

Los pros y contras al implementar el sistema Last Planner en un proyecto de edificación: un caso de estudio

Pros and Cons in Implementing the Last Planner System in a Building Project: a Case Study*

Recibido: 26 de febrero de 2016 - Aceptado: 7 de septiembre de 2016

Para citar este artículo: R. Herrera, C. Reyes, «Los pros y contra al implementar el sistema Last Planner en un proyecto de edificación: un caso de estudio», *Ingenium*, vol. 18, n.º 35, pp. 91-104, febrero, 2017.



Rodrigo Fernando Herrera Valencia**
Cristian Reyes Pereira***

Resumen

El principal objetivo del artículo es analizar y tomar registros del desempeño de las distintas etapas de ejecución de un proyecto de edificación de cerca 10 mil metros cuadrados aplicando el sistema *Last Planner*. A partir de lo anterior se tomó un registro semanal de la curva de avance físico de la obra, porcentajes del plan cumplido (PPC) y causas de no cumplimiento (CNC). Las CNC con mayor frecuencia en el proyecto fueron: mala estimación del rendimiento, falta de mano de obra, material y equipos. Dentro de los principales problemas al implementar el sistema del último planificador es la falta de compromiso de los altos directivos al no capacitar al nuevo personal en la aplicación de la metodología de la planificación, muestra clara de lo anterior es la no realización de la planificación intermedia, perdiéndose así el filtro de estabilización y una visión clara de las tareas ejecutadas.

* Grupo de Investigación: Escuela de Ingeniería Civil, Universidad patrocinadora: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, proyecto de investigación: «Aplicación del método Last Planner en una obra de edificación y análisis del desempeño del proyecto según indicadores de control y gestión», fecha de inicio y finalización del proyecto: enero 2015-diciembre 2015.

** M. Sc. en Dirección de Proyectos, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, E-mail: rodrigo.herrera@pucv.cl

*** Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, E-mail: cristian.reyes.p@mail.pucv.cl

Palabras clave

Last planner, porcentaje del plan cumplido, causas de no cumplimiento, compromisos, edificación.

Abstract

The main objective of this paper is to analyze and take records of performance of different stages of implementation of a building project of about 10 thousand square meters using the Last Planner System. From the foregoing it took a weekly record of physical progress curve of the work, percentage of plan completed (PPC), and causes of non-compliance (CNC). The CNC more frequently in the project were: poor estimate of yield, lack of manpower, materials and equipment. Among the major problems in implementing the system the last scheduler is the lack of commitment of senior management to not train new staff in the application of the methodology of planning, clear example of this is the failure to conduct planning intermediate, thus losing the filter stabilization and a clear view of the tasks performed.

Keywords

Last Planner, percentage of plan completed, causes of non-compliance, compromise, building project

Introducción

Una de las principales características del sector de la construcción es la gran presión en la que están sometidos, y que deben soportar los trabajadores, incluidas las jefaturas, lo cual provoca que no siempre se entreguen soluciones apropiadas a los problemas que se presentan tanto en terreno como en oficina, debido principalmente porque se vive el día a día [1].

Cada problema presente en una obra se puede solucionar teniendo una base sólida en la planificación, es decir, si se cumple con el real compromiso en la asistencia a reuniones de programación, en las cuales se analizan las restricciones, se verifica lo que realmente se programó, y si se ha ejecutado de forma correcta lo planificado en terreno. Un ejemplo clásico y muy común en obra es que los materiales necesarios para realizar una actividad no se encuentren disponibles en terreno al momento de ser necesarios, lo cual es completamente predecible porque con cierta antelación se puede saber cuándo se ocuparán y no esperar a último minuto en llegar a la obra y no se encuentren en el lugar [1].

Un buen sistema de planificación mejora circunstancialmente problemas como el anterior, pues durante mucho tiempo las empresas han aplicado métodos de planificación tradicionales, los cuales sin duda han sido de gran ayuda durante bastante tiempo. Sin embargo, los cambios que han experimentado los proyectos de construcción han acarreado cambios en métodos constructivos, pues el avance tecnológico ha logrado modernizar el

rubro de la construcción y con ello obtener grandes resultados a la vanguardia de lo que se espera [2].

Toda implementación de nuevos sistemas tiene una parte compleja, pues cuesta mucho cambiar la forma de enfrentar el trabajo de personas acostumbradas a trabajar de una misma manera [3]. Es por lo anterior, que el objetivo de este artículo es evaluar los pros y contras de la implementación del sistema *Last Planner* en un proyecto de construcción, para poder evaluar y analizar los resultados y verificar si el sistema es tan efectivo, tal como indica la literatura. Así se podrá plantear posibles mejoras con el fin de obtener una herramienta más poderosa y adaptarla a diferentes tipos de obras de construcción.

Last Planner

A comienzo de la década de los ochenta, surgen una serie de enfoques de gestión de producción: JAT (Justo a tiempo), GCT (Gestión de calidad total), Competición basada en tiempo, Reingeniería de procesos e ingeniería concurrente, entre otras [4]. Todas ellas con un inmenso impacto en el área de producción industrial actual. El más significativo fue en la industria automovilística, ya que por medio de la filosofía *lean production* se logró reducir el número de recursos empleados en la producción, es decir la mitad del esfuerzo humano, la mitad del espacio de producción, la mitad de la inversión en herramientas, la mitad de las horas de ingeniería y la mitad de los plazos empleados en desarrollar un producto [5].

