNER

3.1. LEAN PRODUCTION

El Lean Production es un sistema de producción que se desarrolló en Japón a causa de la difícil situación que se vivía en ese país luego de la segunda guerra mundial. Lean Production o Sistema Toyota se desarrolló principalmente para empresas manufactureras y buscó producir a bajos costos pequeñas cantidades de productos variados bajo la teoría del desperdicio cero y mejora continua. Taiichi Ohno (1912-1990), creador del sistema Toyota, afirmaba que “en su empresa estudiaban la línea de tiempo desde que el cliente hacía el pedido hasta que la empresa recibía el dinero e iban reduciendo esa línea por medio de la eliminación de los desperdicios que no agregaban valor”.

En general, las actividades las podemos separar en dos tipos: las que agregan valor al producto y las que no agregan valor al producto (Ver figura 3.1). Ambas consumen recursos, tiempo y espacio; pero difieren en que las que agregan valor al producto convierten material o información hacia lo que es requerido por el cliente y las que no agregan valor no lo hacen.

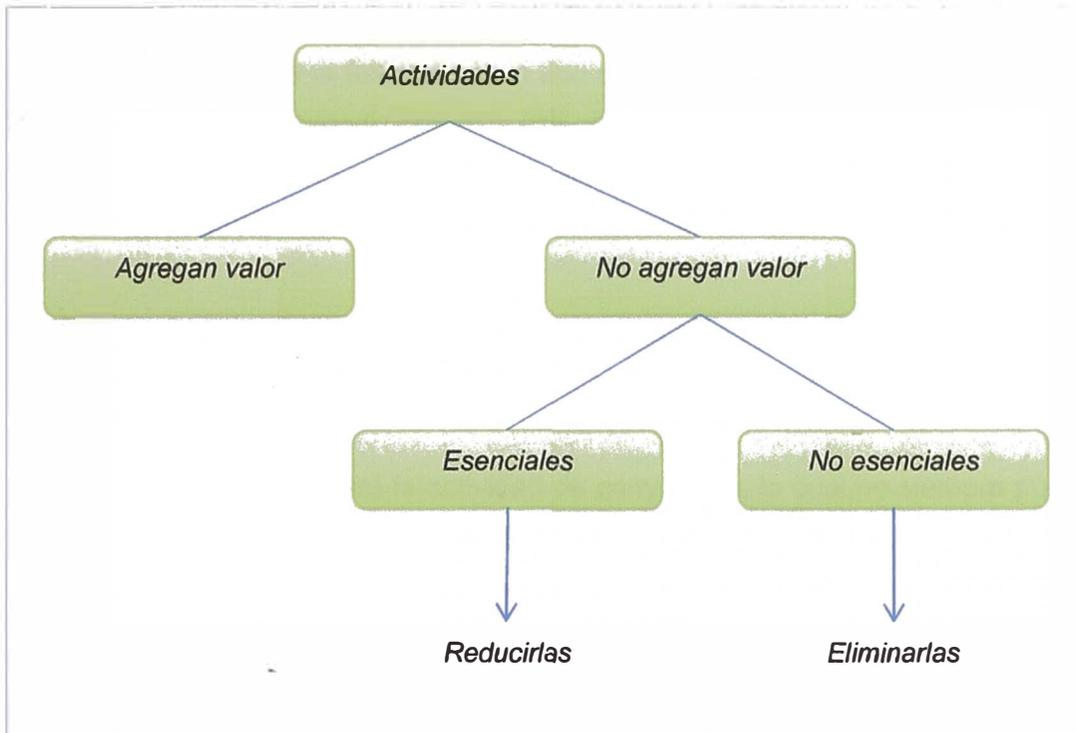


Figura 3.1: Tipos de Actividades. (Koskela 1,992)

En el fondo, la esencia del sistema es eliminar o reducir al máximo cualquier elemento que no utilice lo mínimo absolutamente necesario de recursos, tiempo, espacio y esfuerzos para agregar valor al producto. Pero ¿por qué hablamos de reducir al máximo las actividades que no agregan valor y no de eliminarlas completamente?. La explicación a esto la da la teoría de flujos.

La teoría de flujos considera la producción como un flujo de materiales y/o información desde las materias primas hasta el producto final. A su vez, la cadena de producción está compuesta de conversiones y flujos. Según la figura 3.2, las actividades de conversión son los procesos y las de flujos son la inspección, transporte y espera.

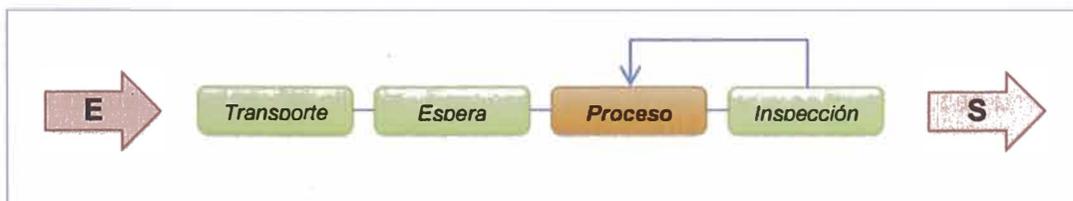


Figura 3.2: Esquema Conceptual de Lean Production. (Koskela 1,992)

Las esperas son tiempos ociosos que se generan entre o durante las actividades, debido a la falta de algún tipo de requisito necesario para continuar o empezar una actividad, como puede ser espera de personal, materiales, mediciones, información, etc. Las esperas no agregan valor al producto y, aunque son necesarias, hay que tratar de reducir las al máximo.

Con el transporte ocurre algo similar, ya que es necesario trasladar los materiales desde el lugar en donde éstos se encuentren, que puede ser desde donde se almacenan o desde un proceso anterior, idealmente hasta el mismo lugar en donde se realizará la actividad de conversión, lo cual no siempre puede ser así y deben ser trasladados hasta un lugar próximo a donde se realice la conversión. Al igual que las esperas, el transporte no agrega valor al producto; pero es una actividad necesaria que hay que tratar de reducir, por lo que se debería buscar que no se transporte el material por distancias mayores a las estrictamente necesarias.

3.1.1 Principios básicos del Lean Production.

Los Principios básicos del Lean Production son los siguientes:

1. Identificar las actividades que no agregan valor. El reducir o si es posible eliminar las actividades que no agregan valor en una línea de producción es fundamental para poder lograr mejoras en el sistema, ya que con esto se logra establecer un flujo de trabajo continuo y es un gran potencial de desarrollo en la producción.

2. Incrementar el valor del producto. No es suficiente eliminar las actividades que no agregan valor si las actividades que agregan valor no lo están haciendo eficientemente. Hay que considerar que una actividad de conversión no necesariamente agrega valor. El concepto de valor se refiere a la satisfacción de los requerimientos del cliente. Entonces, lo que se busca es cumplir cabalmente las expectativas del cliente, para lo cual se deben conocer los aspectos del producto que el cliente valora e incluirlos en el diseño de los productos y servicios.

3. Reducir la variabilidad. Este aspecto, afecta a muchos ámbitos de la producción. Desde el punto de vista del cliente, un producto uniforme le brinda mayor satisfacción y desde el punto de vista de la producción, la variabilidad genera mayores actividades que no agregan valor, lo cual genera mayores interrupciones en el flujo de trabajo y, por ende, mayores tiempos de ciclo.

4. Reducción del tiempo de ciclo. El tiempo de ciclo es la suma de los tiempos de flujo y conversión que son necesarios para producir un lote de producción. De esto podemos deducir que si reducimos las actividades que no agregan valor presentes en una línea de producción estaremos directamente reduciendo el tiempo de ciclo de la producción.

5. Simplificación de procesos. Podemos entender la simplificación de procesos, como una reducción de los componentes o números de pasos para realizar un producto. Principalmente, simplificar los procesos es mejorar el flujo. Los procesos más simples incurren en menos gastos, son más confiables (menos variables) y poseen menores tiempos de ciclo. Este principio, se relaciona directamente con otro principio que es incrementar la transparencia de los procesos. Procesos más simples son más transparentes, lo cual facilita el control y el mejoramiento.

6. Introducir el mejoramiento continuo. Principio basado en el Kaisen, filosofía japonesa de mejoramiento continuo. La base está en la creación de una metodología de identificación de las causas de no cumplimiento. Para esto, se requiere crear una cultura de mejora continua que permita su implementación, necesitando que el trabajo en equipo y la gestión participativa se constituyan como un requisito esencial para la introducción de mejoras continuas.

7. Mejorar tanto la conversión como el flujo. La mejora del flujo implica mayor tiempo; pero menor costo en comparación con la mejora de la conversión, ya que esta última está relacionada con la actualización de tecnologías. Las mejoras de flujo y conversión están íntimamente ligadas, pues flujos bien administrados facilitan la introducción de nuevas tecnologías y viceversa.

8. Benchmarking. Esto quiere decir, comparar continuamente los procesos propios con los del líder en el área e incorporar así lo mejor del otro en mi empresa, basándome en los potenciales detectados en la competencia.

Como se puede ver los principios de Lean Production apuntan a una mejora en todo el proceso de producción y principalmente a eliminar todas aquellas actividades que no agregan valor al producto con el objetivo de lograr una cadena simple, con bajo tiempo de ciclo y uniforme.

Un ejemplo de la aplicación de los principios Lean en la actualidad, es el llamado "Método Pull". El origen de este método, surgió en la detección de un gran problema que afecta a la producción en masa: la sobreproducción. Entenderemos por sobreproducción a cualquier producto que no se vaya a usar o vender inmediatamente. Es decir, hacer más o antes de lo requerido por el proceso siguiente también se puede considerar como sobreproducción. Como podemos ver, la sobreproducción no agrega valor al producto final y puede ser perfectamente eliminada de la cadena de producción. La metodología utilizada en el mercado es el "Método Push", el cual se basa en estudios de la demanda cuyos resultados arrojan la cantidad de productos que se incorporarán al mercado. Así, en muchas ocasiones la producción es "empujada" hacia el mercado (de ahí su nombre), creyendo que la oferta igualará a la demanda, lo cual no ocurre, ya que la clientela no siente que sus intereses son tomados en cuenta y, el único resultado, es una gran cantidad de producción que queda almacenada. Esto sólo provoca un mayor stock de productos, mayores costos y menor servicio. Para mejorar esto, surgió el "Método Pull", que se basa en demandas reales del producto. Incluso, dependiendo del producto que se fabrique, se puede conocer quién será el consumidor final, produciendo solamente lo necesario. Así se pueden disminuir los tiempos de entrega, almacenar una menor cantidad de mercancía y reducir costos.

