



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE  
LAS HERRAMIENTAS DEL LEAN CONSTRUCTION EN CHILE

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL

FELIPE IGNACIO IBÁÑEZ VALENZUELA

PROFESOR GUÍA:  
JORGE PULGAR ALLENDES

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
EDGARDO GONZÁLEZ LIZAMA  
WILLIAM WRAGG LARCO

SANTIAGO DE CHILE  
2018

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR  
AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL  
POR: FELIPE IGNACIO IBÁÑEZ VALENZUELA  
FECHA: 2018  
PROF. GUÍA: JORGE PULGAR ALLENDES

## ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DEL LEAN CONSTRUCTION EN CHILE

El sector de la construcción en Chile representa del orden de un 8,5% de la fuerza laboral, sin embargo, representa solo del orden de un 7% del valor del PIB, lo que permite asumir que es posible aumentar la productividad en el sector. En la actualidad, se están implementando sistemas de gestión para mejorar la productividad del rubro, sin embargo, no han tenido éxito o no han sido suficientes.

En el contexto descrito, el presente trabajo de titulación tiene como objetivo analizar el grado de conocimiento que tienen los directivos y trabajadores del sector de la construcción sobre los sistemas de gestión para el mejoramiento de la productividad, lo mismo que en su capacidad y recursos para su implementación, en particular, respecto del Lean Construction.

Para cumplir con el objetivo de este trabajo de titulación se analizan cuatro casos en que la herramienta Lean de uso más extendido en Chile, cual es el Last Planner System. Este sistema lleva implementándose en Chile desde hace poco más de una década.

Del análisis, se obtiene que la implementación de las herramientas de Lean Construction han tenido como barrera la falta de comprensión de las bases del modelo, la falta de capacitación practica a los involucrados y a la resistencia al cambio. Se propone, por lo tanto, enfatizar en que la capacitación que se realiza sea realizada a un equipo de trabajo, y que ésta logre mayor comprensión del Lean Construction, no solo del sistema Last Planner.



*A la Dani, beso al cielo pequeña.*



# Agradecimientos

Agradecer a mi familia, por su apoyo incondicional durante todo este proceso.  
A mis amigos, quienes hicieron que el paso por la universidad fuese más que fórmulas y evaluaciones.  
A la Dani, por toda la ayuda y apoyo brindado, sobre todo cuando más lo necesitaba.  
A mi profesor guía, Jorge Pulgar, por darme la oportunidad de trabajar juntos. Le agradezco su apoyo y buena disposición durante todo el proceso.  
A todos los miembros de la CDT, quienes ayudaron a que este trabajo fuera posible brindando todo el apoyo que estaba a su alcance.  
A los administradores de obra entrevistados, por aceptar ser parte de este trabajo tomándolo siempre con seriedad y profesionalismo.  
A la gente del Lab. de TIC's por recibirme en su espacio y tratarme como uno más de ustedes.  
A los profesores miembros de la comisión, Edgardo González y William Wragg, por aceptar ser parte de este trabajo.



# Tabla de Contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes Preliminares . . . . .	1
1.2. Justificación del problema . . . . .	2
1.3. Motivación . . . . .	2
1.4. Objetivos . . . . .	3
1.4.1. Objetivo general . . . . .	3
1.4.2. Objetivos específicos . . . . .	3
1.5. Metodología . . . . .	3
1.5.1. Revisión bibliográfica . . . . .	3
1.5.2. Casos de estudio . . . . .	4
1.5.3. Análisis y estudio de información recolectada . . . . .	4
1.5.4. Propuestas de estrategias para su implementación . . . . .	4
<b>2. Marco Conceptual</b>	<b>5</b>
2.1. Toyota Production System . . . . .	5
2.2. Lean Manufacturing . . . . .	5
2.2.1. Producción Justo a tiempo (Just-in-time) . . . . .	6
2.2.2. Automatización con una mente humana (Jidoka) . . . . .	8
2.2.3. Mejora continua (Kaizen) . . . . .	8
2.2.4. Producción flexible (Heijunka) . . . . .	9
2.2.5. Gestión visual (Visual management) . . . . .	10
2.2.6. Mapas de cadena de valor (Value stream mapping) . . . . .	10
2.2.7. 5 S's . . . . .	11
2.2.8. Estandarización . . . . .	12
2.2.9. Gemba walk . . . . .	12
2.2.10. Tarjetas Kanban . . . . .	13
2.2.11. Sistema del último planificador (Last planner system) . . . . .	13
2.2.12. Ejecución integrada de proyectos (Integrated project delivery) . . . . .	14
2.2.13. Cambio rápido de modelo (Single minute exchange of die (SMED)) . . . . .	14
2.2.14. Mantenimiento productivo total (Total productive maintenance) . . . . .	15
2.2.15. Despliegue de función de calidad (Quality function deployment (QFD)) . . . . .	15
2.3. Lean Construction . . . . .	15
2.3.1. Justo a tiempo (Just-in-time) . . . . .	15
2.3.2. Gestión Visual (Visual management) . . . . .	16
2.3.3. Mapas de cadena de valor (VSP) . . . . .	17
2.3.4. Last planner system (LPS) . . . . .	17



2.3.5. 5 S's . . . . .	20
<b>3. Análisis de entrevistas realizadas</b>	<b>22</b>
3.1. 1ra Entrevista (Darío Aguilar) . . . . .	22
3.2. 2da Entrevista (Patricio González) . . . . .	23
3.3. 3ra Entrevista (Sandra Becerra) . . . . .	25
3.4. 4ta Entrevista (Matías Zúñiga) . . . . .	26
<b>4. Análisis de cuatro (4) aplicaciones de Last Planner</b>	<b>28</b>
4.1. 1er Caso de estudio . . . . .	28
4.2. 2do Caso de estudio . . . . .	30
4.3. 3er Caso de estudio . . . . .	31
4.4. 4to Caso de estudio . . . . .	33
4.5. Análisis General . . . . .	34
<b>5. Lean Construction en el mundo</b>	<b>39</b>
5.1. Distribución geográfica sobre el interés y publicaciones sobre Lean Construction	39
5.2. Sosteniendo el cambio producido por la euforia inicial . . . . .	40
5.3. Caso de estudio de implementación de los Mapas de Cadena de Valor (VSP)	42
5.4. Implementación de la herramienta Justo a tiempo (JIT) . . . . .	43
5.5. Implementación de los sistemas de gestión visual en obras de construcción . .	43
5.6. Primera implementación de Lean y Last Planner System en el Líbano: Resultados y reflexiones . . . . .	45
5.7. Contribuciones de tecnologías de información en la implementación del sistema Last Planner . . . . .	47
5.8. Impacto de los métodos Lean en el desarrollo de un proyecto minero . . . . .	47
5.9. Last Planner System: Implementación, evaluación y comparación de resultados en la construcción de un proyecto de vivienda social en Chile . . . . .	48
<b>6. Análisis de viabilidad de las herramientas Lean Construction y definición de estrategias para su implementación</b>	<b>52</b>
6.1. Justo a tiempo (JIT) . . . . .	52
6.2. Gestión Visual . . . . .	53
6.3. Mapas de cadena de valor . . . . .	53
6.4. Last Planner System . . . . .	54
6.5. 5 S's . . . . .	54
<b>7. Conclusiones</b>	<b>56</b>
7.1. Análisis de lo observado . . . . .	56
7.2. Propuestas y recomendaciones . . . . .	57
<b>Bibliografía</b>	<b>59</b>
<b>A. Transcripción de entrevistas</b>	<b>62</b>
A.1. Entrevista a Patricio González, Edificio Think (Sazie 2048) . . . . .	62
A.2. Entrevista a Sandra Becerra, Edificio Hurtado de Mendoza (La Florida) . . .	71
A.3. Entrevista a Matías Zúñiga, Obra Nogales Sante Elena (Colina) . . . . .	73

# Índice de Ilustraciones

2.1. Esquema Casa Lean. Fuente: González Alcántara [2013] . . . . .	7
2.2. Mejora Continua. Fuente: Sabbatino B. [2011] . . . . .	9
2.3. Sistema de planificación Lean. Fuente: Alarcón [2009] . . . . .	18
4.1. Ciclos utilizados . . . . .	35
4.2. Pizarra de reuniones diarias . . . . .	35
4.3. Secuencia de terminaciones . . . . .	36
5.1. Top 20 de países por número de papers . . . . .	40
5.2. Top 20 de países líderes en investigación . . . . .	41
5.3. Resultado de PPC . . . . .	45
5.4. Tasa de aprobación de calidad . . . . .	46
5.5. Resultados de Porcentaje Plan Completado . . . . .	50
5.6. Resultados de Razones de no cumplimiento . . . . .	51



# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. Antecedentes Preliminares

El rubro de la construcción genera un aporte significativo a la economía en Chile. Éste aporte es de aproximadamente 7% del Producto Interno Bruto (PIB) en el 2016 y de un 6% en el 2017. Además, genera casi 700.000 empleos (promedio trimestral) durante 2017, lo que equivale a un 8.5% aproximadamente del empleo nacional en ese periodo. Todo lo anterior se traduce en que las mejoras en la productividad de este rubro son relevantes para el país (Fuente: Banco Central de Chile [2017]).