Esta filosofía *Lean* se basó en el sistema de producción de Toyota que dio un enfoque en el cual busca eliminar las pérdidas y agregar valor sistemáticamente a sus recursos, por ello un estudio de la industria automovilística mundial, realizado por *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), demostró que la productividad de ciertas fábricas japonesas era un 50 % superior al de las fábricas norteamericanas y con una cantidad de defectos mucho menor, además de la rotación de trabajo por parte de los japoneses era mayor, al mismo tiempo, gran parte de las tareas eran realizadas en «equipos de trabajo» no así en Occidente donde primaba el trabajo individual [6].

Con base en la filosofía *lean production* se fue adaptando al área de proyectos en el rubro de la construcción denominándolo como *Lean Construction* [7], generando herramientas, tales como el sistema *Last Planner*, teniendo sus orígenes a nivel nacional (Chile) por Alarcón y Cruz en 1997 y en forma intensiva desde el año 2000, por investigadores del programa de excelencia en gestión de producción de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

El sistema *Last Planner* se basa en la integridad de la planificación, hacer de todos los integrantes un conjunto unido y responsable, ya que de esta forma se mejorará el rendimiento. Siempre hay un alto grado de incertidumbre en la ejecución de un proyecto debido a innumerables percances que pueden haber, tales como: movilización de trabajadores, falta de materiales, falta de mano de obra, poco compromiso de las autoridades de alto rango en la obra, etc. Por ello, *Last Planner* se refiere a planificar, definiendo lo que realmente será realizado y cómo será ejecutado, además de controlar y verificar que ello ocurra; de esta manera un proyecto irá bien encaminado cuando se dice lo que se puede hacer y que

realmente se hará, sin embargo, son las personas involucradas las que hacen que cualquier método se cumpla, puesto que si estas están interesadas y motivadas aprenderán a asumir compromisos con alguien de mayor o menor rango y se verán obligadas a cumplir dichos compromisos [5].

El sistema *Last Planner* posee cuatro niveles de planificación (programa maestro, programa de fases, planificación intermedia y planificación semanal); de esta manera se puede ir analizando el plan a ejecutar y reducir la incertidumbre en obra, para ello se debe considerar lo que se debería hacer y lo que efectivamente se puede realizar, así se mantienen objetivos claros y concisos, además para cualquier obstáculo que se perciba, tratar de solucionarlo lo antes posible, para así no afectar actividades futuras. Toda coordinación se debe a un proceso continuo de obtener y cumplir compromisos por los integrantes del proceso de planificación; así se pueden reducir pérdidas, simplificación del programa y permitirá una mayor interrelación con los participantes [8].

El programa maestro es indispensable en un proyecto, ya que en él se encuentra la planificación inicial que genera el presupuesto y el programa de avance en obra, por ende, debe haber una coordinación de actividades que se deben llevar a cabo, así el *Last Planner* o último planificador puede trabajar supervisando tareas y ver reflejada la forma de trabajar de la empresa. La estructura básica del trabajo se determina subdividiéndola en partes; así se podrá visualizar de forma clara la secuencia en que se irán ejecutando y desarrollando las partidas del proyecto.

La programación de fases se hace ejecutable para proyectos largos y complejos, con base en estos, el programa maestro se reducirá a programas intermedios separados en fases, con actividades de carácter espacial y temporal para cada fase las que se irán realizando en forma progresiva para al final concluir en un resultado general, con esta perspectiva se puede lograr mejorar los compromisos confiables de la planificación de cada integrante.

El principal objetivo de la planificación intermedia es controlar el flujo de trabajo, coordinación de diseños (planos), proveedores (materia prima y equipos), recurso humano, subcontratos, información y requisitos previos, que son necesarios para la producción y ejecución de la obra.

La planificación intermedia tiene la misión de determinar el flujo de trabajo para el último planificador, este genera el compromiso de lo que se hará en terreno, antes de evaluar de lo que se debería contra lo que se puede hacer teniendo en cuenta los recursos que hay disponibles. La planificación intermedia posee intervalos de cinco o seis semanas ya que la incertidumbre más allá de ello se hace complejo determinar en actividades específicas, además la planificación intermedia se relaciona con las tareas a ejecutar tomando en cuenta las condiciones reales, con ello hay mayor grado de confianza en la ejecución de la obra [4].

La planificación semanal del trabajo es la que representa mayor nivel de detalle antes de comenzar una labor, es desarrollada por diseñadores, supervisores de terreno, capataces y otras personas que participan directamente en la ejecución la actividad, el resultado de

ello se materializa en un programa común para todos los involucrados. En la planificación semanal se definen actividades del programa, en términos de lo que se debe estar hecho, así se determinan su duración y se organizan secuencialmente para desarrollar los objetivos del proyecto. El trabajo es ejecutado por cuadrillas, que desde ahora serán denominadas unidades de producción que son delegadas por la administración para realizar el programa señalado [8].