Como hemos visto, los principios Lean se están aplicando a diversos ámbitos en la actualidad; pero ¿cómo podemos aplicar estos principios a la construcción para aprovechar los múltiples beneficios que esto nos puede traer? Respondiendo a esta pregunta ha surgido el Lean Construction.

3.2. LEAN CONSTRUCTION

Es claro que muchos de los principios del lean production fueron desarrollados pensando en la empresa manufacturera, por lo que no es fácil imaginar similitudes entre este ámbito y el de la construcción. Además, no hay que olvidar que el principio fundamental del lean production es la mejora continua (Kaizen) y que fue desarrollado por la cultura japonesa basado en la mentalidad oriental, la cual difiere mucho del pensamiento occidental. La cultura oriental es más estructurada y continuamente buscan ideas para mejorar. Dado todo esto, para lograr implementar los principios lean a la construcción se requiere un gran cambio, sobre todo, en la actitud de los trabajadores de la construcción, para lo cual, debe haber también un cambio social con mejoras de los ambientes de trabajo y condiciones laborales.

Por otro lado, debemos recordar, que la mayoría de las actividades que no agregan valor corresponden a actividades de flujo y existe la tendencia a pensar que la construcción es sólo una industria de conversión y no de flujo, descuidándose inmediatamente este aspecto y, por ende, no controlando las actividades que no agregan valor. El lean construcción, considera a la producción ya no sólo como una transformación, sino que, como un flujo de materias primas para la obtención de bienes.

La complejidad de la industria de la construcción también juega en contra para aplicar los principios del lean production. Cada proyecto de construcción es diferente y se desarrolla en un ambiente incierto. La incertidumbre es un factor inherente a la construcción ya que, debido a la complejidad que posee, hay muchos agentes que intervienen en las diversas etapas. Hay que recordar que prácticamente en todas las construcciones se trabaja con subcontratos, los cuales no siempre están dispuestos a depurar su forma de trabajo en pro de una mejora general.

Si bien las pérdidas en la construcción y en la industria tienen orígenes distintos, se había tratado de evitarlas en ambos lados usando el mismo principio: mantener una intensa presión en cada actividad, porque la reducción del costo y la duración de cada etapa, es la llave de la mejora.

Ohno sabía que esta no era la mejor forma de diseñar y realizar las cosas. Pero ¿en qué se basaba Ohno para asegurar esto? Bueno, partamos de la base de que la administración de proyectos de construcción deriva del mismo concepto de actividad encontrado en la producción en masa. Así, podemos optimizar el proyecto actividad por actividad, dividiéndolo en partes y, posteriormente, ordenando los componentes de cada parte en una secuencia lógica, estimando el tiempo y recursos requeridos para completar cada actividad y, por ende, el proyecto total; pero se descuida lo que ocurre entre actividades. El efecto combinado de dependencia y variación, es el primer concepto del lean production que tomaremos. Para esto, Tommelein ilustró estos efectos haciendo un paralelo con una carretera altamente congestionada. Si todos los vehículos fueran conducidos exactamente a la misma velocidad la separación entre ellos sería limitada, al igual que la capacidad de la autopista y, cada vehículo, dependería del que le antecede. Bajo la presión de llegar pronto a casa o al trabajo, la separación entre los vehículos comenzaría a disminuir y, cualquier variación de velocidad experimentada por un vehículo, repercutiría inmediatamente en los vehículos que le siguen. Esto se propagaría como una onda a todos los vehículos a lo largo de la pista. Recuperar la situación inicial es difícil, porque es imposible conseguir que cada vehículo vuelva suavemente a su velocidad inicial.

Lo que podemos ver en esta paradoja, es que la velocidad no asegura un tiempo mínimo de recorrido, bajo los efectos de la dependencia y la variación, ya que mientras mayor es la dependencia la variación es mayor. Los principios lean tratan de aislar al equipo de la dependencia, proporcionando una reserva adecuada de recursos para que así puedan acelerar o retardarse mientras que las condiciones lo requieren (en nuestro ejemplo, sería como mantener una distancia segura entre vehículos). Lamentablemente, ni recursos ni capacidad adecuados reducen la variación, lo cual marca la diferencia entre la construcción y la industria manufacturera. La variabilidad sólo la podemos controlar teniendo funcionamientos fiables y usando procedimientos simples y estándares para poder pronosticar fácilmente el desempeño. En circunstancias estables, se puede predecir el contenido de trabajo en cada estación y ajustarlo con el objetivo de obtener los mínimos desequilibrios. El problema es que en la construcción solamente tenemos cierta idea del contenido de trabajo de las

actividades basándonos en proyectos anteriores, lo que hace que la variabilidad sea algo inherente al proyecto de construcción. No se podrá eliminar; pero sí se debe tratar de atenuar lo más posible.

Dado que en la actualidad en la industria el desarrollo tecnológico juega un papel fundamental, la importancia de la mano de obra es menos preponderante que en la construcción. La construcción aún se basa en el trabajo realizado por un grupo de personas, es decir, es un trabajo artesanal. Sin embargo, esto es algo favorable bajo los conceptos de esta nueva filosofía, ya que las actuales tendencias privilegian el trabajo en equipo por sobre el trabajo individual. Lo negativo es que en la construcción este trabajo no es riguroso y sistemático, por lo cual no rinde verdaderos frutos. Por otro lado, el trabajo que realiza el grupo se basa en los resultados de un acto administrativo como es la planificación. Es por esto que en este caso, medir y mejorar el funcionamiento del sistema de planificación es la clave para mejorar la confiabilidad del flujo de trabajo, el cual es nuestro principal objetivo. Este paso es necesario para cambiar la organización y rediseñar el sistema.

La idea de que el trabajo en equipo es un pilar del trabajo en construcción la podemos utilizar a nuestro favor para implementar los principios Lean. Si se logra instruir a los involucrados acerca de estos principios conseguiremos un real convencimiento de que el trabajo que realizan y los esfuerzos de mejora continua rendirán frutos. El grupo debe saber para qué está trabajando y en qué consiste el método, pues es imposible que se sientan involucrados y convencidos de participar en algo que desconocen.

No todo es tan discordante, también hay un punto en que la industria y la construcción coinciden: ambas consideran como un aspecto de mejoramiento de producción la utilización de tecnología; pero no sólo la implementación de nuevas tecnologías es importante para el Lean, pues esto va íntimamente ligado al concepto de producción. Si implementamos nuevas tecnologías sin haber previamente detectado y disminuido las actividades que no agregan valor, no se podrá sacar provecho cabalmente a la tecnología implementada, ya que la inversión hecha será mayor y no se tendrá un buen control de la producción. Es

recomendable analizar la línea de producción y posteriormente evaluar adquirir nuevas tecnologías.

Basándose en las características antes mencionadas la teoría Lean Construction ayuda a mejorar el flujo de trabajo, reduciendo la variabilidad y la dependencia entre actividades. Es una nueva forma de administración de producción aplicada a la construcción, cuyas características esenciales son tener un sistema claro de objetivos para maximizar la satisfacción del cliente, usando un sistema de control desde el diseño hasta la entrega del producto.

3.3. SISTEMA LAST PLANNER.

Basándose en la teoría Lean Production, Herman Glenn Ballard y Gregory A. Howell desarrollaron un sistema de planificación y control de proyectos llamado "Last Planner", lo que en español quiere decir "Último Planificador"

Según los autores, los principales obstáculos presentes en la construcción son:

1. La planificación no se concibe como un sistema, sino que descansa plenamente en la experiencia del profesional a cargo de la programación.
2. La gestión se enfoca en el corto plazo, descuidando el largo plazo.
3. No medimos el desempeño obtenido.
4. No se analizan los errores en la planificación ni las causas de su ocurrencia.

La planificación en la construcción es realizada por diferentes personas en la fase inicial del proyecto. Al planificar el proyecto, se focalizan los objetivos generales, las metas y se demuestra que las metas son alcanzables. Posterior a esto, en la fase de ejecución del proyecto un individuo decide qué es lo que debería hacer para cumplir las metas estipuladas en la fase de planificación, desarrollando el programa marco. El ejecutor debe decidir qué se hará mañana o la semana siguiente. El trabajo o actividades que son posibles de realizar se denominan asignaciones y, la persona que determina qué asignaciones serán realizadas, cuándo y por quién, se llama último planificador; pero ¿cómo sabe el último planificador qué actividades incluir en la programación de corto plazo?. El programa marco define lo que debería hacerse; pero no todas las actividades

que deberían realizarse pueden ser realizadas, ya que poseen ciertas restricciones que lo impiden. Sólo si libero todas las restricciones que posee una actividad podré ejecutarla. Entonces, lo que debe ser hecho se debe contrastar con lo que puede ser hecho.

Para mayor facilidad, veremos estos conceptos utilizando la teoría de conjuntos. Si lo que se hará es subconjunto de lo que puede ser hecho y a su vez lo que puede ser hecho es subconjunto de lo que debería ser hecho, hay altas probabilidades de que lo que se planificó se cumpla (ver figura 3.3)



Figura 3.3: Teoría de Conjuntos Sistema Último Planificador

Fuente: Guía para la Implementación, Alarcón 2008

Por el contrario, si lo que puede ser hecho es subconjunto de lo que se hará, no se cumplirá la programación. Como vemos, para programar las actividades a corto plazo, no basta con ver el programa marco, hay que ver también los factores externos que influyen en una obra y el estado real de ella. Hay gente que considera que se debe presionar a las unidades de producción para que realicen las tareas programadas sin importar los obstáculos que tengan para realizarlas, lo que finalmente genera un derroche de recursos en tratar de finalizar una actividad que no puede ser realizada, o si lo es, no será hecha de la forma en que corresponde. Una errada forma de control a la unidad de producción incrementa la incertidumbre y priva a los trabajadores de comprender

que la planificación es una poderosa herramienta para enfrentar el futuro de una mejor manera. A continuación detallaremos cada uno de los elementos que conforman el sistema “Último Planificador”.