En la etapa de construcción en los proyectos existe incertidumbre en la ejecución de actividades debido a la cantidad de variables involucradas. Esto ocasiona que en general los tiempos en terreno sean distintos a los proyectados teóricamente. Dada esta diferencia, se opta por no darle la importancia que necesita la programación de actividades y existe además la creencia de que dedicar tiempo a reuniones en oficina significa tener menos tiempo para realizar actividades en obra.

Para solucionar este problema, actualmente existe el Last Planner, que permite hacer un seguimiento a la obra, semana a semana, basado en el programa contractual de obra.

El Lean Construction en tanto, ha demostrado en otros países que su correcta aplicación permite hacer frente a las nuevas exigencias del mercado.

El Lean Construction está basado en la gestión de proyectos siguiendo los principios de la mejora continua y el Lean Manufacturing. Este novedoso método Lean tiene como objetivo la mejora continua, minimizar las pérdidas y maximizar el valor del producto final, diseñado en conjunto con el cliente.

A partir de la aplicación de técnicas que incrementan la productividad de los procesos de construcción, se consigue mejorar la rentabilidad total del proyecto y eliminar los desperdicios, o "todo aquello que no agrega valor al producto final". Además, el rendimiento de los sistemas de planificación y control son medidos y mejorados.

## 1.2. Justificación del problema

En la actualidad, la mayoría de los sectores productivos centra sus esfuerzos en agregar valor a sus productos. Para lograr esto, no solo es necesario implementar nuevas tecnologías, sino que buscar nuevas formas de trabajar de manera más efectiva y eficiente.

El sistema de control de producción basado en la filosofía Lean en Chile no ha tenido la penetración que ha tenido en países desarrollados. Por esto es importante averiguar las razones. Para aumentar la productividad en construcción, es importante estudiar cuáles son las buenas prácticas o complementos al sistema que se deben implementar.

Con el fin de analizar lo anterior, se estudiaron cuatro (4) proyectos en su etapa de construcción, en los cuales se han incorporado el Last Planner, observando que su implementación ha permitido mejoras y buenos resultados y ha permitido determinar cuáles son las características más importantes y más influyentes en la productividad de la obra.

## 1.3. Motivación

La filosofía Lean Manufacturing (LM) o producción sin pérdidas, basada originalmente en el sistema de fabricación de Toyota, es un modelo de gestión para llevar a cabo procesos haciendo que sus pérdidas se reduzcan al mínimo y al mismo tiempo agregar valor a los productos. Donde pérdidas se refiere a los tiempos de espera, la sobre producción, los inventarios y los defectos en los productos entre otros.

La aplicación de herramientas de “Lean Manufacturing” a un proyecto en su etapa de construcción es conocido como Lean Construction (LC) o construcción sin pérdidas. Fue planteado por Koskela en el año 1992. LC está tomando cada día más fuerza a nivel mundial, apuntando a hacer los procesos constructivos más eficientes, enfrentando que el desempeño productivo del sector de la construcción está muy por debajo de otros sectores económicos (Serpell and Verbal [1997]) .

La herramienta más difundida y aplicada en Chile es Last Planner System (LPS) o el Sistema del Ultimo Planificador, desarrollado originalmente por Ballard y Howell. Esta herramienta está orientada a convertir un Programa de Obra estático en un Programa de Obra dinámico y así incrementar su fiabilidad controlando la incertidumbre de ésta.

El Last Planner se ha estado implementado en Chile desde hace 10 años con resultados buenos y malos en etapas de construcción. Sin embargo, el próximo objetivo es extender el uso de la filosofía Lean, buscando la aplicación de más herramientas.

En Chile se han realizado numerosas investigaciones y aplicaciones de Lean Construction, siendo el séptimo país en el mundo en publicación de papers, mas no ha sido lograda la masificación de su implementación (Engebø et al. [2017]) .

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. Objetivo general

Realizar un análisis de la situación en Chile de las prácticas de las herramientas de Lean Construction que se han estado implantando y proponer las estrategias para que estas puedan ser implementadas.

### 1.4.2. Objetivos específicos

Para lograr el objetivo general de este trabajo, fue necesario alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Realizar una revisión bibliográfica de la filosofía Lean Manufacturing y cada una de sus herramientas.
- Realizar una revisión bibliográfica de Lean Construction y sus herramientas.
- Entrevistar a cuatro profesionales de obras diferentes.
- Formar parte de reuniones específicas de Last Planner.
- Verificar el conocimiento que se tiene en Chile de las otras herramientas de Lean Construction.
- Reconocer las herramientas utilizadas estableciendo buenas y malas prácticas.
- Desarrollar un análisis de las posibilidades de implementar las herramientas del Lean Construction.
- Definir las estrategias que permitan una mejor implementación de Lean Construction.

## 1.5. Metodología

### 1.5.1. Revisión bibliográfica

Se realiza una revisión sobre la filosofía Lean Manufacturing y sus herramientas. Luego se estudia la aplicación en el área de la construcción, lo que se conoce como Lean Construction. Se hará énfasis en las herramientas aplicables al desarrollo de un proceso constructivo.

#### **Identificar las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing**

Se identifican todas las herramientas que se utilizan para aplicar e implementar la filosofía Lean Manufacturing en distintos tipos de procesos.

## **Identificar qué herramientas pueden ser utilizadas en construcción**

De las herramientas identificadas anteriormente, se describen las que pueden ser implementadas de buena forma en los procesos constructivos.

### **Recolección de antecedentes internacionales**

Se realiza una recolección de antecedentes disponibles sobre la implementación de herramientas de Lean Construction en proyectos de construcción en el mundo, con resultados tanto satisfactorios como fracasados.

## **1.5.2. Casos de estudio**

### **Participación en reuniones semanales de Last Planner**

Se asiste a una reunión semanal de Last Planner de cada caso de estudio para observar metodologías de trabajo, herramientas empleadas y problemáticas entre otros.

### **Entrevistas a profesionales chilenos**

Se realizan entrevistas a administradores de obra de cada proyecto estudiado que implementa alguna herramienta de aplicación de LC.

## **1.5.3. Análisis y estudio de información recolectada**

Se analiza la información recolectada para conocer el estado actual de las implementaciones de Lean en las construcciones.

## **1.5.4. Propuestas de estrategias para su implementación**

Se proponen estrategias para la implementación de Lean en las construcciones.

# Capítulo 2

## Marco Conceptual

### 2.1. Toyota Production System

El Sistema de Producción Toyota fue desarrollado a partir del año 1948 por Taiichi Ohno, Eijy Toyoda y Shigeo Shingo. Basado en los principios de Jidoka (automatización), Just-in-time (Justo a tiempo) y Kaizen (mejora continua), es una filosofía orientada a proporcionar mejor calidad, a un menor coste y con plazos de entrega más cortos mediante la eliminación de desperdicio (improductividad o actividades que no añaden valor) (Pons Achell [2014]).

El primer principio, que es la base de la filosofía, de este sistema dice que las decisiones de gestión deben “basarse en una filosofía a largo plazo, incluso en expensas de los objetivos financieros a corto plazo” (Gao and Low [2014]).

Además, este sistema se sustenta y perfecciona a través del trabajo estandarizado y de la mejora continua (Pons Achell [2014]).

La mejora continua, si se quiere, es una filosofía que intenta optimizar y aumentar la calidad de un producto, proceso o servicio. Es mayormente aplicada de forma directa en empresas de manufactura, debido en gran parte a la necesidad constante de minimizar costos de producción obteniendo la misma o mejor calidad del producto, porque los recursos económicos son limitados y en un mundo cada vez más competitivo a nivel de costos, es necesario para una empresa manufacturera tener algún sistema que le permita mejorar y optimizar continuamente (Monroy [2017]).

### 2.2. Lean Manufacturing

Los creadores del concepto Lean Manufacturing (LM) fueron James P. Womack y Daniel T. Jones, del Massachusetts Institute of Technology (MIT). Los investigadores analizaron la evolución de los sistemas de gestión de producción, en particular, lo que sucedió durante los últimos 50 años del siglo veinte en la industria automotriz mundial (Marín [2015]).