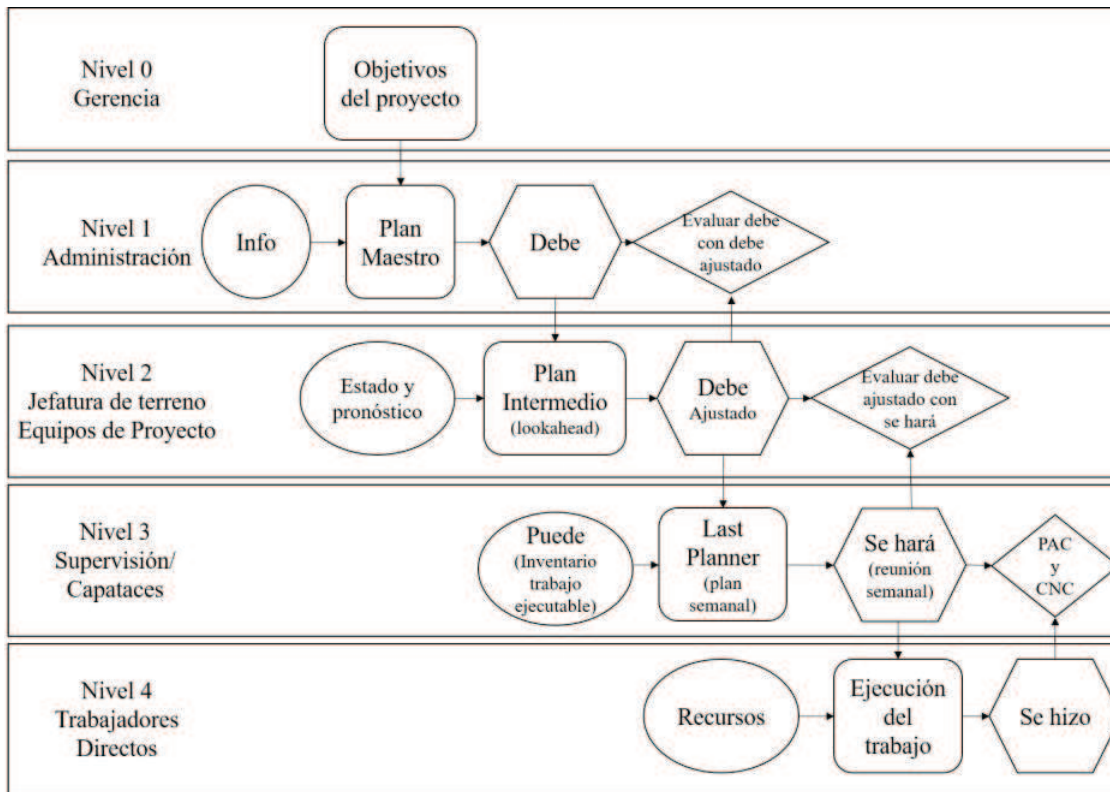


Figura 1. Proceso Last Planner [7]

Metodología

El caso de estudio corresponde a un proyecto de construcción de un establecimiento educacional superior de alrededor de 10.520 m² total construidos, está emplazada en la región del Maule, Curicó, el presupuesto asciende aproximadamente a 10,5 millones de dólares, con duración de 10 meses según carta Gantt, con fecha de inicio el 2 de diciembre de 2014 y término el 28 de septiembre de 2015.

El edificio principal (edificio A) será construido de hormigón armado y constará de cuatro pisos y un subterráneo; entre los principales recintos que albergará, se encuentran: salas de clases, salas de profesores, auditorio, oficinas de administración, bibliotecas, área de gastronomía, área de salud e informática. Cabe destacar que las salas de clases se replicarán desde el piso -1 al piso 4, solo se diferenciarán en los diferentes departamentos dependiendo su uso. Además, el proyecto contempla dos edificios más que serán construidos con estructura metálica, en uno de ellos se encontrarán los talleres de cons-

trucción y talleres eléctricos (edificio B), mientras que el segundo edificio será destinado para cafetería de la facultad (edificio C).

El sistema *Last Planner* en el proyecto, comenzó desde la semana del 19 enero de 2015, hasta la semana del 20 abril de 2015, como primer periodo. De este se desprenderá el primer análisis, que corresponde a las primeras catorce semanas del proyecto, luego se analizará el segundo periodo; desde la semana del 8 de junio, hasta el 7 de septiembre de 2015.

El análisis se hará en dos periodos debido a un cambio de personal de la obra, entre ellos el coordinador del sistema, lo cual significó la inconveniencia de no obtener registros durante las semanas del 27 de abril hasta el 1 de junio, por ende, se necesitó mayor coordinación entre los nuevos participantes, además de mayor compromiso por las autoridades jerárquicas de la obra, las cuales incorporaron charlas de inducción para informar el método a los nuevos integrantes del proyecto.

«Cada semana se realiza una reunión de programación, inicialmente los días viernes, por ser el último día de la semana y así planificar para la semana entrante, sin embargo, se decidió por administración que estas serán cambiadas para los días lunes, pues los días sábados se comienza a trabajar normalmente afectando la planificación del día viernes. En la reunión se enfatiza que no se busca imponer las actividades a realizar semanalmente, sino que se realicen las actividades que realmente se pueden hacer; de esta forma si los integrantes de la reunión efectivamente dijeran «no» cuando supieran a simple vista si una actividad programada no podría ser realizada, en consecuencia, se obtendría un proceso de planificación confiable y transparente, basados en compromisos reales.