3.3.1. Programa Maestro. (Master Schedule)

Los proyectos de construcción, tienen una planificación general o también llamado programa maestro, el cual se desarrolla según los objetivos generales que hayan sido planteados en el programa inicial. Este programa le pone fechas a los objetivos planteados, es decir, establece las metas del proyecto. Debemos recordar que las actividades de duración despreciable son consideradas como acontecimientos. Si un acontecimiento es especialmente importante se denominará hito. Entonces, el programa maestro nos sirve para identificar los hitos de control de nuestro proyecto.

Figura 2. Programación Maestra de toda la obra.

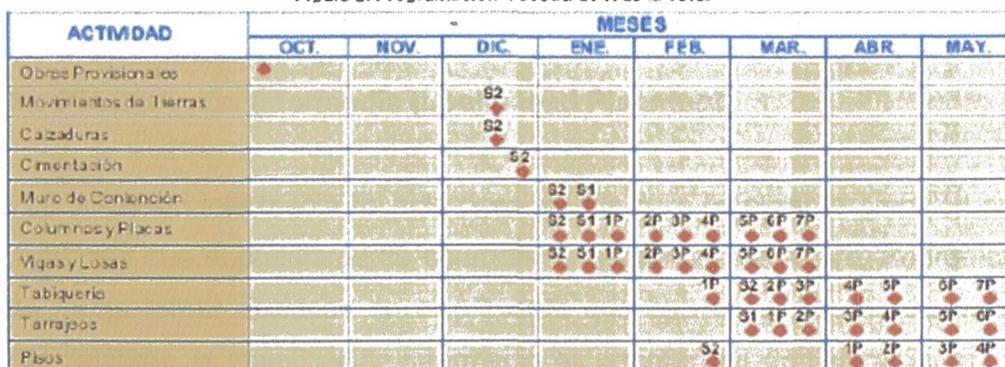


Figura 3.4: Ejemplo de Programación Maestra

Fuente: “La Planificación de obras y el Sistema Last Planner” Ing. Pablo Orihuela
<http://www.motiva.com.pe/>

3.3.2 Planificación por Fases (Phase Schedule)

Consiste en detallar las actividades que serán necesarias para ejecutar una fase del proyecto. En este tipo de planificación se usa la Técnica del Pull, para lo cual se recomienda la programación reversa, es decir, se trabaja de atrás (actividad final de una fase) hacia adelante (actividad inicial de la fase). Esto ayuda a determinar los trabajos que son necesarios para cumplir el objetivo de la fase.

Los involucrados deben reunirse para llevar a cabo la planificación de estas actividades. Una práctica recomendada por el Lean es trabajar en una pizarra con la ayuda de "post it" donde se escriben las tareas que deben ejecutar o que otros deben hacer para cumplir un objetivo. Estos son pegados y ordenados de acuerdo a la secuencia de trabajo. Asimismo, una vez que se ha planteado la secuencia, se comienza a calcular la duración del trabajo. Se debe buscar que los tiempos que se den sean lo suficientemente holgados para absorber cualquier variabilidad.

Los beneficios de esta parte de la programación son:

- ✓ El equipo entiende mejor el proyecto.
- ✓ El equipo tiene la oportunidad de conocerse más.
- ✓ Cada miembro sabe lo que los otros necesitan para llevar a cabo sus tareas.
- ✓ Todos entienden lo que se debe hacer y cuándo hay que hacerlo

3.3.3 Planificación Intermedia (Lookahead Planning)

La planificación intermedia ha sido desarrollada para focalizar la atención en las actividades que supuestamente ocurrirán en algún tiempo futuro. Podremos de esta forma tomar acciones en el presente que causen el futuro deseado. En otras palabras, la planificación intermedia es un intervalo de tiempo en el futuro que permite tener una primera idea de qué actividades serán programadas, para lo cual se debe coordinar todo lo necesario para que una actividad se pueda realizar, como lo son el diseño, los proveedores, la mano de obra, la información y los requisitos previos. Algunas funciones de la planificación intermedia son:

1. Equilibrar carga de trabajo y capacidad. Lo primero es definir los conceptos involucrados. Entenderemos como carga a la cantidad de salidas esperadas para una unidad de producción en un tiempo dado. Por otro lado, capacidad se refiere a la cantidad de trabajo que una unidad de producción puede lograr en un tiempo dado. Lo ideal es que la carga de trabajo que se asigna a una unidad de producción se equilibre con la capacidad que tiene dicha unidad. Este equilibrio se comienza a realizar en la planificación intermedia; pero aquí el planificador

sólo tiene una noción de qué tipo de unidad de producción requiere para realizar el trabajo y no qué unidad específica lo hará. Esto lo sabrá el ejecutor recién en la etapa de programación semanal. Así, este punto es necesario evaluarlo en ambas etapas del proyecto.

2. Revisar la secuencia de las actividades. Pese a que en la realización del programa madre se considera este punto, nunca está de más verificarlo. Esta es una etapa propicia para esta revisión, ya que no debemos olvidar que la planificación intermedia posee mayor grado de detalle que el programa madre.

3. Desarrollar detalladamente los métodos de ejecución. En la medida que detallemos mayormente la forma en que materializaremos las actividades que hemos programado, podremos ver qué inconvenientes encontraremos en terreno al momento de realizar la actividad. Así lograremos que la actividad no deba ser reprogramada por imposibilidad de ejecución.

4. Mantener un listado de actividades listas para ejecutar. Como ya se vio anteriormente, el producto de la revisión de restricciones de cada actividad que se realiza en la planificación intermedia, da como resultado un inventario de trabajo ejecutable (ITE). Así en caso de que una actividad programada no pueda ser ejecutada, independientemente del motivo, la unidad de producción no quedará ociosa ya que siempre habrá una actividad no incluida en la programación semanal que puede ser ejecutada, ya que tiene una holgura que permite distribuirla en el tiempo. Así logramos estabilizar el flujo de trabajo.

En esta etapa se mezcla lo que denominaríamos programa madre, programa marco y programa a mediano plazo. Sin embargo, lo fundamental es que al momento en que se desarrolle el programa marco se considere la verdadera capacidad que presente la empresa en obra, ya que de no ser así, el plan no representaría la forma en que trabaja el equipo y la implementación del sistema "Último Planificador" no tendría sentido.

Figura 3. Programación Lookahead.

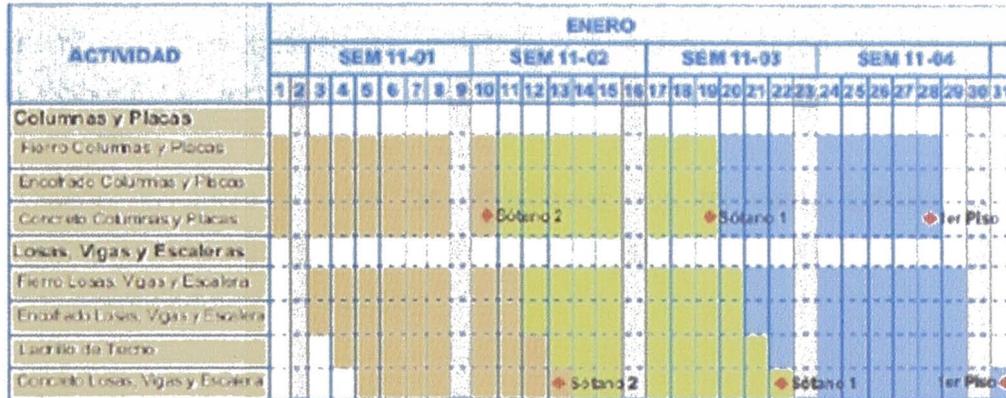


Figura 3.5: Ejemplo de Lookahead Schedule, período de 3 semanas.

Fuente: "La Planificación de obras y el Sistema Last Planner" Ing. Pablo Orihuela
<http://www.motiva.com.pe/>

Sin duda, la función principal que tiene la planificación intermedia es otra. Como podemos suponer, uno de los principios fundamentales del sistema "Último Planificador" es el control del flujo de trabajo. La idea principal es que el trabajo tenga una mejor secuencia, y podamos evitar así los tiempos ociosos de las unidades de producción. Así como el control de la unidad de producción controla la unidad productiva en sí, el control del flujo de trabajo controla el traspaso de los trabajos desde una unidad de producción a otra. La responsabilidad de este control recae sobre esta etapa de planificación intermedia. Lo primero, es determinar el intervalo de tiempo que abarcará la planificación intermedia, el cual en general abarca de 4 a 12 semanas. Para ver cuántas semanas abarca mi intervalo debo evaluar las condiciones del proyecto. Por ejemplo, si estoy ubicada en una zona aislada, en la cual los proveedores tienen un tiempo de respuesta de 5 semanas, mi intervalo de planificación intermedia no debe ser menor a 5 semanas. Para una obra normal, el intervalo de tiempo recomendado son de 5 a 6 semanas. Por ejemplo, en un horizonte de 5 semanas, las semanas se enumerarán desde la 1 a la 5, desde el presente hacia el futuro. Esto es, la semana 1 será la más cercana y la 5 la lejana. Independiente del número de semanas que se consideren en el horizonte de análisis, lo importante es mantener siempre esa cantidad de semanas, es decir, transcurrida una semana debe entrar otra semana al final de nuestra planificación intermedia.