En los 80', el MIT realizó un estudio en la industria automotriz de Japón y Estados Unidos concluyendo que las empresas japonesas habían desarrollado un sistema productivo propio superior, capaz de fabricar con mayor calidad, a un coste y con plazos de entrega menores, tanto a nivel de diseño como a nivel de fabricación (Pons Achell [2014]).

La palabra Lean en inglés significa magro o sin grasa, por lo que Lean Manufacturing es el nombre que se le dio a la producción sin pérdidas.

En general, la filosofía de gestión que inspira la producción sin pérdidas desafía muchos de los paradigmas vigentes en los sistemas de producción convencionales, entre los cuales se encuentra la metodología de detectar y corregir errores y las mejoras se obtienen solo al implementar nuevas tecnologías (Alarcón Cárdenas and Pellicer Armiñana [2009]).

El objetivo de LM es encontrar herramientas que ayuden a eliminar todos los desperdicios y todas las operaciones que no le agregan valor al producto o a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando aquello que no se requiere. Por otro lado, sirve para implantar una filosofía de mejora continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad (González Alcántara [2013]).

En la Figura 2.1, se muestra un esquema conocido como la “Casa Lean”, el cual representa el conjunto de herramientas que conforman la filosofía, donde los cimientos están constituidos por las herramientas de acceso cuya implantación debe suponer la base para poder desarrollar las herramientas sucesivas más complejas. Sobre ellos se asientan los pilares fundamentales que son las herramientas Just-in-time y Jidoka, sosteniendo los resultados que se obtienen de una sólida implementación de LM (González Alcántara [2013]).

### **2.2.1. Producción Justo a tiempo (Just-in-time)**

Con el fin de evitar problemas como sobreproducción, exceso de equipos y operarios, se han creado sistemas flexibles que puedan adaptarse a las fluctuaciones de la demanda.

El concepto más profundo de la filosofía Just-in-time (JIT) es suavizar el proceso de fabricación a través del manejo eficiente de materiales, tales como proporcionar los materiales correctos en la cantidad y calidad correctas, justo a tiempo para la producción y así eliminar o reducir el desperdicio, produciendo así el valor máximo para el cliente (Pheng and Shang [2011]).

Aunque las percepciones de JIT varían enormemente, generalmente se acepta que mejora la calidad, el mantenimiento preventivo, la motivación y la moral del empleado, la participación laboral y el compromiso, y disminuye el nivel de inventario, el tiempo de entrega, el tiempo de configuración, defectos y finalmente el costo (Akintoye [1995]).

Para lograr lo anterior el Just in Time se basa en tres principios básicos: el sistema de producción “Pull”, el flujo continuo y la nivelación de la producción (Takt Time).

El sistema "Pull" se caracteriza por tener un sentido inverso al sistema tradicional donde

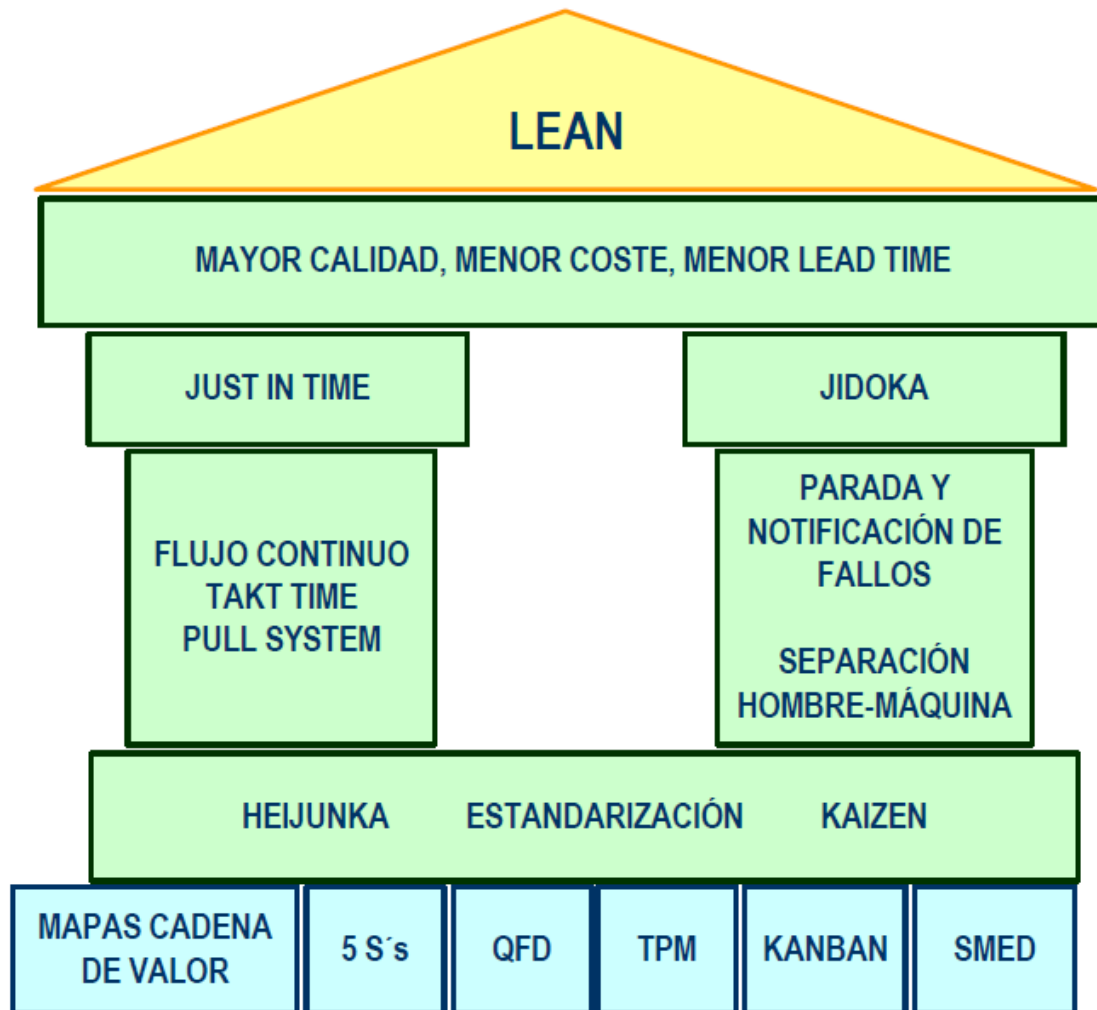


Figura 2.1: Esquema Casa Lean. Fuente: González Alcántara [2013]

los lotes de fabricación previamente planificados .<sup>em</sup>pujan"la producción (sistema "Push"). En el sistema "Pull", cada proceso o cliente retira el producto o las piezas del proceso anterior a medida que las necesita, es decir, son las necesidades de montaje final las que van arrastrando los materiales. De esta forma, un centro de trabajo o servicio únicamente opera cuando el proceso siguiente le comunica la necesidad de hacerlo (Marín [2015]).

Llevar a cabo el sistema "Pull" consigue tener un flujo continuo, evitando de esta manera la fabricación por lotes y las esperas que éstos llevan asociadas. Más específicamente un flujo continuo logra reducir el inventario en proceso, los tiempos de espera y ayuda en ahorro de espacio (González Alcántara [2013]).

La nivelación de producción por otro lado se refiere al ritmo nivelado o promedio al que debe trabajar la producción para satisfacer la demanda del cliente (a esto se le conoce como "Takt Time") dado que si se produce a un ritmo inferior al que el cliente requiere se deberán hacer horas o turnos extras. En cambio, si se produce a un ritmo superior existirán tiempos de espera y quizás hasta tendrán que cambiar de puestos a algunos operarios y en resumen

se estará generando más producción que lo demandado (González Alcántara [2013]).

### **2.2.2. Automatización con una mente humana (Jidoka)**

La técnica llamada Jidoka es más bien un conjunto de técnicas que buscan detectar y corregir los defectos existentes en el proceso productivo. Marín [2015] explica que “otorga la habilidad de evitar errores al detener la línea de producción al ser detectada alguna anomalía” (p.10), logrando de este modo evitar que cualquier pieza o producto defectuoso siga avanzando en la línea productiva.

La automatización con una mente humana implica contar con trabajadores inteligentes y máquinas que identifican errores y toman contramedidas rápidas, lo cual debe seguir con la detención de la línea ya sea de forma automática o con la intervención de un operario, el cual debe estar capacitado y hacerse responsable de la calidad de los trabajos que realice (Nahmens and Mullens [2011]).

González Alcántara [2013] afirma que el éxito de la implementación de Jidoka puede garantizar la calidad de los elementos fabricados al ser inspeccionados en un 100 %, lo cual al mismo tiempo evita llevar piezas a ser verificadas en centros externos de verificación.