La manera de medir los efectos de la implementación del sistema *Last Planner* en la obra son: controlando la productividad de cada participante en las reuniones, y por otro lado el avance físico en la obra desarrollada semanalmente en terreno, así se podrá tener una relación en porcentajes para cada semana, midiendo por un lado el porcentaje del plan completadas (PPC), y por otro el avance real en terreno semanalmente. Además, se obtendrán las principales restricciones que aquejan para cada semana a través de las causas de no cumplimiento (CNC) [10].

Los miembros que participan en las reuniones semanalmente serán los últimos planificadores, por ende, es necesario conocerlos: administrador, jefe oficina técnica, jefe (s) de terreno, jefe de instalaciones, jefe de prevención, jefe de bodega, jefe de calidad, jefe programación y jefe de administración, para el primer periodo, mientras que para el segundo periodo solo se consideraron jefe(s) de terreno y jefe de instalaciones.

Es preciso indicar que todas estas oficinas y mandantes medios en la obra deben tener una relación fluida, armónica y de compromiso, puesto que es la base de la organización para la correcta ejecución del proyecto, ya que cada oficina influye para poder llevar a cabo de manera óptima y segura cada actividad, es decir, un compromiso puede depender netamente de otra oficina, por tanto, si hay comunicación entre ambas, al final de la semana el compromiso será realizado exitosamente.

Análisis y resultados

Comparación PPC versus avance semanal

A continuación se presenta el PPC general de la obra, durante las semanas en las cuales se aplicó el sistema *Last Planner*, cada periodo consta de catorce semanas consecutivas, sin embargo, hay un periodo de seis semanas en donde se dejó de aplicar, debido a profundos cambios de personal en la obra, estos fueron desde el administrador (en primera instancia), y posteriormente el jefe de oficina técnica, prevención, instalaciones, programador, jefe de bodega y jefe de calidad, siendo los únicos que perduraron hasta el final los dos jefes en terreno. Este periodo conllevó muchas consecuencias, por ejemplo, se redujo la cantidad de planificadores, los cuales son responsables de medir el PPC, de 10 planificadores a tan solo tres planificadores, finalizadas las seis semanas de no aplicación del método, además el poco conocimiento del método del nuevo personal en la obra y falta de compromiso por parte de los principales últimos planificadores.

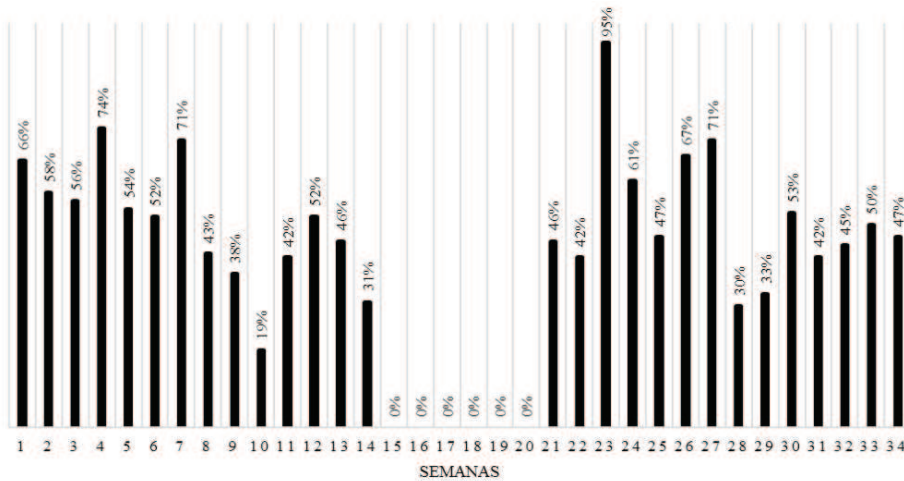


Figura 2. Porcentaje del plan cumplido

Para realizar un mejor análisis del porcentaje del plan cumplido (PPC) se compara con la siguiente figura de avance semanal de la obra.