Una vez que tengo identificado mi horizonte de trabajo, debo desglosar el programa marco y determinar qué actividades se deben realizar durante este

tiempo. En cada una de las actividades, debo identificar qué factores impiden que mi actividad pueda ser realizada. A estos factores le llamaremos restricciones. Las restricciones más comunes en la construcción son:

1. **Diseño:** involucra a todas las actividades que no están definidas en el proyecto, ya sea por incongruencia entre las especificaciones técnicas y los planos o simplemente por omisión.
2. **Materiales:** se refiere a que los materiales necesarios para ejecutar la actividad deben estar disponibles en obra antes de la fecha de inicio programada para la actividad.
3. **Mano de Obra:** se debe contar con una claridad sobre la cantidad de mano de obra disponible para realizar la actividad.
4. **Equipos y Herramientas:** corresponde a tener disponibilidad de equipos y herramientas necesarias para realizar la actividad en el momento indicado.
5. **Prerrequisitos:** se refiere a que las actividades que deban cumplirse antes que se inicie nuestra actividad ya lo hayan hecho. En obra a esta restricción se le llama "cancha".
6. **Calidad:** se refiere a que si existe un control de calidad por parte de la empresa. En caso de existir este plan de calidad, se debe detallar previamente a la realización de la actividad qué requisitos serán exigidos y evaluados posteriormente a su término.

Para actividades especiales, puede haber otro tipo de restricciones aparte de las recién mencionadas, como por ejemplo, inspecciones, permisos, etc. En estos casos, también habría que incluirlas en el listado de restricciones y realizar su debido seguimiento para liberarlas.

Además a cada actividad se le asigna un responsable de ejecución y un responsable de seguimiento. Ambos deben liberar las restricciones de la

actividad para que pueda ser ejecutada según lo programado. También es recomendable poner las fechas tentativas de inicio y término de cada actividad.

Figura 4. Programación semanal y análisis de restricciones.

ACTIVIDAD	ENERO				Unid	Medrado	Cant. de material	Actividad Precedentes	RESTRICCIONES					Liberado
	Sem 1 - 05								Cablez	Marco de obra	Materiales	Llaves	Condiciones Externas	
	17/18	19/20	21/22	23										
Columnas y Placas														
Fierro Columnas y Placas					kg	4.000	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	S
Encofrado Columnas y Placas					m ²	250	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	S
Concreto Columnas y Placas					m ³	23	ok	ok	ok	ok	Falta adhesivos	ok	ok	No
Losas, Vigas y Escaleras														
Fierro Losas, Vigas y Escaleras					kg	2.900	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	S
Encofrado Losas, Vigas y Escalera					m ²	255	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	S
Lacado de Techo					urd	2.900	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	S
Concreto Losas, Vigas y Escalera					m ³	70	ok	ok	ok	ok	Falta agregado	ok	ok	No

Figura 3.6: Programación semanal y análisis de restricciones.

Fuente: "La Planificación de obras y el Sistema Last Planner" Ing. Pablo Orihuela
<http://www.motiva.com.pe/>

En la figura 3.6 se muestra el formato que posee la planilla de control de restricciones de la planificación intermedia. Todo esto ayuda a una identificación y rastreo sistemático del estado de las restricciones en las asignaciones.

En la planificación intermedia un concepto fundamental es el de revisión, el cual consiste en determinar el estado de las tareas en relación a sus restricciones y a la posibilidad de removerlas antes del comienzo programado de la actividad, a partir de lo cual se puede elegir adelantarlas o retardarlas con respecto al programa maestro. Lo importante, es que se pueden detectar los problemas anticipadamente, contándose así con suficiente tiempo para resolverlos y no atrasar el inicio programado de la actividad. Si no existiera la revisión de las restricciones para cada actividad, se asumiría que todos los requisitos para ejecutar la actividad estarán disponibles al momento de querer iniciarla, lo cual casi nunca ocurre en obra. Darse cuenta de esto al momento de iniciar la actividad provoca inevitablemente un retraso en el inicio de ella, con su consecuente reprogramación.

La revisión (o "screening") que se produce en esta etapa, se hace cuando la actividad es considerada para entrar a la planificación intermedia. La teoría dice que sólo deben ingresar a la planificación intermedia aquellas actividades que, según el planificador, tengan una alta probabilidad de ser ejecutadas en la fecha

programada. Si el planificador no está seguro de que las restricciones pueden ser removidas, las potenciales asignaciones serán retardadas. La revisión, es la primera oportunidad que se presenta para comenzar a estabilizar el flujo de trabajo, ya que se está tomando conocimiento que existen actividades que, llegado el momento, no podrán ejecutarse por no tener sus restricciones liberadas (Ver figura 3.7).

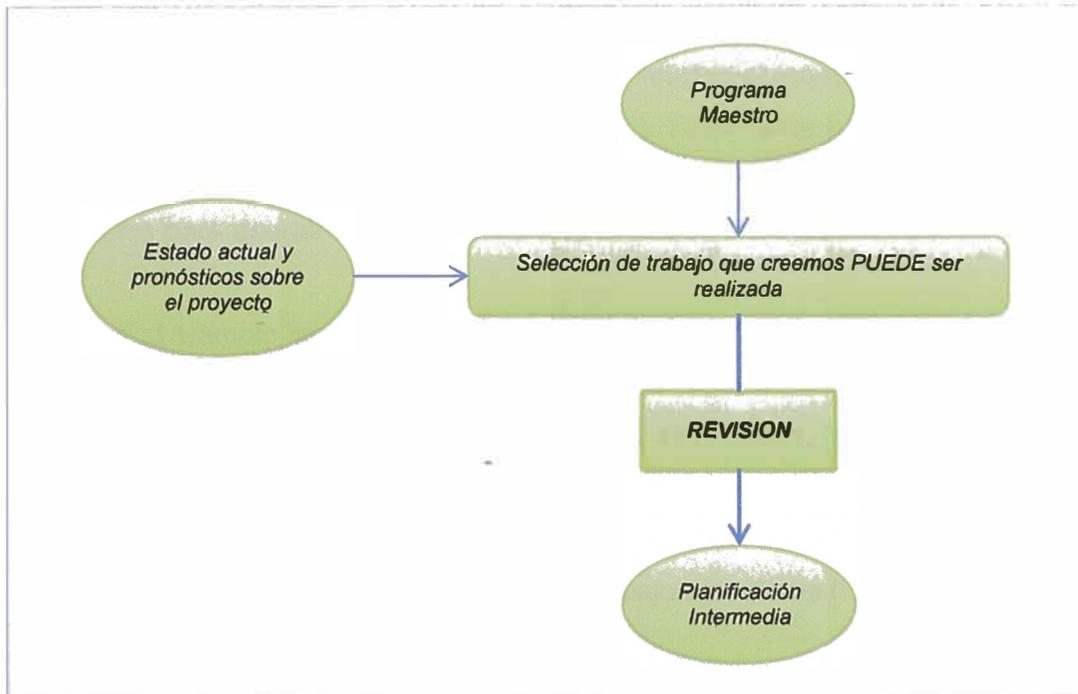


Figura 3.7: Esquema del Concepto de Revisión

Fuente: "Implementación del Sistema Last Planner en una Habilitación urbana". Miranda Casanova, Daniel

El último párrafo nos recuerda los conceptos "pull" y "push" tratados en el punto 3.2. Si consideramos que "pull" es permitir que el material o la información entre al proceso de producción sólo si el sistema es capaz de ejecutar el trabajo vemos claramente esta idea en el concepto de revisión de la planificación intermedia. Acá lo análogo es incorporar las actividades al horizonte de análisis sólo si es probable que pueda liberar las restricciones, en otras palabras, ingresará a nuestro proceso de producción sólo si creemos que somos capaces de ejecutar la actividad. Por el contrario, el no realizar el proceso de revisión hace que todas las actividades entren a la planificación intermedia, lo cual supone implícitamente que todas serán realizadas. En esta otra arista vemos el concepto antagónico, es decir, el concepto "push".

Finalmente, aparece la preparación de las restricciones. Acá, el planificador debe tomar las acciones necesarias para remover las restricciones de las actividades, para que puedan comenzar en la fecha programada. El liberar restricciones, está íntimamente relacionado con los tiempos de respuesta que tengan nuestros proveedores. Es por esto que debemos conocer el tiempo de respuesta más probable que nos brinda el proveedor, el cual como ya se dijo, debe ser más corto que la ventana de planificación intermedia. Luego se debe “tirar” el material hacia la obra, es decir, pedirle certeza al proveedor acerca de cuándo contará con las entradas provenientes de él para completar el proceso en el cual deben entrar (nuevamente aparece el concepto “pull”). Finalmente hay que apresurar, aunque este paso no es siempre necesario. Esto implica introducir recursos adicionales para acortar los tiempos de respuesta, en caso de ser necesario.

Si vemos el ejemplo ilustrado en la figura 3.6, hay actividades que ya tienen sus restricciones liberadas como son el “Encofrado de columnas y placas”, “Fierro de losas, vigas y escaleras”. A todo el resto de las actividades, les falta a lo menos una restricción por liberar. Cuando una actividad ya ha sido liberada de todas sus restricciones, está en condiciones de ser ejecutada. Así es como pasamos al siguiente nivel del sistema: el inventario de trabajo ejecutable (ITE).

Cuando liberamos las restricciones de alguna actividad, esta actividad pasa inmediatamente a una lista de actividades que podemos ejecutar. Esta lista es el llamado inventario de trabajos ejecutables. En esta etapa, estamos pasando desde las actividades que se deben hacer, hacia las actividades que se pueden hacer. En el inventario de trabajo ejecutable no sólo pueden haber tareas de las semanas futuras, sino que también puede haber tareas que se debían o podían haber ejecutado en la semana en curso; pero que no lo hicieron al no ser consideradas en las asignaciones semanales. Esto es muy común ya que la idea es mantener un ITE que asegure un trabajo realizable por unidades con el doble de capacidad que las que se tienen efectivamente en obra, esto con el objetivo de no tener nunca unidades ociosas por el motivo de no tener potenciales trabajos para ejecutar en caso que falle la realización de alguna actividad considerada en el programa semanal. No hay que ser siempre tan negativos y podemos ponernos en el caso que las actividades programadas se cumplan antes de lo esperado. Esto también puede ser un foco de tiempo ocioso para la

unidad si es que no hubiera trabajo listo para ejecutar. Entonces, teniendo un inventario de tareas potencialmente realizables, puedo elegir qué haré desde un universo de lo que puedo hacer.