Por otra parte, tiene una influencia directa con el control de calidad dado que éste suele realizarse por un departamento específico y al final del proceso productivo, lo cual busca evitar el Jidoka, al centrar los esfuerzos en producir sin defectos en lugar de controlar su presencia en los elementos ya fabricados.

Esta herramienta dispone de técnicas de apoyo para identificar y reducir los defectos en el momento de su generación. Uno de estos son los elementos Poka Yoke o a prueba de fallos los cuales aseguran que el montaje de un elemento sea siempre de una forma. Esto evita los errores humanos en un proceso y logra estandarizar la producción.

Otra técnica de apoyo son las señales visuales o Andon, las cuales indican mediante señales luminosas el estado del equipo, el avance del proceso de montaje, dar alerta sobre flujos detenidos o falta de materiales entre otros, lo que permite desencadenar una reacción inmediata ante una anomalía (Marín [2015]).

### **2.2.3. Mejora continua (Kaizen)**

Kaizen es una herramienta utilizada para la mejora rápida de procesos. En particular, involucra a los trabajadores en los procesos de decisiones y se enfoca en hacer cambios rápidos y viables (Ikuma et al. [2011]).

La mejora continua no se puede asociar con una técnica específica. De hecho, todas las técnicas están diseñadas para impulsar la mejora continua a través de la resolución de problemas y el pensamiento creativo.

Sin embargo, en LM, los círculos de calidad brindan una oportunidad para que los trabajadores participen en la mejora del proceso. Estos son equipos que se reúnen periódicamente para proponer ideas para los problemas más visibles en el lugar de trabajo. Pueden resolver problemas de calidad, mantenimiento, reducción de costos y seguridad, para proveer potenciales soluciones a futuras actividades (Salem et al. [2006]).

Los beneficios de los círculos de calidad no son solo las ideas implementadas sino también el proceso de aprendizaje que experimentan los trabajadores. Es importante mencionar que el avance se logra conseguir a través de mejoras pequeñas y constantes por lo que no deben suponer inversiones económicas importantes. Resulta clave para esta técnica que se hagan registros de las mejoras realizadas para simplificar la búsqueda de soluciones y lograr incorporarlas a la forma de trabajar.

En la Figura 2.2 se observa una representación de un mejoramiento continuo cíclico, los cuales son pequeños y van en aumento generando un mejoramiento general paulatino (Sabbatino B. [2011]).

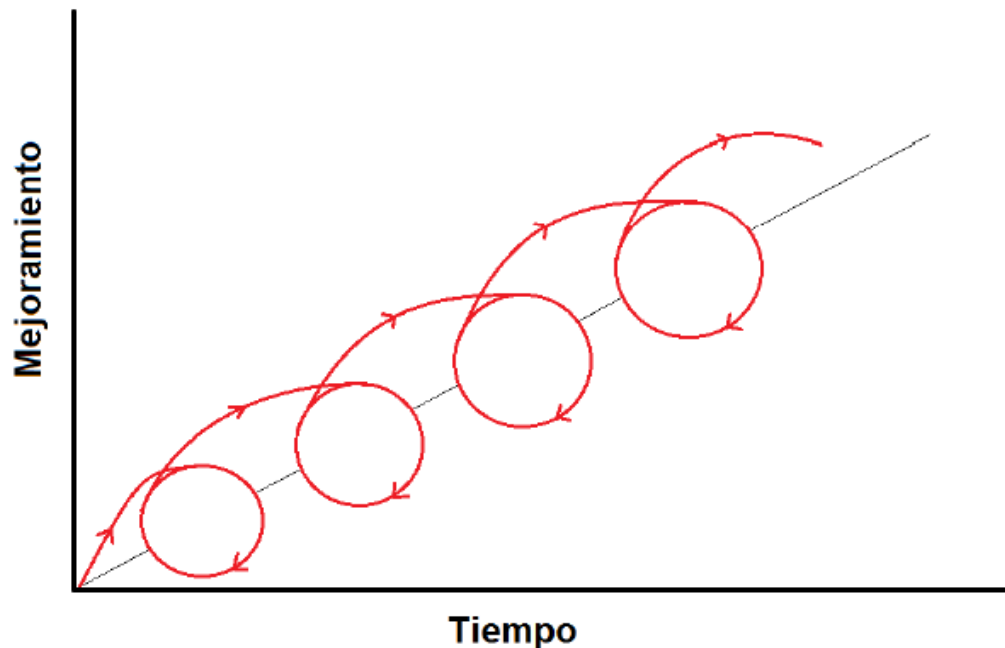


Figura 2.2: Mejora Continua. Fuente: Sabbatino B. [2011]

#### 2.2.4. Producción flexible (Heijunka)

Se le llama Heijunka al proceso de regularización de la producción, tanto por el volumen como por los productos fabricados durante un tiempo. Permite amortiguar las variaciones de la demanda comercial produciendo varios modelos diferentes en la misma línea de producción. Busca lograr una producción flexible y fluida.

En LM, nivelar la producción disminuye el impacto de la variabilidad del flujo. Los nive-

les fluctuantes de la demanda son controlados mediante la optimización de la secuencia de productos con tamaños mínimos de lote. Cuando se reducen los lotes, las fluctuaciones de la demanda se pueden gestionar realizando pequeños ajustes en el volumen de producción y los recursos asignados (Salem et al. [2006]).

### **2.2.5. Gestión visual (Visual management)**

Existen diferentes definiciones de Gestión visual en la literatura, “destacando distintas perspectivas que se han adoptado en su conceptualización. Ho [1993] lo describe como un enfoque de comunicación simple y atractivo, realizado mediante el uso de varios dispositivos, como pizarras de anuncios, lemas, luces indicadoras y unidades de visualización.

Tomkins y Smith [1998] enfatizan su rol como parte de los sistemas de medición del desempeño, que se manifiesta en la forma de un centro de comunicación e información para que todos los empleados comprendan las direcciones estratégicas, el desempeño y los resultados de las iniciativas de mejora de la organización.

Según Imai [1997], trata de hacer visibles las anomalías, estabilizar y mejorar los procesos, además de mantener a las personas en contacto con las realidades del lugar de trabajo.

Según Maskell y Kennedy [2007], esta herramienta proporciona información cuando es necesaria de una manera simple y fácil de entender, que a cambio crea transparencia, lo que significa que todos trabajan con la misma información” (Tezel et al. [2015]).

En resumen, es un conjunto de herramientas y técnicas que fortalecen la comunicación y el intercambio de información dentro del proyecto. Muestra de una forma general lo que se espera de los trabajadores y de la productividad del proyecto, y como se está llevando a cabo, aportando así a la transparencia de los procesos. Se muestran las tendencias de rendimiento y también la información de suministros, lotes y maquinarias.

La gestión visual es “ampliamente utilizada en avanzadas plantas de fabricación y se ha señalado como uno de los bloques fundamentales de la filosofía LM. Se ha utilizado una amplia gama de herramientas y enfoques en la gestión visual, incluidas las señales visuales, dispositivos a prueba de tontos, eliminación de barreras visuales y programas para mantener un lugar de trabajo limpio y ordenado (Galsworth [1997]; Kattman et al., [2012])” (Tezel et al. [2015]).

### **2.2.6. Mapas de cadena de valor (Value stream mapping)**

El mapeo de cadena de valor (VSM) es una potente herramienta que permite la representación gráfica del estado actual y futuro del sistema de producción, con el objetivo de que los usuarios tengan un mejor entendimiento de las actividades de desperdicio que necesitan ser eliminadas (Lovellette, [2001]). Según Vendan & K. [2010] “un sistema de manufactura opera con sincronización de las actividades paso a paso”.

Se define un mapa de cadena de valor como una herramienta que sirve para ver y entender un proceso e identificar sus desperdicios. Se debe considerar el flujo en su totalidad en lugar de desperdicios o pérdidas aisladas (Yu et al. [2009]).

Las actividades que dan valor añadido o agregado real son aquellas que el cliente está dispuesto a pagar, son las que está esperando para satisfacer su requerimiento y resolver su necesidad. Hay muchas otras actividades que la compañía productora o de servicios requiere y son necesarias para su operación interna, pero que no agregan valor desde el punto de vista de las ventajas para el cliente (actividades que no dan valor añadido para el cliente). Estas actividades se deben reducir al máximo sin afectar las políticas internas o revisar estas últimas para mejorarlas y poder ser más competitivo. Además, existen otras actividades que no agregan valor alguno ni al cliente ni son esenciales a la empresa y son un verdadero desperdicio de recursos, estas se deben eliminar.