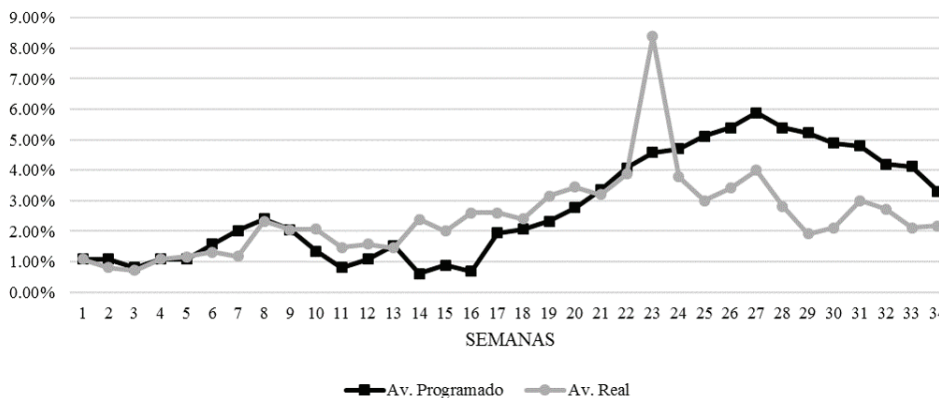


Figura 3. Avance semanal de la obra

Para el primer periodo, en la figura 2 donde los máximos más significativos se encuentran en la cuarta y séptima semana de implementación con un 74 % y 71 % respectivamente, al mismo tiempo en la figura 3 se muestra que en la cuarta semana tiene un avance similar tanto como programado y real, es decir, va por buen camino, mientras que en la séptima semana hay una baja rotunda en el avance semanal (-0,84 %), esto debido a que en terreno existió una alta falta de mano de obra y de materiales para realizar las actividades lo que significó estar bajo lo programado prácticamente tres semanas consecutivas. Luego ocurre un fenómeno muy llamativo debido que desde la novena semana a la decimotercera semana hay una sobresaliente mejora en el avance semanal (cinco semanas sobre lo planificado), esto principalmente a que se solucionaron en cierta parte problemas como falta de mano de obra y materiales (contratando mano de obra calificada para obra gruesa, y con ello aumentando el número de unidades de producción), sin embargo, no concuerda con los porcentajes desde esa misma semana en adelante con el PPC, esto debido a que hubo una mala estimación de rendimiento, pues los últimos planificadores tendrían en su responsabilidad muchas más actividades de las que realmente pudieron realizar, por ello que en estas semanas se encuentra el PPC más bajo de este periodo con 19 % en la décima semana de implementación, ya que la mayoría de los últimos planificadores sobrestimaron la capacidad de realizar las actividades, resultando los bajos PPC de las últimas semanas en este periodo.

Para el segundo periodo en la figura 2 se puede apreciar el máximo valor la tercera semana alcanzando el 95 % de las actividades fueron completadas, lo cual coincide netamente con el avance físico en terreno de la figura 3 donde el avance real de esa semana alcanza 3.8 % sobre lo planificado, siendo el más alto para este periodo, esto es debido a la salida de un subcontratista de arriendo de maquinaria en la obra, puesto que ya habían finalizado sus tareas. Cabe destacar que desde la tercera semana en adelante el avance físico en terreno decae y no alcanzará lo planificado hasta el final de aplicado el método, aun así, el valor del PPC de la séptima semana alcanza un 71 % lo que coincide también con un aumento en el avance físico, sin embargo, no llega a alcanzar lo planificado. El avance real no es del todo favorable, tampoco los valores del PPC, lo que indica que en esas semanas hubo un gran vacío sobre la mala estimación de la capacidad de rendimiento, ya que al igual que el primer periodo los últimos planificadores no calcularon bien las sobreactividades de las cuales fueron partícipe, donde lo más común fue planificar una actividad y esta ir pasando de semana en semana hasta concluirla al 100 %, prácticamente tres o cuatro semanas después de lo planificado.

En el mismo contexto se puede apreciar también el efecto de los dos jefes de programación de la obra, para el cual el primero hay un regular avance no produciéndose grandes variaciones hasta la semana del 14 de abril, sin embargo, de ahí en adelante el avance es superior al programado hasta aproximadamente el 14 de junio, es decir, el tiempo que no hubo muestras para la metodología *Last Planner*, lo que produce dos efectos consecuentes, el primero el método no está sirviendo de mucho, y las reuniones de los últimos planificadores no revelan la real mejoría

en avance de la obra, por tanto habría que rechazar el método y seguir con solo los trisemanales, hasta ese momento con los cuales se regía, y la otra es que en este periodo se sobrestimó mucho lo que se estaba haciendo, alcanzando grandes picos semanalmente, pero en definitiva estos valores estarían inflados y se podrían reflejar en el transcurso del tiempo en la obra más adelante.

Con la incorporación del segundo programador, se puede apreciar que desde la semana del 5 de julio en adelante hay baja considerable para el avance real en la obra, justamente fueron las semanas donde se dio inicio al segundo periodo del sistema *Last Planner*, es decir, con el método disminuye el avance físico lo que hace realmente es controlar esa sobrestimación tanto de recursos como personal, dejando en claro que durante las semanas donde no hay un control por partes de la metodología los valores se disparan y se estiman o calculan mal los avances trayendo consecuencias como las que se tiene al término de este periodo donde hay alrededor de 1 % de diferencia entre lo programado y real. Las semanas en que no hubo registro de datos con respecto al sistema *Last Planner* son las siguientes: 27-4, 4-5, 11-5, 18-5, 25-5 y 1-06 en donde todas ellas se sobrestima el rendimiento lo que a la postre hace bajar estos porcentajes cuando se reinician las reuniones de planificación, pues es ahí donde los últimos planificadores se dan cuenta de lo mal que se estaba haciendo.

Principales causas de no cumplimiento

Para realizar un análisis exhaustivo de ambos periodos, se trabajó con el gráfico de Pareto, el cual nos indica que «generalmente unas pocas causas (20 %) generan la mayor cantidad de problemas (80 %)»; de esta forma se identifica y da prioridad a una serie de causas o factores que afectan a un problema, el cual permite mediante una representación gráfica identificar de forma decrecientes los aspectos que se presentan con mayor frecuencia o bien tienen mayor incidencia.