3.3.4 Plan de trabajo semanal (Weekly Work Plan)

El objetivo de este último nivel de planificación es controlar a la unidad de producción, lo cual tiene como objetivo, lograr progresivamente asignaciones de mayor calidad a través del aprendizaje continuo y acciones correctivas. El control de la unidad de producción, depende de la calidad de las asignaciones hechas por el último planificador. Las principales características que hacen que la asignación sea de calidad son:

1. Actividades bien definidas para que pueda ser ejecutado sin ambigüedades, para lo cual las asignaciones deben ser lo suficientemente específicas en su descripción.
2. La secuencia de trabajo de las actividades planteadas debe ser lógica. Las asignaciones se deben hacer a partir de aquellas consideradas legítimas en orden de prioridad y ejecución.
3. La cantidad de trabajo seleccionada debe ser directamente proporcional a la capacidad que tenga la unidad de producción. Además se debe tener claro si los tamaños de las asignaciones se determinan según la capacidad individual o grupal antes de comenzar el periodo de ejecución.
4. Prerrequisitos que tenga la actividad ya deben haber finalizado (lo que en terreno es llamado "cancha"). En el fondo es que la unidad de producción tenga lo que necesita de otros.

El formato utilizado para realizar la programación semanal se puede observar en la figura 3.9. Es un formato simple, en donde las filas representan las actividades y las columnas los días de la semana que se programan. Debemos mencionar que la programación semanal no tiene por qué comenzar un lunes. Esto dependerá del calendario de trabajo que se tenga en terreno y del día en que se realice la reunión de planificación. En el ejemplo la semana considerada es de lunes a sábado.

La retroalimentación es una parte fundamental en todo esto. En la medida en que sepamos los motivos por los cuales no completamos la programación de cada semana podremos mejorar. Para ello, la medición del porcentaje de actividades completadas (PAC) es un buen indicador de la calidad de nuestras asignaciones. El PAC es el número de actividades completadas que fueron programadas dividido por el total de actividades programadas para la misma semana, todo esto expresado como porcentaje. La actividad se considera como completada sólo si se ha finalizado. Es decir, si tengo hecho menos de un 100% de lo que había programado hacer de la actividad durante la semana, la actividad se considera como no realizada. Si la actividad se encuentra realizada completamente se le asigna un 1 y si la actividad no se encuentra terminada según lo programado se le asigna un 0.

PROGRAMACION SEMANAL								
ITEM	ACTIVIDAD	MESES						PAC
		LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB	
01.00.00	Columnas y Placas							
01.00.01	Fierro Columnas y Placas	X	X	X				1
01.00.02	Encofrado Columnas y Placas	X	X	X				1
01.00.03	Concreto Columnas y Placas	X	X	X				0
01.01.00	Losas, Vigas y Escaleras							
01.01.01	Fierro Losas, Vigas y Escaleras	X	X	X	X			1
01.01.02	Encofrado Losas, Vigas y Escaleras	X	X	X	X			1
01.01.03	Ladrillo de techo	X	X	X	X	X		1
01.01.04	Concreto Losas, Vigas y Escaleras	X	X	X	X	X	X	0

Figura 3.8. Ejemplo de Medición del PAC. (Elaboración Propia)

Una vez que sé qué actividades programadas no fueron ejecutadas, debo proceder a identificar las causas de no cumplimiento. Podemos ver que el PAC es una poderosa herramienta para identificar los focos que pueden servir como mejoras al sistema e implementar soluciones, ya que los orígenes de los no cumplimientos no sólo pueden ser fallas en la mano de obra, materiales o causas externas, sino que también, el origen de las fallas en la ejecución del trabajo programado, pueden provenir de deficiencias a nivel organizacional, procesos o funciones. Sólo así podré generar un flujo de trabajo continuo. Entre las causas de no cumplimiento de la programación semanal podemos encontrar las siguientes razones:

1. Falla en sistemas de información. Por ejemplo, considerar actividades prerequisite como finalizadas, siendo que no es así.
2. Falla en aplicar los criterios de calidad mencionados. Por ejemplo, tal vez la actividad no cumplió el avance programado para la semana porque se superestimó la capacidad de la cuadrilla.
3. Cambio en las prioridades de la obra, destinando recursos a actividades urgentes.

Cualquiera sea el motivo de no cumplimiento, lo importante es aprender de él para no volver a repetirlo en el futuro.

Hay un punto muy importante que se puede observar en este nivel de planificación y que es el nivel de compromiso que tiene el grupo de trabajo con la implementación del sistema

“Último Planificador”. En la medida que no haya un compromiso real de parte del equipo, no tiene sentido intentar implementar este sistema, ya que él se basa en este fundamento. En general nunca se verifica si es que el encargado de realizar la actividad tiene las capacidades para realizar el trabajo. A él se le impone la actividad sin saber si él la puede realizar o no. Esto no le hace bien al grupo ya que no se sienten parte del equipo y, al no sentirse tomados en cuenta, su predisposición al trabajo será diferente. La idea de este sistema es que la persona que efectivamente será el responsable de ejecutar el trabajo se comprometa a realizarlo y, si considera que no podrá hacerlo por cualquier motivo, lo diga. El compromiso que él asume cuando afirma que es capaz de realizar una actividad, no es con el fin de reprocharlo en caso que no cumpla la actividad al final de la semana, si no que es con el objetivo de generar un mayor compromiso grupal, ya que él sabrá que sus acciones no sólo le afectan a él, sino que a toda la línea de trabajo que viene posterior a él y que requiere como prerequisite la actividad que él se está comprometiendo a hacer. Si sabemos de antemano que ese trabajo no será realizado, debemos decir claramente que no podemos realizarlo y así no lo pondremos como que puede ser ejecutado y

estaremos protegiendo nuestro flujo de trabajo. Con esto logramos que el compromiso adquirido se vea reflejado en el PAC.

3.4 LAST PLANNER SYSTEM – VISIÓN GLOBAL

En base a la estructuración del sistema que se ha detallado en los ítems anteriores, ahora pasamos a presentar un diagrama de flujo en el cual se puede visualizar todos los niveles jerárquicos de planificación en el sistema así como sus procesos principales.

Lo interesante de este diagrama es que se puede visualizar toda 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 los ítems anteriores de Estructuración del Last Planner System, (ver Figura 3.09)

Ademas Ballard también indica que el Last Planner System agrega un componente de control al sistema tradicional de gestión de proyectos. Si recordamos el diagrama para un sistema tradicional (ver Figura 2.2) y lo comparamos con el que se presenta en la Figura 3.10 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). 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.

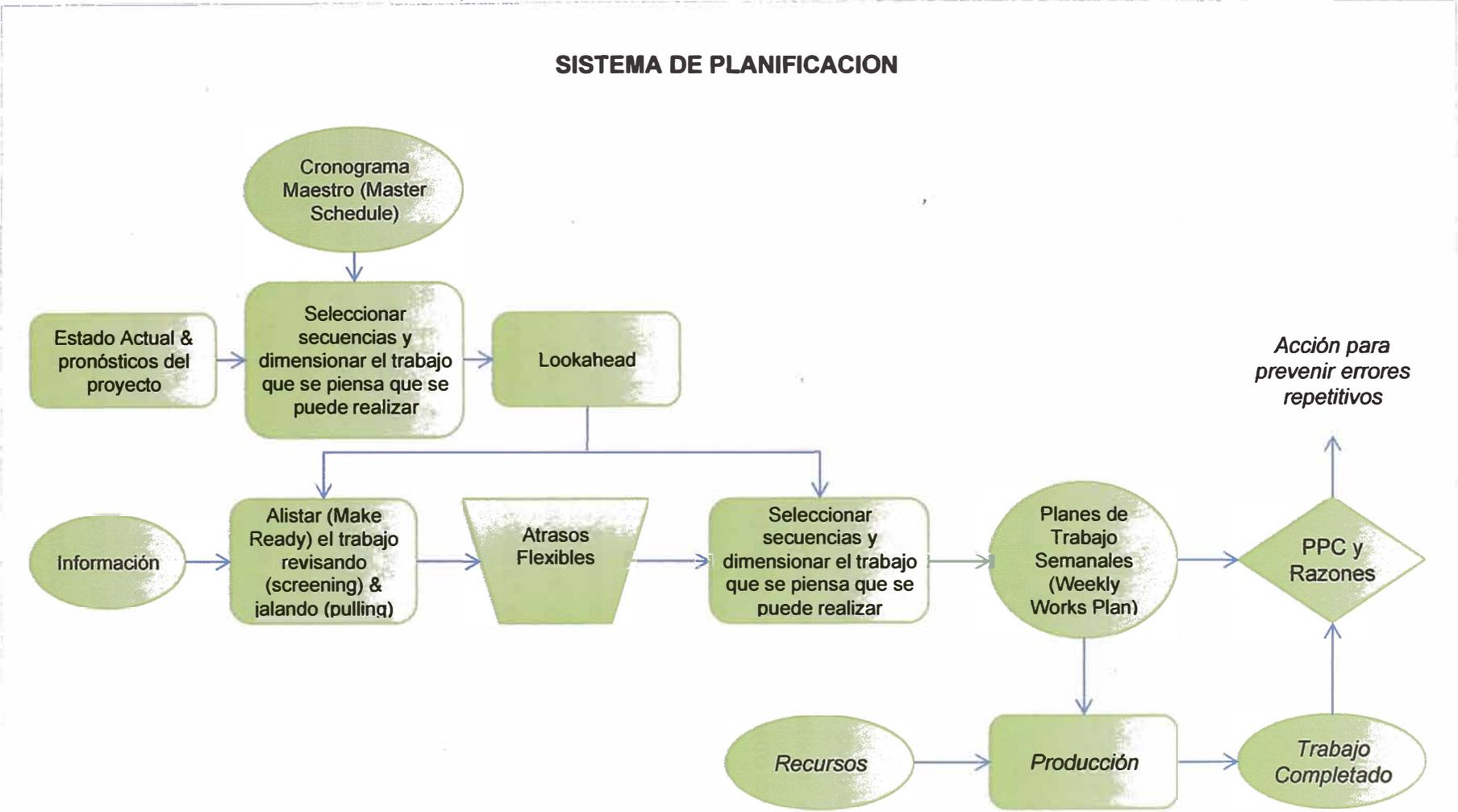


Figura 3.9: Last Planner System, Lookahead en destaque. (Ballard, 2000)