Típicamente, para realizar mapeo del flujo de valor, se siguen una serie de pasos:

1. Seleccionar una familia de productos, entendida como un conjunto de productos que se producen de forma similar, tanto por los medios utilizados como el propio proceso.
2. Formar el equipo que participará en el análisis.
3. Representar los procesos de producción que se siguen para producir el producto, identificando una serie de valores clave para cada uno de ellos: tiempo de ciclo, número de operarios involucrados, etc.
4. Representar el flujo de material, cómo se mueve el material de un proceso a otro, identificando, si existen, los inventarios que se utilizan y su volumen, así como el flujo de materia prima que llega desde los proveedores y de la entrega del producto al cliente.
5. Representar el flujo de información entre los distintos actores involucrados, empresa (u otras unidades organizativas dentro de la misma si es necesario distinguirlas), proveedores, clientes, etc.
6. Calcular los Lead Time, del producto y del proceso.

Lead Time es el tiempo que transcurre desde que se inicia un proceso de producción hasta que se completa, incluyendo normalmente el tiempo requerido para entregar ese producto al cliente. El Mapa realizado permitirá visualizar la situación global del sistema de producción y ayudará a reconocer focos de desperdicio (sobreproducción, tiempos de espera, inventarios, etc.). Conocidos estos, se debe realizar un mapa de cadena de valor a futuro, con un enfoque Lean, ajustando la producción a la demanda de manera eficiente.

### **2.2.7. 5 S's**

Las 5S's es una metodología que busca mantener un lugar de trabajo limpio, organizado y seguro en el que los procesos se puedan llevar a cabo con un alto nivel de desempeño, siendo ésta una parte clave a la hora de implementar la filosofía Lean en cualquier proyecto.

Se nombra de esta manera dado que se basa en 5 palabras de origen japonés; Seiri (Clasificar), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpiar), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Sostener). Las

primeras tres palabras son bastante claras a la hora de mantener un lugar adecuado para realizar un buen trabajo, en cambio las últimas dos “eses” (S’s) apuntan tanto hacia que la clasificación, el orden y la limpieza sea algo estandarizado y se sostenga este estándar, valga la redundancia, de buenas prácticas (González Alcántara [2013]).

En resumen, este método de gestión busca crear entornos que permitan maximizar los recursos, el tiempo y la productividad, desarrollando un ambiente de trabajo agradable y eficiente. Cabe mencionar que el método surgió después de la II Guerra Mundial y su objetivo principal era eliminar los obstáculos que impidiesen una producción que fuera eficiente.

### **2.2.8. Estandarización**

Realizar una estandarización a un proceso productivo consiste principalmente en determinar el orden secuencial de operaciones que ha de ejecutar un operario que maneja distintas máquinas, de tal forma se logra equilibrar todos los procesos en cuanto al tiempo se refiere y también conseguir utilizar el mínimo de trabajadores posibles.

La estandarización busca como objetivo que las operaciones de fabricación se realicen siempre de una misma forma, con lo cual se tendrá control y con el paso del tiempo mejoras de los procesos, logrando así establecer un acuerdo de cuál es la mejor forma de hacer algo.

Los procesos estandarizados proveen estabilidad en el área de trabajo y además los procesos industriales estándar son los más seguros, fáciles y la forma más productiva de hacer un trabajo (Nahmens and Mullens [2011]).

### **2.2.9. Gemba walk**

Una Gemba walk o caminata gemba es definida como una caminata visual con el propósito de ver el origen del trabajo y comprender completamente los procesos de éste y también el trabajo de primera línea (Womak [2011]).

La idea se basa en “la creencia de que se puede entender todo lo que es importante en un proceso, al parar y observar desde un buen lugar en el espacio de trabajo (Shook, [2009])” (Kerem et al. [2013]).

Los gerentes se pueden dar cuenta de oportunidades de mejora instantáneamente. Esta caminata promueve un entorno colaborativo basado en la confianza, en el que todos los miembros del equipo ofrecen valiosos aportes para eliminar las restricciones del proyecto y las pérdidas en los procesos del flujo de trabajo. Hacer una caminata gemba se trata de observar, participar y mejorar (Womak [2011]).

### 2.2.10. Tarjetas Kanban

Kanban es un enfoque Lean desarrollado en la industria automotriz como un mecanismo para extraer los materiales y piezas en todo el flujo de valor bajo las bases del JIT. En japonés, la palabra “kanban” significa “tarjeta” o “señal” y es el nombre dado a la tarjeta de control de inventario utilizada en un sistema “pull”.

El objetivo de un sistema “pull” es producir solo lo que se necesita, cuando se necesita y en las cantidades correctas. En un ambiente LM, kanban es un sistema de control visual avanzado centrado principalmente en eliminar la sobreproducción, aumentar la flexibilidad para responder a la demanda de los clientes y reducir costos al eliminar los desperdicios.

En este entorno, se han desarrollado dos tipos de kanban; kanban de transporte y kanban de producción. Los kanban de transporte se utilizan para señalar la necesidad de reponer materiales a un proveedor o para señalar el movimiento de las piezas o subconjuntos producidos dentro de la fábrica a la línea de producción. De forma similar, los kanban de producción son señales para iniciar la producción o para comunicar la necesidad de cambios de maquinaria (Arbulu et al. [2003]).

### 2.2.11. Sistema del último planificador (Last planner system)

Se conoce como Last Planner System (LPS) a un sistema de programación y control cuyo fin es crear un ambiente estable de trabajo, protegiendo la producción de la incertidumbre y la variabilidad. Este sistema ha sido probado y ha demostrado una alta efectividad, con multitud de aplicaciones exitosas en el mundo entero, logrando así una mejora en el desempeño y también en el cumplimiento de plazos y productividad (Díaz et al. [2014]).

El LPS es un complemento de las metodologías ya existentes como son los métodos de barras y redes. Mientras los métodos de redes manejan el camino crítico y las fechas, el LPS se preocupa de manejar la variabilidad y los flujos de trabajo. Se centra en la fase de ejecución y pretende mejorar el control de la incertidumbre lo cual se logra aplicando acciones concretas en los distintos niveles de planificación.

Básicamente, el sistema busca que el proceso de programación se centre en gestionar las actividades que se pueden hacer, las que dependen de restricciones que se presentan durante el desarrollo produciendo de esta forma retrasos de forma reiterada.

Es por esto que tiene importancia poseer el conocimiento para poder determinar de mejor forma lo que se puede lograr hacer y a partir de esa información, programar lo que se vaya a realizar en un futuro cercano, donde programar para una semana es una práctica común que da resultados positivos. Si se logra incrementar la cantidad de actividades que si se pueden hacer, se tendrá una mayor posibilidad real de avance. De esta forma resulta clave lograr liberar las restricciones de avances que se presentan comúnmente (Díaz et al. [2014]).



### **2.2.12. Ejecución integrada de proyectos (Integrated project delivery)**

Esta herramienta, que también se puede conocer como “Lean Project Delivery” (LPD), define que la forma de organizar a las partes involucradas en el proyecto consiste en formar un grupo de trabajo donde exista colaboración entre el cliente, el proyectista y el contratista general desde las fases iniciales del diseño (Díaz et al. [2014]).

Con esta herramienta se busca lograr una mejor comprensión de las ideas de cada una de las partes, por lo que el camino escogido finalmente será uno donde todas las ideas estarán de algún modo intersectadas.

Este modelo pretende solucionar la falta de cooperación entre las partes que intervienen en un proyecto y de este modo cambiar la actitud de individualismo que trae consigo estas prácticas, consiguiendo ineficiencias y pérdidas, obstaculizando de este modo la generación de valor del producto final.

Una ejecución integrada logra optimizar las relaciones entre todas las partes involucradas mejorando así los tiempos de entrega. Este modelo abarca una cooperación mediante la formación de equipos multidisciplinarios que trabajen en conjunto y con objetivos compartidos.

El objetivo principal del sistema LPD es desarrollar teorías, reglas y herramientas para la gestión de proyectos para ejecutarlos de forma que se entreguen productos en un tiempo que logra maximizar su valor y al mismo tiempo minimizando los residuos o pérdidas durante su producción y ejecución. Esto último no hace más que confirmar que el modelo logra abarcar toda la vida del proyecto, desde la fase de diseño hasta su fin de ciclo de vida (Díaz et al. [2014]).

El modelo LPD se puede dividir en 5 fases que se implementan dentro de él; definición del proyecto, diseño, suministro, ensamblaje y uso.

### **2.2.13. Cambio rápido de modelo (Single minute exchange of die (SMED))**

El SMED es un conjunto de técnicas que consiste en realizar las operaciones de preparación al hacer cambio de herramientas o utensilios en menos de 10 minutos.