Dentro de las principales causas para ambos periodos se encuentran: mala estimación del rendimiento, falta de mano de obra, falta de material-equipos, diseño de proyecto, imprevistos, subcontratos de mano de obra, subcontrato de materiales, subcontrato de supervisión, mala ejecución y por último la mala programación. Estas causas han sido verificadas en todas las reuniones de planificación, llevando un riguroso registro de las principales causas, por qué no se cumplen las actividades programadas para cada semana y algunas variables que puedan intervenir en el proceso de recopilación de datos en terreno, afectando principalmente a los jefes en terreno. Es importante mencionar que en el periodo que no se registraron datos, estas causas fueron manejadas por los trisemanales y por el Microsoft Project, por tanto, en la obra siempre había constancia en el registro de causas, pues es de vital importancia que estas se generen para las semanas venideras en el proyecto.

A continuación, se presenta el diagrama de Pareto final que abarcan desde enero hasta septiembre de 2015, y solo analizando los registros del sistema *Last Planner*.

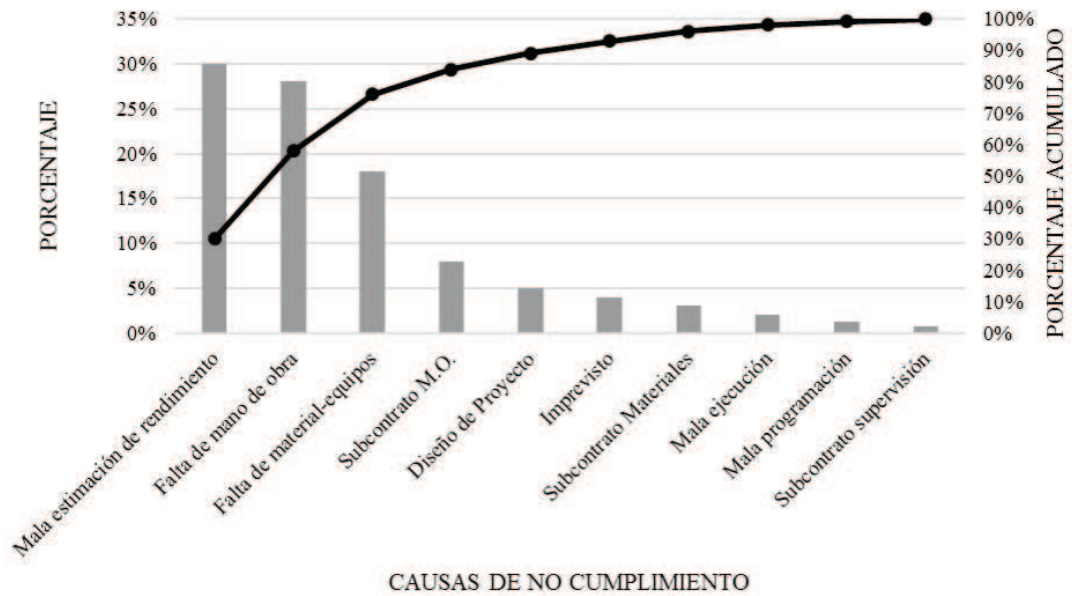


Figura 4. Causas de no cumplimiento proyecto completo

Se puede apreciar que las principales causantes de no cumplimiento en la obra son:

1. Mala estimación del rendimiento
2. Falta de mano de obra
3. Falta de material y equipos

Estas son las causas que están ocasionando cerca del 80 % de los defectos en este proceso, por lo que los esfuerzos destinados a mejorarlo deberían concentrarse en estos tres aspectos.

Cuando se habla de mala estimación de rendimiento se hace referencia a una sobreproducción por parte de los últimos planificadores en donde estos tienden a enfatizar más actividades de las que realmente pueden hacer, por ende, los PPC son bajos y en terreno se demuestra que no se alcanza a cumplir con todo lo planificado. Ahora bien, se debe tener en cuenta que en el sistema *Last Planner* se realiza una evaluación binaria de las actividades, es decir, actividad 100 % completada evaluada con valor 1, mientras si la actividad no está en un 100 % completada es evaluada con valor 0, esta es la principal causa de la mayoría de las malas estimaciones de rendimiento ya que varias actividades no son completadas.

La segunda causa es la falta de mano de obra y que se demuestra en planificación teniendo un bajo avance semanal (para ambos periodos), además el requerimiento de personal de mano de obra calificada y también de la menos capacitada y experimentada como los ayudantes o jornaleros. En obra gruesa es el periodo de mayor demanda, pues como el edificio fue dividido en varias secciones, estas deben avanzar a la par, por lo que constantemente se está requiriendo personal idóneo.

La falta de materiales y equipos se refleja en los principales retrasos que posee la obra, donde transcurre principalmente en oficina de bodega, pues es esta la encargada de llevar a cabo todos los registros de materiales tanto de los que entran y salen de la obra, por lo tanto, es un cargo de mucha confianza el cual no puede dejar de funcionar en todo el periodo, por consecuencia se vuelve relevante su participación en el terreno.

Dada la explicación de estas tres causantes se puede hacer la siguiente pregunta ¿cómo se podría haber solucionado estos problemas de los cuales se tiene constancia que venían desde el primer periodo?