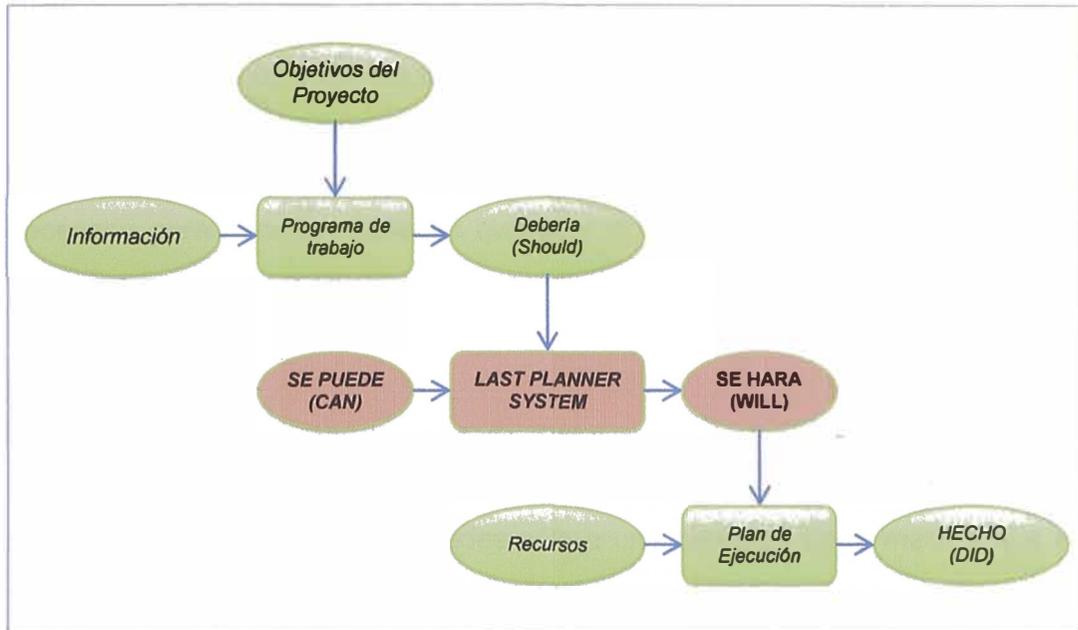


Figura 3.10: Componente Adicional al Sistema Tradicional. (Ballard 2000)

Los principios de la construcción sin pérdidas o Lean Construction, poco a poco, se han abierto paso dentro de la industria de la construcción. El detectar y tratar de reducir o eliminar las actividades que no agregan valor a nuestro producto final es sumamente beneficioso, ya que como todos sabemos, la construcción es un sector que se caracteriza por la poca eficiencia del trabajo.

El sistema "Último Planificador", engloba los conceptos utilizados por el Lean Construction y los aplica en una metodología clara que ayuda a reducir la incertidumbre innata de la construcción. El principio es comenzar el análisis desde lo más general hasta lo más específico, es decir, desde la programación general hasta la semanal. En el medio, hay etapas que ayudan a filtrar incertidumbres que pueden provocar que nuestro flujo de trabajo no sea continuo, como lo es la planificación intermedia. Esta etapa del sistema es interesante, ya que mezcla muchos conceptos importantes. La idea es tener una visión no sólo hacia el corto plazo, sino que ver más allá para poder adelantarme a los factores que, llegado el momento de ejecutar mi actividad, impiden que lo pueda hacer. En general, en las obras se vive el día a día y se trata de solucionar los problemas cuando se presentan. Sólo en contadas ocasiones se previene, casi siempre sólo se corrige. Incorporar la idea de prevenir en la construcción es algo nuevo y muy útil. Otro principio que llama la atención en esta etapa del sistema, es que utilizando el concepto "pull" podemos tener una

línea de producción más eficiente al incorporar sólo los materiales que necesitamos para ejecutar las actividades que sé que podré realizar. Esto no se ve en la construcción, ya que siempre damos por hecho que podremos ejecutar todo lo que programemos y que además contaremos siempre con todo lo necesario para hacerlo, sabiendo que esto no es así. En la obra nunca están todos los materiales y recursos necesarios para ejecutar una actividad, siempre se deben considerar los tiempos de respuesta de los proveedores.

También, como pudimos ver, en cada etapa se asignan personas responsables de hacer que todo el sistema funcione adecuadamente, esto con el objetivo de no sobrecargar de responsabilidades sólo a una persona. En la medida que se diversifique la asignación de las responsabilidades, dentro del grupo de trabajo habrá una mayor probabilidad de que se cumpla lo programado, ya que los factores a manejar por cada persona serán considerablemente menores. Además, diversificando responsabilidades genero un mayor sentido de compromiso desde el grupo de trabajo hacia la empresa, otro de los pilares fundamentales del sistema. El efecto psicológico que se crea sobre los trabajadores al sentirse involucrados en el desarrollo de la obra, hace que tengan mayores incentivos para cumplir lo programado, ya que ellos han participado no sólo en ejecutar el trabajo, sino que también en planificarlo. El hecho que den su palabra y se comprometan a cumplir lo programado es fundamental para poder tener un mejor desempeño de las unidades productivas. También se cambia el paradigma de que nunca se debe decir que no cuando se asignan trabajos. El decir "no" no es una señal de rebeldía o pereza, sino que es visto como un aporte a la planificación del trabajo de todos. Se toma conciencia de que el trabajo es en equipo y, que en la medida en que yo trabaje y cumpla lo que he dicho que puedo cumplir, las unidades que vienen después de mí que necesitan que mi trabajo haya sido terminado, puedan ejecutar el trabajo que les corresponde. Cada unidad productiva es como el eslabón de una cadena, no es un grupo que trabaje en forma independiente del entorno.

Sin embargo, este punto que es tan favorable en la medida en que se sepa practicar puede causar también efectos negativos, que hacen que la aplicabilidad del sistema se ponga en duda si es que no hay un real compromiso de todos los involucrados. No tiene sentido implementar el sistema si es que el

grupo no está realmente convencido de su utilidad, lo cual es siempre difícil en un grupo de trabajo y sobre todo si la masificación del “Último Planificador” aún no se ha producido. Para muchos esto es algo nuevo, por lo que están reacios a implementarlo en sus obras.

El grupo también debe comenzar a aprender de los errores. El hecho de identificar las causas que provocan los no cumplimientos de actividades programadas sirve para que en el futuro eviten volver a cometer el mismo error. Esto no siempre se da en los sistemas de construcción actuales y, es la base del mejoramiento continuo. Siempre un sistema se puede mejorar más; pero para hacerlo se necesitan básicamente dos cosas: aprender a identificar la raíz de los problemas y tener un grupo de trabajo con espíritu de superación.

En resumen, el método propone una forma medianamente simple para disminuir la variabilidad presente en el flujo de trabajo de la industria de la construcción utilizando como base los principios Lean creados para la industria manufacturera. Es interesante que, pese a la gran diferencia presente en ambos mercados, se pueda ver puntos en común y utilizar lo positivo de la industria manufacturera para aplicar y sacar más provecho en la industria de la construcción. Sin embargo, la gran influencia que tiene en la construcción el factor humano puede hacer que no sea simple su implementación; pero de lograrse un real convencimiento de que el sistema es beneficioso para todos, es una herramienta teóricamente muy útil.

CAPITULO IV

APLICACIÓN EN LA HABILITACIÓN TIENDA PARIS BELLAVISTA

4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1.1. Ubicación del Proyecto

Centro Comercial Mall Aventura Plaza Bellavista, Avenida Mariscal Oscar R. Benavides Benavides #3866

4.1.2. Información General del Proyecto

- **PROYECTO:**
"IMPLEMENTACION DE TIENDA PARIS BELLAVISTA"
- **GERENCIA DEL PROYECTO:**
THIESSEN.
- **CONSTRUCTORA:**
ACTIVA PERU M&O CONSTRUCTION S.A.C.
- **PROPIETARIO:**
CENCOSUD S.A.
- **SISTEMA DE CONTRATACIÓN:**
Contrato a Suma Alzada
- **FECHA DE INICIO DE EJECUCIÓN:**
21-07-2014
- **ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:**
5,540 m²