Esta técnica se derivó de la herramienta JIT para acortar los tiempos de preparación de las máquinas y hacer lotes más pequeños.

La herramienta tiene como objetivo eliminar el tiempo de espera que se generan en este tipo de actividades, dado que al realizar una producción en lotes es difícil distinguir el tiempo de preparación de la maquinaria para realizar un nuevo producto (Villa et al. [2013]).

### **2.2.14. Mantenimiento productivo total (Total productive maintenance)**

Busca mejorar la eficiencia de los sistemas productivos al implicar continuamente a todo el personal en el cuidado, limpieza y mantenimiento preventivo de los equipos que utilizan, logrando de esta forma que no se lleguen a producir averías, accidentes o defectos, dejando así de lado el enfoque tradicional de mantención, donde se entra a reparar cuando se presentan averías y se debe detener la utilización del equipo en mantención (González Alcántara [2013]).

### **2.2.15. Despliegue de función de calidad (Quality function deployment (QFD))**

Es un sistema que busca focalizar el diseño de los productos y servicios en dar respuesta a las necesidades de los clientes. Según González Alcántara [2013] “esto significa alinear los requerimientos del cliente con lo que se produce”.

En otras palabras, se traducen las demandas del cliente a objetivos de diseño.

## **2.3. Lean Construction**

Lean Construction, o “Construcción sin pérdidas”, es una combinación entre la gestión de procesos de construcción y la aplicación de los principios y prácticas del Lean Manufacturing. Persigue el aumento de la productividad, eliminando pérdidas, minimizando los costos, maximizando el valor del producto final definido por el cliente. Propuesto por Lauri Koskela [1992], analiza los flujos de materiales e información, su control y estabilidad. Posteriormente, (Koskela, [2000]) se introdujo una visión integradora de la producción como flujo de información o materiales, con tres objetivos fundamentales: reducción de costes, ahorro de tiempo e incremento de valor para el cliente (Alarcón & Cárdenas, [2015]).

A continuación, se muestran algunas de las herramientas junto a análisis de casos de estudio realizados, que componen LM y que se utilizan en los procesos constructivos.

### **2.3.1. Justo a tiempo (Just-in-time)**

Si bien los beneficios de la implementación del Just in Time (JIT) pueden resultar ser muy grandes, estos no se podrán alcanzar sin realizar una inversión inicial, para por ejemplo obtener equipos más sofisticados y empleados con mejores habilidades.

Pheng and Shang [2011] afirman que existen varias barreras para implementar el JIT en su país (China) las cuales son; la insuficiente habilidad y entrenamiento de los trabajadores, la pobre experiencia en la gestión de proyectos, una pobre estructura de organización que incluye

jerarquizaciones que trabajan de forma casi independientes, una baja gestión de materiales donde se acostumbra a realizar grandes encargos, los cuales se amontonan y ocupan espacio útil y además son susceptibles a ser dañados, la relación con proveedores dado que son éstos lo que asumen el riesgo al realizar encargos con bajas cantidades, el uso limitado de elementos prefabricados lo cual acusa de una baja estandarización en la industria, y la baja constructibilidad de los diseños, entre otras. Varias de éstas barreras también son aplicables a Chile, donde se puede hacer énfasis en las jerarquizaciones y en la relación con los proveedores.

A pesar de las posibles barreras de implementación, los beneficios de utilizar el JIT son grandes, donde la reducción del inventario en una obra es una de las principales ventajas, como también mejorar la comunicación entre partes, reducir bodegas y mejorar la calidad del producto (Akintoye [1995]).

La comunicación con los proveedores resulta clave y no cualquiera tiene la capacidad para hacerlo, por lo que es claro que para una empresa grande será más abordable implementar el Just in Time en comparación con una empresa con menores recursos.

Aplicar por lo tanto el JIT requiere de una buena organización y programa de construcción para poder identificar la demanda requerida y obtenerla a tiempo, donde las responsabilidades, expectativas y calidad deberá estar clara y comprendida tanto por la constructora como por los proveedores (Sui Pheng and Joo Chuan [2001]).

Diferentes estudios demuestran los beneficios de la aplicación del Just in Time, siendo Singapur uno de los primeros países que ha implementado en JIT en la construcción con éxito, logrando incrementar la productividad a través de éste (Pheng and Shang [2011]).

Sui Pheng and Joo Chuan [2001] aseguran que los contratistas se ciegan por el precio y pasan por alto el cuadro más grande de los costos totales y que solo una minoría de ellos muestra interés en que JIT sea realmente una forma de ahorrar costos en el sistema de gestión, por lo que en este contexto, reembolso de costos o compartir los ahorros pueden ser de ayuda para motivar a implementar el Just in Time a sus entregas.

### **2.3.2. Gestión Visual (Visual management)**

El Visual Management (VM) en Construcción se puede implementar estandarizando sitios de trabajo: Vías, Caminos, y zonas bien demarcadas (Fumadores, escombros, acopio de material, oficinas, talleres, bodegas, etc.). Es una herramienta para conocer los procesos actuales, detectar problemas, y entregar una motivación importante al personal. Se conocen sus rendimientos históricos, y se plantean objetivos.

También es utilizado para transparentar información sobre los rendimientos de los equipos, publicando el desempeño como por ejemplo el porcentaje del plan completado del proyecto. Es importante para conocer los procesos en los que se encuentra la obra, detectar problemas y motivar al personal al mostrar los rendimientos y fijando metas (Marín [2015]).

Tezel et al. [2015] muestran que la gestión visual no sólo sirve para señas visuales y control

de producción, si no también para mostrar ejemplos, apoyar en la aplicación de las 5 s's, entre otros, tras observar experiencias en grandes constructoras de Brasil.

Dentro de los factores críticos para una implementación exitosa de VM se encuentran la necesidad de obtener apoyo académico para mantener, desarrollar y evitar tener una aplicación descendente y hacer en su lugar un esfuerzo para involucrar a la mano de obra en el desarrollo e implementación, monitorear su ejecución y medir los resultados, definir claramente los métodos de ejecución y las responsabilidades para las diferentes herramientas de gestión visual, entre otros (Tezel et al. [2015]).

### **2.3.3. Mapas de cadena de valor (VSP)**

Es utilizado para mejorar los procesos, reducir tiempos y desperdicios en los principales trabajos que se realizan en terreno como lo son moldaje, hormigonado y tabiquería entre otros, como también en los procesos administrativos ya sean en un proyecto en particular o para la empresa en general.

Como se ha explicado en el apartado anterior, la elaboración de los mapas de cadena de valor constituye una de las herramientas de acceso al método de gestión Lean que van a facilitar información sobre como se están desarrollando las operaciones para la obtención de los productos. Por ejemplo, la gestión logística de los materiales necesarios en obras de edificación.

Se trata de un proceso complejo que abarca una gran cantidad de actividades durante un periodo de tiempo prolongado (González Alcántara [2013]).

Los mapas de cadena de valor tienen una buena aplicación en proyectos de construcción de edificios como también se utilizan en proyectos de construcción de casas, donde si bien no es aplicable directamente, tiene sus variaciones que también logran mejorar en el rendimiento (Yu et al. [2009]).

### **2.3.4. Last planner system (LPS)**

La estructura de LPS se desarrolla en tres niveles distintos de programación, desde lo más general hasta lo más específico planteando así un modelo en cascada que se basa en el principio del trabajo sistemático, donde la programación se analiza en el nivel más bajo de jerarquía de programadores es decir, la última persona o grupo que tiene que ver con la supervisión de los trabajos en obra (el último planificador).

La filosofía de LPS es asegurar que todos los requisitos previos necesarios para realizar un trabajo estén en su lugar antes de asignar las cuadrillas de trabajo a la actividades (Díaz et al. [2014]).

Según Ballard todas las tareas tienen tres categorías: deben, pueden y se harán, tal como se muestran en la Figura 2.3. Estas reflejan cada nivel de planificación de la siguiente manera:

el programa maestro indica qué se debe realizar, el programa intermedio prepara el trabajo y realiza la revisión de las restricciones y el plan semanal programa una serie de actividades que pueden ejecutarse comprometiendo a los agentes al cumplimiento del programa.



Figura 2.3: Sistema de planificación Lean. Fuente: Alarcón [2009]

## Programa maestro

El Programa Maestro es la programación de todas las actividades necesarias para realizar la construcción de los elementos estructurales, arquitectónicos entre otros que hacen parte del proyecto. La programación maestra se hace en forma de diagrama de Gantt, estableciendo los tiempos de todas las tareas necesarias para culminar la etapa de construcción en los proyectos.

## Programación intermedia

La programación intermedia es el segundo nivel en la aplicación de LPS y consiste en desglosar la programación general para evitar perder tiempo y material; se destacan aquellas actividades que deberían hacerse en un futuro cercano.