La respuesta se centra principalmente en la disminución de los últimos planificadores de ocho a tres para el segundo periodo, esto fue de gran relevancia pues en las reuniones de *Last Planner* ya no se contaba con el mismo grupo inicial, pues el recambio de personal en jefaturas de oficina también influyó en las reuniones venideras, si bien es cierto, el trabajo es destacable en el segundo periodo de los jefes de terreno e instalaciones interviniendo ellos prácticamente en todos sus quehaceres por estar ya en el proceso de terminaciones, pudo haber sido mucho mejor teniendo un bodeguero, jefe de calidad o hasta el mismo administrador para poder supervisar lo realizado. Este punto es importante ya que hace un quiebre en el proceso que se venía dando, aunque hubo charlas de inducción, charlas de explicación del método al nuevo personal y todo lo que fuese posible para seguir adelante, el proceso no volvería ser igual.

Otro factor muy importante fue el de no hacer el inventario trabajo ejecutable (ITE), pues con el podrían salir las actividades más fácilmente y programar mejor en el futuro; sin embargo, se privilegió el hacer compromisos semanalmente y a medida que se iba avanzando en la obra, es decir, los compromisos dependían netamente de lo que se estaba haciendo en terreno y se planificó, conjunto se avanzaba en la obra [10].

Sin las ITE el esquema que representa el centro del método Last Planner fracasa completamente, pues las restricciones que van apareciendo son comunicadas semana a semana y no con un plan de trabajo planificando en el futuro (lookahead), por ende, no se puede reprogramar una restricción, ya que estas van apareciendo en el día a día, debido a que se trabaja planificando solo en la semana cumpliendo con el PTS.

Usualmente los proyectos de ingeniería funcionan de la siguiente manera: en las bases de licitación se describe lo que se DEBE hacer, luego existe un administrador de proyecto que informa que se HARÁ en una ventana de tiempo especificada dada la información entregada en las bases de licitación, pero al llegar al terreno se dan cuenta que muchas de las cosas no se pueden hacer y se termina haciendo lo que se PUEDE hacer. En la teoría de conjunto de la que habla el sistema Last Planner se propone cambiar la secuencia tradicional de la administración del proyecto enfocando el trabajo a lo que se PUEDE hacer realmente; para lograr esto es fundamental tener la información suficiente para decidir que lo que se HARÁ realmente se puede.

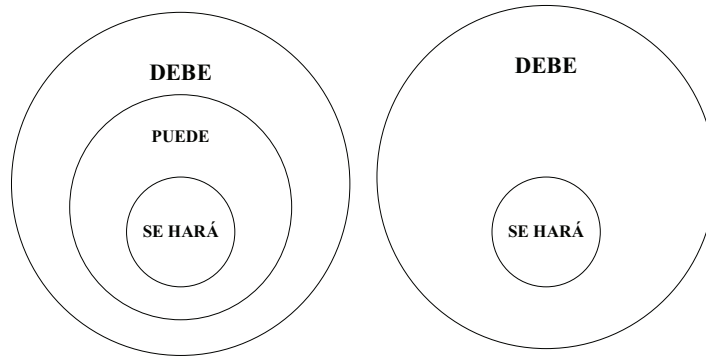


Figura 5. Teoría de conjuntos SUP [8]

Ambas imágenes son elocuentes al compararlas, sin embargo, la pregunta es la siguiente ¿en qué afecta que no exista el PUEDE?, afecta principalmente a controlar el flujo de trabajo entregado para el último planificador y este a su vez genera los compromisos semanalmente, además de no tener certeza los intervalos de tiempo de cinco o seis semanas como se programaba inicialmente en el primer periodo. No obstante, a pesar de la no realización el proyecto siguió en marcha y se trabajó solo con el plan de trabajo semanal, que aparecía mientras la obra continuaba su rubro, por lo tanto, el PPC se controló a medida que las actividades iban fluyendo y apareciendo, a disposición de lo que se hablaba en reunión con los últimos planificadores, es decir, a pesar de no tener un registro constante y programado para el futuro (3 o 4 semanas), las tareas se iban cumpliendo de la mejor forma posible.

Conclusiones

El sistema *Last Planner* cuesta implementarlo en la industria de la construcción, pues es la dificultad de cambiar la mentalidad de los profesionales del rubro, introducir estos nuevos principios no es una tarea fácil cuando se está en un grupo de personas que lleva años trabajando siguiendo sus propios métodos tradicionales y al implementar nuevas técnicas puede ser visto como pérdida de tiempo. En general se tiende a pensar que la experiencia soluciona todos los problemas, lo que contribuye a cerrar las puertas a la innovación en el rubro. Lo ideal es rescatar la incorporación de nuevos conceptos y sacar lo mejor de cada método, para así complementarse, con el propósito de mejorar el desempeño al fin y al cabo del proyecto.