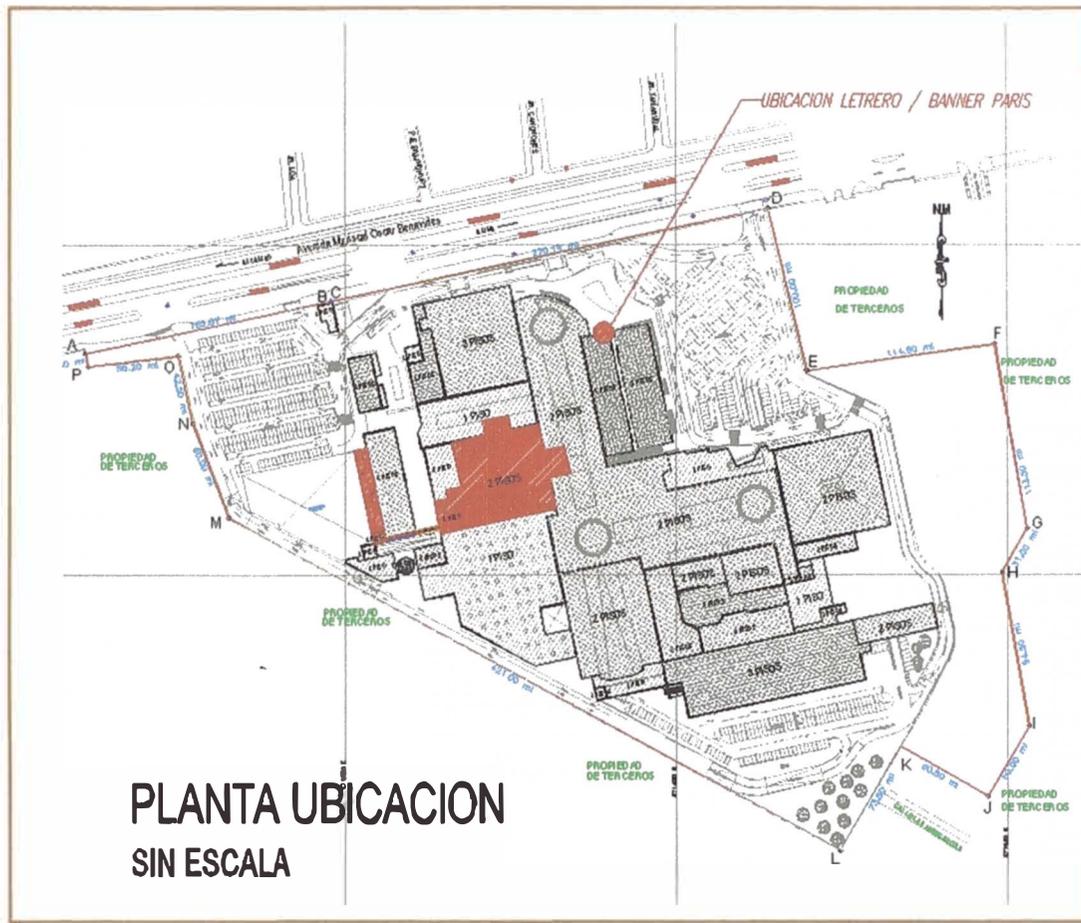


Figura 4.1: Plano de Ubicación

4.2. ALCANCES DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

El Proyecto “IMPLEMENTACION TIENDA PARIS BELLAVISTA” comprende los siguientes alcances:

La construcción de la edificación en los niveles 1er piso y 2do piso, solo comprenderá los siguientes alcances:

- Obras Preliminares
- Obras Civiles: Obra húmeda
- Terminaciones de Arquitectura de acuerdo a lo especificado en planos
- Obras de IISS, IIEE,HVAC , ACI, VOZ Y DATA, DETECCION Y ALARMA.

Además los siguientes suministros serán por cuenta del propietario:

- Suministro de Porcelanato.
- Suministro e instalación de escalera eléctrica.
- Suministro e instalación de grupo electrógeno.
- Sumistro de luminarias.
- Mobiliario de Oficinas y de Tienda.
- Suministro e instalación de malla a tierra.
- Musica ambiental y perifoneo.
- Suministro e instalación de ROOF TOP

4.3 MÉTODO DE TRABAJO

El trabajo se planificará para cumplir estrictamente con el plazo establecido en nuestra oferta, siguiendo en todo momento con lo señalado en los planos, especificaciones técnicas, memorias descriptivas, para cumplir con cada una de las etapas durante el desarrollo de las partidas que conforman el presupuesto.

Como se menciona en líneas anteriores, la ejecución de la obra se realizará teniendo como base el desarrollo y control de la Gestión de Producción la cual es el eje medular el Sistema de Gestión de Proyectos de Construcción.

Para lograr una Programación confiable, es imprescindible analizar y levantar las restricciones de las tareas programadas, y medir la confiabilidad de la programación a través del PPC y del análisis de las causas de incumplimiento.

La elaboración de un buen Planeamiento (visión a largo plazo) que aplique Principios de Física de Producción y que establezca estrategias para manejar la Variabilidad, y Una Programación confiable (visión de mediano y corto plazo), metódica y sistemática de las actividades a realizar

- Se identificarán los cuellos de botella.
- Uso de Buffers.
- Reducción del lote de trabajo (Sectorizaciones).
- Balanceo de la carga de trabajo (Trenes de Trabajo).

4.4. PLAN DE TRABAJO DE OBRA

Para esta obra, las fechas de ejecución de los trabajos que nos resultan del análisis del mismo, resultan en las siguientes:

Fecha de Inicio: 21 de Julio 2014

Fecha de Término: 19 de Octubre 2014.

Cada grupo de partidas está relacionado directamente con la entrega de áreas objetivos, pues solo se necesitan que se terminen partidas, para que puedan iniciarse trabajos de implementación y posteriormente de implementación.

Se han identificado las siguientes etapas:

Grupo 1 - Obras Húmedas:

Se detallan la ejecución de aquellas partidas que forma parte del casco húmedo y que por su complejidad, secuencia y desarrollo implican intervención en todos los frentes para la habitabilidad e ingreso de partidas para los contratistas de especialidades:

Obras de Concreto Simple

Muros

Pisos

Grupo 2 - Obras de Terminaciones parciales:

Se incluyen las partidas que pueden ejecutarse en forma secuencial y son:

Tabiquería drywall y MDF

Enchapes piso y pared cerámicos

Carpintería de madera

Carpintería Metálica

Vidrios

Divisiones de SSHH

Instalación de Cielo Raso

Pintura en interiores (1° mano)

Grupo 3: Obras de Terminaciones totales:

Se incluyen las partidas finales que montaje de equipos, artefacto y otros y se necesitan verificar para su operatividad, a la par con las instalaciones, equipos, y otros, ejecutados por contratistas de la Empresa; se añade que en este grupo también se realizan actividades directas de la tienda, como ubicación y posicionamiento de insumos para venta:

Pintura final

Montaje de Aparatos Sanitarios, Griferías y Accesorios

Limpieza Final de la Obra.

Todas las actividades se programarán para cumplir con los plazos de entrega, según el **BAE**, adjunto en las bases. **(CRONOGRAMA DE OBRAS Y ENTREGA PARCIAL DE SECTORES)**

TABLA DE AREAS E HITOS DE LICITACIÓN

HITOS	Días corridos	DESCRIPCIÓN	Alcance de los trabajos
1	7	Obras provisionales	Incluye la habilitación de todas las obras provisionales previstas
2	45	Recepción de mercadería, patio de maniobra, almacén y pre almacén	Incluye el ingreso de mercadería a obra, de acuerdo al cronograma de compras.
3	65	Área de ventas 1er Piso, zona de colaboradores y áreas operativas, comunicaciones, subestación y cuarto de tableros	Incluye luminarias con energía definitiva y la habilitación de los sectores involucrados con sus respectivas instalaciones. Debe permitir el ingreso de Contratista de Muebles 15 días antes de la entrega.
4	75	Entrega de expediente INDECI	Entrega de todos los documentos detallados para la inspección
5	80	Área de ventas 2do Piso, (Incluye baños de servicio público)	Incluye luminarias con energía definitiva y la habilitación de los sectores involucrados con sus respectivas instalaciones. Debe permitir el ingreso de Contratista de Muebles 15 días antes de la entrega
6	90	Entrega total de obra (Incluye dossier de calidad y planos as-built)	Todos los sistemas deberán estar operativos al 100%, con las pruebas correspondientes

Cuadro 4.1: Hitos de licitación

Para cumplir con las etapas y fechas programadas, se ha planeado ejecutar los trabajos en dos frentes: El primer frente incluye el sótano, trastienda y el segundo frente incluye la Sala de Ventas y el mezzanine.

Frente 1: Sector 2A, Sector 2B, Sector 2C, Sector 2D

Frente 2: Sector 1A, Sector 1B, Sector 1C, Sector 1E

Se iniciara con los vaciados por el frente 1 continuando con el frente 2 respetando la secuencia mostrada, en las partidas de especialidades los frentes 1 y 2 se ejecutaran en forma paralela así como en algunas partidas de acabados mostrados en el cronograma.