Aquí se controlan la coordinación de diseño, los proveedores, los recursos humanos, los requisitos previos para materializar las actividades y la información para que las cuadrillas de trabajo cumplan con sus objetivos en obra.

Para hacer la programación intermedia deben seguir los siguientes procesos:

- Definición del intervalo de tiempo: Es medido por semanas, su número depende de las características del proyecto y de los tiempos para adquirir información, materiales, mano de obra y maquinaria. Como algunas actividades tienen tiempos de respuesta largos desde que inicia la petición hasta que se recibe la respuesta, los periodos para cada actividad en el programa maestro deben ser identificados durante la programación inicial.

- Definición de las actividades que serán parte del programa intermedio: Se deben explorar minuciosamente todas las actividades del Programa Maestro que estén contenidas dentro de los intervalos definidos, esto permite obtener un conjunto de tareas para cada intervalo de tiempo dado, cada una de las cuales tendrá unas restricciones que determinan su ejecución.
- Análisis de restricciones: Una vez identificadas las tareas que serán parte del programa intermedio es necesario asegurar que estén libres de restricciones para que puedan ser llevadas a cabo en el momento fijado.

Es necesario cumplir con dos etapas para asegurarnos que una actividad esté libre de restricciones:

Primera, revisión del estado de las tareas con respecto a la programación intermedia teniendo en cuenta sus restricciones y la probabilidad de mover las tareas antes del tiempo para su comienzo. La revisión es el primer paso para controlar el flujo de trabajo, ya que impide la entrada de una tarea que tiene restricciones al plan intermedio, es decir su objetivo principal es filtrar la información que entra a la planificación intermedia.

Segunda, preparar las restricciones. Se trata de definir cuáles serán las acciones tomadas para remover las restricciones para iniciar la actividad en el tiempo planeado, y se debe desarrollar en tres fases: confirmar los tiempos de respuesta de los proveedores verificando quién es el último involucrado con la ejecución de la actividad, tener certeza de que el proveedor tendrá todo listo para el inicio de la tarea en obra y si los tiempos de respuesta anticipados son los adecuados; en caso de resultar demasiado largos se deberán acortar.

- Inventario de trabajo ejecutable (ITE): Está compuesto por todas aquellas tareas que tienen la mayor probabilidad de ser ejecutadas, es decir, aquellas que pasaron por el proceso de revisión y están libres de restricciones; de esta manera se crea un inventario de tareas que se han de ejecutar.

Dentro del inventario ejecutable existen diversos tipos de actividades, entre ellas: Actividades con restricciones liberadas que pertenecen al ITE de la semana en curso pero que no pudieron ser ejecutadas, actividades con restricciones liberadas que pertenecen a la primera semana futura y actividades con restricciones liberadas con dos o más semanas futuras.

En caso de que alguna actividad del ITE no pueda ser ejecutada o se ejecute antes, se proveerán otras para que las cuadrillas no queden libres de trabajo y con esto se da por finalizada la programación intermedia.

## **Programación semanal**

Es la última fase de programación de LPS y presenta el mayor nivel de detalle antes de la ejecución de un trabajo; es realizada por los administradores de obra, jefes de terreno, jefes de obra, capataces y todos aquellos que supervisan directamente la ejecución de los trabajos en obra.

El programa de trabajo semanal contiene las actividades que serán realizadas durante la semana. Se forma teniendo en cuenta las actividades que se pueden hacer según lo establecido

en el ITE, seleccionando lo que puede ser ejecutado en cada semana; esto se denomina “asignaciones de calidad”, es decir que el plan de trabajo semanal estará compuesto solo por asignaciones de calidad. Para que el plan sea exitoso deben cumplirse los cinco criterios de calidad: definición, consistencia, secuencia, tamaño y retroalimentación.

Teniendo ya elaborado el programa de trabajo semanal, el LPS mide el cumplimiento de lo programado en el plan mediante el Porcentaje de Plan Completado (PPC), el cual compara lo que se planeó hacer según el plan de trabajo semanal con lo que realmente fue hecho en obra, tabulando las causas por las cuales no se logró un 100 % para corregirlas en la siguiente semana.

Para calcular el PPC es necesario tener el total de actividades que realmente se pudieron completar en obra, por tal motivo se debe llevar un formato donde cada actividad programada tendrá solo un estado de dos posibles: actividad completada o no completada, de esta forma se obtienen los totales de actividades cumplidas y no cumplidas.

Antes de dar inicio a cada semana de trabajo se debe realizar una reunión para planear y discutir asuntos de programación semanal; a dicha reunión deben asistir el administrador de obra, el jefe de terreno o encargado de la planificación, los supervisores y capataces, el representante de la oficina técnica y los subcontratistas (Díaz et al. [2014]).

### 2.3.5. 5 S's

El proceso 5S tienen cinco pasos que pueden ayudar a eliminar los desechos y reducir las ineficiencias del proceso en el lugar de trabajo. Las 5 S de Lean son clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y sostener (Salem et al. [2014]).

Clasificar (Seiri) ayuda a eliminar herramientas y otros elementos que no se utilizan en el proceso de construcción.

Ordenar (Seiton) sirve para configurar la zona de trabajo en orden mediante la organización de herramientas y equipos por secuencia de su uso. Implementar esta técnica en zonas de trabajo también dará como resultado reducciones de costos considerables.

El barrido o limpieza (Seiso) se usa para limpiar y mantener la zona de trabajo en orden. La limpieza diaria da confianza en la capacidad de encontrar lo que se necesita sin perder demasiado tiempo.

Estandarizar (Seiketsu) requiere que las operaciones en la zona de trabajo sean consistentes y estandarizadas. Requiere que cada trabajador conozca sus responsabilidades.

Sustain (Shitsuke) asegura que la administración sigue las prácticas mencionadas anteriormente y no permite un retroceso gradual a las antiguas formas de operación (Salem et al. [2005]).

Desde el punto de vista de LC, las 5S deben implementarse incrustándose en la forma de trabajo diaria de cómo se hacen las cosas. La excelencia en 5S no puede lograrse mediante un

enfoque de gestión centralizado de arriba hacia abajo, sino más bien mediante responsabilidades distribuidas. Al fortalecer 5S, todas las partes interesadas deberían poder apreciarse a sí mismas como agentes de proceso y cambio (Leino et al. [2014]).



# Capítulo 3

## Análisis de entrevistas realizadas

A continuación, se presenta el análisis de las entrevistas realizadas a cuatro (4) administradores de obras, obras las cuales son asesoradas por la CChC en la implementación de LPS. En esta asesoría se les brinda capacitación previa y luego se les acompaña en las reuniones (cada dos semanas) durante un periodo de 5 meses.

### 3.1. 1ra Entrevista (Darío Aguilar)

El administrador de obra Darío Aguilar no conoce el Lean Construction y se encuentra realizando su primera obra donde se implementa alguna de sus herramientas (LPS). Este desconocimiento de la filosofía implica también en que no se conocen las otras herramientas existentes.

Al preguntar por su opinión con respecto al LPS, la respuesta es positiva dado que los ayuda a organizar los trabajos de mejor manera, ayudando a los trabajadores a clarificar lo que tienen que hacer a corto plazo.

Piensa eso sí, que las reuniones toman demasiado tiempo y no le parece adecuado tener que estar media jornada de trabajo en eso, para lo cual se requeriría mejor preparación, pero esto a los trabajadores les da la sensación de que les están dando más trabajo, sin poder notar que hacer ese trabajo les ayudará personalmente a realizar de mejor manera sus actividades.

Para Darío, por otro lado, el ideal sería que hubiese una persona dedicada especialmente a la realización de las planillas de análisis, dado que el jefe de terreno tiene mucho trabajo (sus palabras fueron “está sobre vendido”) que realizar por lo que no alcanza a llegar a las reuniones todo lo preparado que pudiese estar, dejando así de lado el análisis de las situaciones y resumiéndose simplemente a analizar rendimientos, lo cual no siempre es la principal razón de atrasos, los cuales se busca evitar.

Al preguntar sobre las actividades donde más pérdidas se generan en la obra, el administrador responde que una mala obra gruesa, bajos rendimientos y principalmente el rehacer

trabajos ya terminados son las principales razones de pérdidas.

Darío piensa que, si el LPS hubiese sido implementado desde un comienzo de la etapa constructiva del proyecto, el rendimiento general sería mucho más elevado y que algunos problemas pudieron haber sido evitados. A pesar de eso y de todos los problemas planteados previamente, cuenta que ha visto mejoras tras tan solo 3 meses desde su implementación, dejando así un amplio margen de posibles mejoras.