Con respecto al sistema *Last Planner* cuya finalidad es reducir la variabilidad de la obra mediante la aplicación de cuatro principios básicos: compromiso personal (últimos planificadores), coordinación de los últimos planificadores en las reuniones, utilizar el PPC como indicador básico y visibilidad pública de los resultados semanales obtenidos. Ante lo anterior se concluye que la implementación del sistema fue bastante difícil, pues la organización nunca se sintió cien por ciento partícipe del método, esto lo demuestra los resultados obtenidos en el proyecto, ya que el proceso de aplicación en que se llevó a cabo se obtuvo un PPC promedio general de 52 % de tareas cumplidas en la ejecución de las actividades lo que a la postre indica que es bajo comparado

con lo que dice la literatura, pues en varios proyectos este figura entre el 75 % y 80 % considerándose bueno. Principalmente las dificultades que tuvo el método fueron los cambios efectuados en el personal, tanto desde parte del administrador, jefe oficina técnica, prevención, programador, jefe de bodega y jefe de calidad. Otro factor no menor fue la no aplicación de la (ITE) inventario trabajo ejecutable para el segundo periodo, lo que aquejó un vacío en lo dispuesto a trabajar, pues el avance semanal y acumulado se vio afectado, ya que este estuvo en gran parte sobre lo planificado, lo que en el futuro traería consecuencias claras, como la sobrestimación de lo que realmente se hace pues en realidad ese avance calculado no era lo que realmente sucedía en terreno. No así es el caso del primer periodo donde ambos valores tanto planificado y valor ganado siempre ondulan de manera similar, además de ejecutarse de forma correcta con respecto a la ITE y PTS.

En cuanto al porcentaje del plan cumplido (PPC) si se presenta un alto porcentaje implica indirectamente que la obra esté bien con respecto al avance físico teórico, pues si cada compromiso que se sugiere cada semana está relacionado con las actividades del avance, y estos son cumplidos lo más probable que exista una correlación entre ellas, entre mayor compromisos cumplidos, mejor se ve el avance en terreno, mejor es la convivencia entre las jefaturas, ya que se habría formado un equipo de trabajo de los cuales todos tendrían el mismo fin, sacar adelante la obra y remar todos para el mismo sentido, esto implica que el sistema es una herramienta poderosa para mejorar la confiabilidad y rebajar la incertidumbre en la planificación.

Entre las principales causas de no cumplimiento (CNC) que se registran en la obra, dos corresponden netamente a recurso humano, como lo son: mala estimación del rendimiento y falta de mano de obra, ambas son recurrentes que sucedan en obra según la literatura, sin embargo, para este caso en la obra se podrían haber previsto, pues con una mayor comunicación entre las partes involucradas y mayor cooperación entre ellas, aun así es muy variable esta causa pues depende de factores como: disponibilidad de mano de obra en la zona, costo en el presupuesto al tener más unidades de producción; lo que conlleva a tener tasas de producción más bajas y pérdida de capacidad de avance. Con alta variabilidad los trabajos en progreso se hacen más cuantiosos incrementando los plazos y costos. Es importante disminuir la variabilidad y con ello la incertidumbre en los flujos de trabajo, esto se puede deber en parte a la gerencia de la empresa o simplemente imprevistos al momento de realizar una actividad. Los constantes cambios al programa, llevaron a no tener cierta claridad en cuanto a las fechas que se requerían algunos suministros, tanto de materiales y maquinarias para el proyecto, por ende, estos mismos cambios produjeron bastantes atrasos, lo que implicó acelerar las tareas, debiendo trabajar los días sábados para así tratar de mitigar los plazos establecidos, producto de ello hubo una gran cantidad de actividades no realizadas de manera prolija, y que debieron solucionarse con el tiempo. La revisión de las CNC genera una tremenda mejora al sistema, pues se detecta fácilmente donde se está fallando, con ello se llega a la fuente del problema que genera la no ejecución según lo planificado de una actividad. Acá se puede mejorar la eficiencia de la cadena productiva y de la misma forma las unidades de producción no pierdan tiempo en actividades que no agregan valor, como por ejemplo esperas de material o falta de maquinaria.

Bibliografía

- [4] L. Alarcón. *Planificación y control de producción para la construcción, guía para la implementación*, Santiago. 1.ª edición. Ediciones UC. 2003.
- [5] C. Barría. Implementación del sistema Last Planner en la construcción de viviendas [tesis para optar al título de ingeniero constructor]. UACH, Valdivia, Chile. 2009.
- [6] D. Sabbatino. *Directrices y recomendaciones para una buena implementación del sistema Last Planner en proyectos de edificación en Chile*, [memoria para optar al título de ingeniero civil], U. Chile, Santiago, 2011.
- [7] L. Koskela. *Application of the New Production Philosophy to Construction, Stanford, Stanford University, California, EE.UU.* 1992.
- [8] M. Campero y L. Alarcón. *Administración de proyectos civiles*. 3.ª edición. Ediciones UC, Chile, 2008.
- [9] J. P. Womack, D. T. Jones, y D. Roos. *The Machine That Changed the World: the Story of Lean Production*. Herper Collins, 1991.
- [10] G. Ballard y G. Howell. *Implementing Lean Construction: Reducing Inflow Variation*. Presented on the 2nd Workshop on Lean Construction, Santiago, 1994, 105-114.
- [11] G. Ballard. *The Last Planner System of Production Control* [thesis for the degree of doctor of philosophy]. University of Birmingham, Birmingham, U. K., 2000.
- [12] L. F. Alarcón. *Guía para la implementación del sistema del último planificador*, GEPUC, PUC, Santiago, Chile, 2008.
- [13] A. Rodríguez, L. F. Alarcón, E. Pellicer. «La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador». *Revista de obras públicas*, N.º 3518, 2011.
- [14] L. Alarcón y V. González. Buffers de programación: una estrategia complementaria para reducir la variabilidad en los procesos de construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, volumen 18, N.º 2, pp. 109-119, 2003.