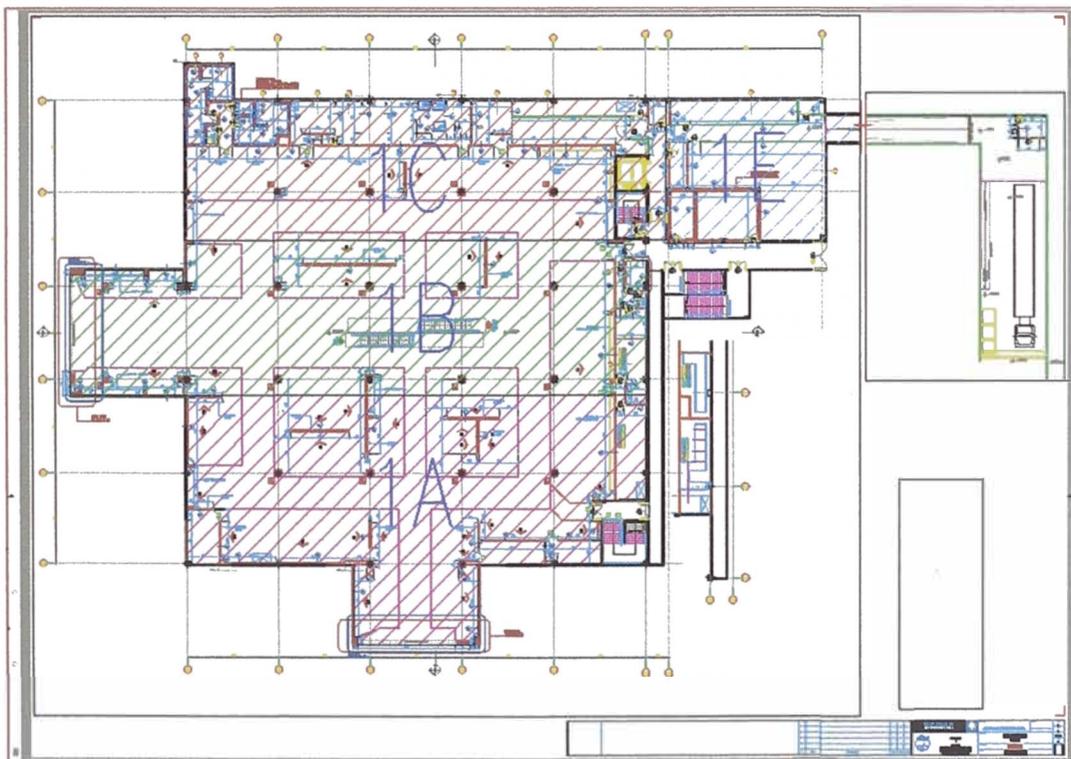


Figura 4.2: Sectorización Primer Nivel

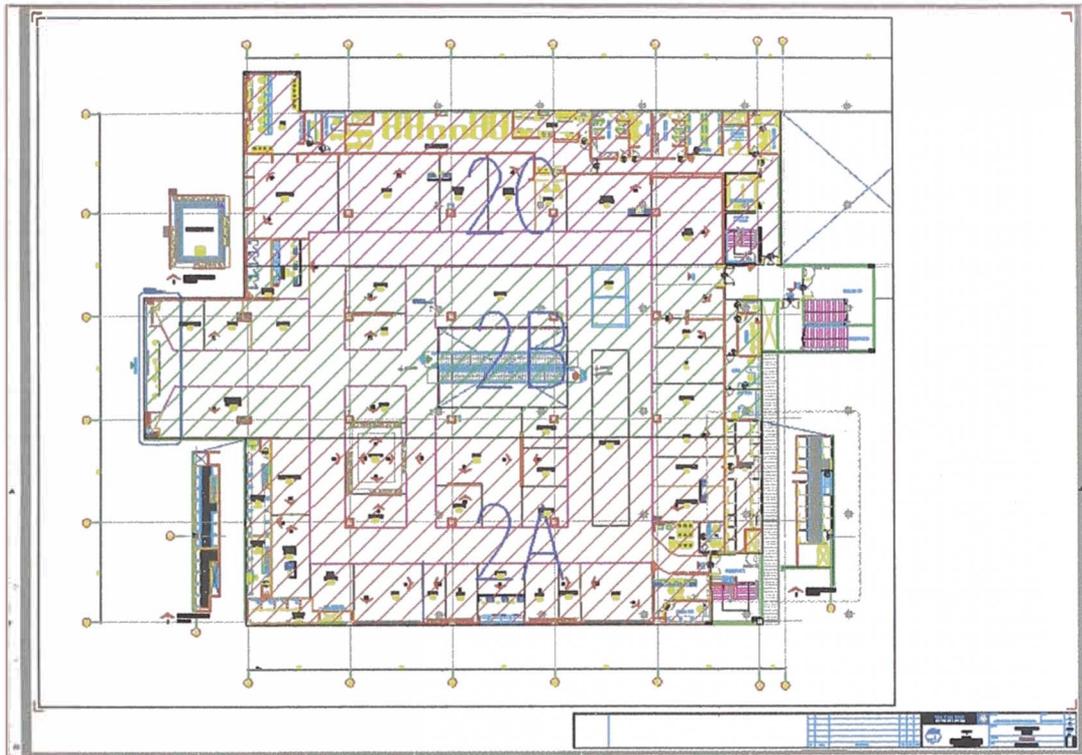


Figura 4.3: Sectorización Segundo Nivel

4.5. RELACIÓN DE SUBCONTRATISTAS POR ACTIVIDAD

RELACION DE SUBCONTRATISTAS POR ACTIVIDAD		
Proyecto : IMPLEMENTACION DE TIENDA PARIS BELLA VISTA		
Cliente: CENCOSUD S.A.		
Contratista : ACTIVA PERU M&O CONSTRUCTION S.A.C.		
ITEM	ACTIVIDAD	SUBCONTRATISTA
1	PERSONAL DE CASA	ACTIVA PERU M&O CONSTRUCTION S.A.C.
2	TOPOGRAFIA	RCMR S.A.C.
3	CONCRETO	IBERIUM PERU S.A.C.
4	OBRAS CIVILES	TARAZONA CALDERON CORPUS FELISMER
5	PERFORACION DE PISOS (diamantina)	CVC
6	DRYWALL	MCM SERVICIOS GENERALES S.A.C.
7	ENCHAPE	J&M PISOS Y ACABADOS E.I.R.L.
8	CARPINTERIA METALICA	QUISPE QUISPE PATRICIA LILIANA
9	CARPINTERIA DE MADERA	JOSE LUIS ENTRADES CASTAÑEDA
10	ESTRUCTURA METALICA	JMIC S.A.
11	PINTURA	BALLARDO PADILLA BLANCA LUZ
12	IIIEE	APC INVERSIONES Y NEGOCIOS E.I.R.L.
13	AIRE ACONDICIONADO - HVAC	COLD IMPORT S.A.
14	AGUA CONTRA INCENDIO	G&K SISTEMAS CONTRA INCENDIOS
15	IISS	APC INVERSIONES Y NEGOCIOS E.I.R.L.

Cuadro 4.2: Relación de Subcontratistas por Actividad

4.6 ELABORACIÓN DE PROGRAMA MAESTRO

Se elaboró la programación por el método diagrama de barras Gantt, en el que describe todas las actividades representativas del proyecto en una secuencia propia, al mismo tiempo muestra la fecha de inicio y los hitos a cumplir según bases de licitación.

TABLA DE AREAS E HITOS DE LICITACION

HITOS	Dias corridos	DESCRIPCION	DIAS TRANSCURRIDOS
1	7	Obras provisionales.	
2	45	Recepcion de mercaderia, patio de maniobras, almacen y prealmacen.	45 días
3	65	Area de ventas 1er Piso, zona de colaboradores y areas operativas, comunicacion, subestacion y cuarto de tableros.	65 días
4	75	Entrega de expediente INDEC1.	75 días
5	80	Area de ventas 2do Piso. (Incluye baños de servicio publico)	80 días
6	90	Entrega total de obra. (Incluye dossier de calidad y planos as-built)	90 días

Figura 4.4: Programa Maestro

Plan de Obra Paris MAP Bellavista OBRA REV 04

4.7 LOOKAHEAD PLANNING

En este nivel la planificación se trabaja con actividades que abarcan un intervalo de tiempo. Los "last planners" seleccionan y disgregan las actividades en asignaciones, para posteriormente hacer un análisis de restricciones. El objetivo es producir asignaciones liberadas y listas para poder programarse semanalmente.

Alcance: Duración de 4 semanas

Lookahead Planning MAP Bellavista OBRA REV 04

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ La elaboración del Lookahead como herramienta de programación y el correcto manejo de esta ha llevado hasta el momento al éxito de la obra
- ✓ Las reuniones diarias con todos los responsables de cada actividad (personal de casa y subcontratistas) son claves para correcto cumplimiento de las actividades diarias.
- ✓ La experiencia en obras del mismo tipo ayuda a no cometer los mismos errores, pero no se debe olvidar que toda obra es diferente por más parecida que estas sean.
- ✓ La Sectorización de los frentes de trabajo es una de las partes mas importantes de la programación, una mala sectorización de los frentes puede llevar al fracaso de la obra, y todos los involucrados en ella deben conocerla.
- ✓ En estos momentos un gran volumen de obras se realiza mediante subcontratos, esto ayuda a reducir costes. Por ejemplo en la administración de las nómina de contratación de personal, selección y capacitación, entre otros ya que estos corren por cuenta del subcontratista.
- ✓ La supervisión constante de los trabajos subcontratados debe ser un punto a tener muy en cuenta debido a que a veces los

subcontratistas omiten procedimientos por el simple hecho de avanzar.

5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Los trabajos realizados por los sub-contratistas deben ser contemplados en la programación de la obra y el nivel de descomposición del trabajo debe ser el de Procesos Simples.
- ✓ El residente de los subcontratistas debe ser del nivel profesional para coordinar de manera constante con los Jefes de Producción.
- ✓ Se debe dar seguimiento constante a los subcontratistas que realizan trabajos a todo costo, debido a que estos dependen mucho de los adelantos y valorizaciones para la compra de materiales.
- ✓ Todo trabajo es susceptible de mejora, los Ingenieros siempre deben buscar cómo mejorar los procedimientos de trabajo, esto implica mejorar la programación constantemente en los potenciales detectados en la competencia.
- ✓ Llevar un archivo de todos los cambios que pueda hacer el cliente durante la ejecución de la obra ayuda a poder disminuir el número de consultas hacia el cliente, ya que estas normalmente demoran un buen tiempo en ser atendidas.
- ✓ A la fecha del 14 de setiembre del 2014 la obra: "**IMPLEMENTACION DE TIENDA PARIS BELLAVISTA**" se encontraba en su día número 56; es decir al 60% del plazo contractual y por todo lo expuesto podemos decir que los trabajos se encuentran a un 70%. Esto nos indica que la utilización de herramientas de control, una buena dirección y compromiso por parte del contratista y subcontratista ha dado buenos resultados y según lo programado podría terminarse la obra con una semana de anticipación.
- ✓ La obra: "**IMPLEMENTACION DE TIENDA PARIS BELLAVISTA**" se terminó en el día 75, es decir 2 semanas antes de la fecha límite. El cliente quedó conforme y el ingreso de los mueblistas se logró sin ningún problema.

BIBLIOGRAFÍA

Buleje Revilla, Kenny Ernesto "Productividad en la Construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction". Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, 2012.

Diaz Montecino, Daniela Andrea "*Aplicación del Sistema de Planificación 'Last Planner' a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura*" *Lean Construcción*. Memoria para optar el Título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. Santiago de Chile, 2007.

<http://www.inei.gob.pe/> Lima, 21 de Junio del 2014.

<http://www.bancomundial.org/> Lima, 21 de Junio del 2014.

Miranda Casanova, Daniel "*Implementación del Sistema Last Planner en una Habitación urbana*". Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, 2012.

Orihuela Pablo "La Planificación de Obra y el Sistema Last Planner"
<http://www.motiva.com.pe/> Lima, 21 de Junio del 2014.

Orihuela Pablo "Lean Construction en el Peru" <http://www.motiva.com.pe/>
Lima, 21 de Junio del 2014

Rodríguez Castillejo, Walter y Valdez Cáceres Doris "Mejoramiento de la Productividad en la Construcción de Obras con Lean Construction, Trenchless, CYCLONE, EZStrobe, BIM. Lima 2,012.

- Veliz Flores, José Luis "Como Mejorar la Planificación en la Construcción"
<http://blog.pucp.edu.pe/blog/gestionpucp>. Lima, 19 de Mayo del 2014.
- Veliz Flores, José Luis "El planeamiento mediante el Look Ahead Schudele".
<http://blog.pucp.edu.pe/blog/gestionpucp>. Lima, 19 de Mayo del 2014.