## 3.2. 2da Entrevista (Patricio González)

El administrador Patricio González, había tenido una experiencia previa implementando LPS que no había tenido éxito debido a que no tuvo continuidad. Una salida de personal hizo que se dejara de utilizar el sistema abruptamente. Esta experiencia sirvió para tener un acercamiento a la filosofía Lean y conocerla a grandes rasgos.

Antes de comenzar a trabajar con LPS, se realizó una capacitación de parte de la CDT, la cual según la apreciación de Patricio “no fue lo dinámica ni en profundidad como hubiésemos esperado” siendo más una introducción al tema más que una capacitación. Por lo que él por su parte preparó una presentación en paralelo para explicarle al equipo qué es LC, LPS y cuáles son los objetivos se buscan.

El hecho de tener una capacitación insuficiente hace que desde un comienzo no exista claridad de parte de los trabajadores en cuanto a lo que pide realizar el sistema, y lo que es más importante, no se entienden los beneficios que trae el sistema, viéndolo desde un principio como más trabajo y no como la herramienta útil que es.

Luego tras preguntar sobre los principales impedimentos para implementar LC en una obra, Patricio responde que la primera barrera es el temor al cambio de parte del personal de la obra, donde la mayoría de los trabajadores de la industria ya tiene acostumbrada una forma de trabajar tras muchos años de experiencia. Una forma de trabajar que no necesariamente está equivocada, pero hoy existen nuevas formas de hacerlo y que han demostrado los beneficios que traen.

Patricio también ve como una barrera la baja capacidad técnica de los capataces para “absorber la filosofía”, los cuales muestran poco interés ante un nuevo sistema que aparenta simplemente ser más trabajo. Este poco interés hace que no siempre alcancen a entender por completo el sistema y por lo tanto su aporte para el desarrollo de éste es muy bajo.

La poca capacidad analítica de parte de los capataces e incluso del jefe de terreno y del jefe de obra es una de las principales problemáticas que han tenido para implementar LPS en esta obra según la interpretación de Patricio, ya que no son capaces de encontrar el origen de los problemas y en lugar de eso, apuntan hacia otras partidas como culpables de sus retrasos, sin autocrítica. Si no se logran realizar buenos análisis de las causas de no cumplimiento, la obra seguirá repitiendo los mismos problemas en el futuro.

Cuenta también situaciones que muestran complicaciones a la hora de coordinar el equipo,

actuando cada uno por su propia iniciativa, lo cual generará interferencia de actividades en algún momento, una restricción evitable si se trabaja en equipo y se coordina la obra de forma general.

Otro problema que identifica el administrador de obra como un impedimento a la hora de implementar LPS, es la incapacidad para mirar hacia futuro y lograr anteponerse a situaciones, lo cual es una de las bases del sistema de planificación utilizado. No basta con asumir compromisos si realmente no están pensando si se tienen las condiciones para poder completarlos.

Esto último también lo cuenta Patricio, que a algunos capataces les cuesta tener 100% clara la faena al no analizarla por completo, desde la mano de obra hasta la fecha de programación pasando por los materiales, y sin eso es difícil que logren pensar en todas las condiciones necesarias para realizar sus partidas. Esta ausencia radica en que no se encuentran las verdaderas restricciones para realizar actividades.

La suma de las problemáticas presentadas anteriormente genera una dinámica de solucionar problemas, de “apagar incendios”, gastando recursos en reparaciones y soluciones parches que vuelven a repetirse avanzando en la obra. Esto es lo que busca evitar LPS al programar mirando hacia el futuro inmediato y en mediano plazo, donde se busca anteponerse a las situaciones en lugar de reaccionar ante ellas.

Al preguntar por el conocimiento de otras herramientas de LC distintas al LPS, responde que sólo por nombre conoce la herramienta de las 5S's y conoce conceptualmente la herramienta Just in Time y sobre esta última cuenta que no es imposible, pero sí muy difícil practicarla dado que, según su apreciación, hay que cambiar la mentalidad de todo el equipo para que funcione. Y no se equivoca, dado que es clave tener un equipo enfocado y mentalizado en tener siempre las condiciones necesarias para utilizar materiales a medida que llegan a la obra.

Al conversar sobre las actividades en las cuales se generan las mayores pérdidas, habla de que la transición obra gruesa a terminaciones complica en el sentido de coordinación de utilización de la grúa. En cuanto a actividades específicas, en obra gruesa apunta a problemas de planificación de la llegada de camiones de hormigón, los cuales pueden perderse por no estar preparados para utilizarlos. En terminaciones las pérdidas en general son causadas por la dependencia entre partidas, por lo que si una tiene un atraso retrasa muchas partidas, sobre todo si se encuentran dentro de la ruta crítica.

Finalmente, como resultado de una mala planificación, es el hecho de realizar dos veces el mismo trabajo o bien dejar trabajos sin terminar al 100% lo cual generará pérdidas en el futuro, partiendo por el hecho de que se debe volver a finalizar un trabajo el cual ahora costará el doble o triple de tiempo en comparación con lo que hubiese costado si se hiciera todo desde un comienzo.

### 3.3. 3ra Entrevista (Sandra Becerra)

La administradora de obra de este proyecto Sandra Becerra, ya había tenido experiencia previa implementando LPS, específicamente lo había visto en 3 ocasiones (contando la actual), todas en la misma empresa constructora. Además, en el proyecto actual el LPS ha sido implementado desde el comienzo.

Al preguntarse por su apreciación sobre el sistema, ella responde que ayuda mucho a guiar el programa y también a aterrizar la realidad de la obra, saber en dónde se encuentran. Dice que a las personas de la obra les cuesta mucho pensar más allá de 15 días, máximo una semana. Gracias al LPS se les permite visualizar cuáles son las actividades que deberán estar haciendo más adelante, por lo que podrán prepararse para ellas con el tiempo necesario para así no tener falta de materiales ni de mano de obra, además de tener las condiciones adecuadas.

Comenta por otro lado, que un defecto que tienen al implementar es que no le sacan provecho a la entrega de información, dado que las gráficas donde se muestran las causas de no cumplimiento que más se repiten como también las restricciones solo las observa ella (la administradora) y piensa que la información no está enfocada para la gente de terreno para que ellos también participen, prestándose además, al no tener claras las causas de no cumplimiento, para que se culpe erróneamente a partidas por retrasos. Esto que menciona Sandra se puede realizar utilizando las herramientas de gestión visual las cuales ayudan a compartir este tipo de información con todo el personal de la obra.

Por otra parte, al preguntarse por la facilidad de posponer actividades comprometidas y no realizadas, Sandra opta en ese momento por alentar a su equipo y darles un plazo para lograr organizarse, dado que sabe que en la interna para ellos no es tan simple posponer trabajos dado que por eso se atrasan muchas actividades. El problema es que no se están organizando ni analizando a lo que se están comprometiendo, solo al preguntarles cómo realizaran dichos compromisos logran darse cuenta de que no tienen las condiciones dadas. Esta problemática se repite y es necesario lograr hacer que todo el equipo se comprometa con el sistema para que este funcione y se le pueda sacar su máximo provecho.

Cuando se le pregunta por cuáles son para ella las principales barreras para implementar LPS de manera óptima, responde que para ella es la honestidad dado que, si los participantes no son honestos al mencionar sus causas de no cumplimiento y sus restricciones, el sistema no va a funcionar nunca. Esto mismo corre para los compromisos que se asumen dado que se necesita que estén conscientes de lo que se comprometen a realizar, donde es necesario conocer sus rendimientos y capacidades para trabajar, además de ser capaces de tener las condiciones listas de antemano.

Al preguntar por el conocimiento de otras herramientas de implementación de LC, la respuesta fue negativa, mostrando que existe desconocimiento sobre el tema, siendo esto una de las principales barreras para que exista una penetración de la filosofía en el país.

Finalmente, y pesar de los problemas expuestos y analizados previamente a la hora de implementar el sistema, éste ha sido de gran ayuda y la experiencia resulta positiva. Esto

muestra que la utilización de LC, en particular del LPS es un aporte a la construcción, teniendo aún un margen por mejorar para que sea aún más provechoso.

### 3.4. 4ta Entrevista (Matías Zúñiga)

Matías Zúñiga, administrador de obra del proyecto Nogales Santa Elena, conoce LC de la universidad donde aprendió la teoría detrás del sistema. Sin embargo, es su primera vez implementándolo en obra.

Sobre su experiencia, cuenta que en general el balance es positivo. Si bien en un comienzo les costó acostumbrar a los capataces a que los porcentajes de avance que marcan deben ser honestos, dado que, por ejemplo, un 10% de diferencia resulta crucial y puede generar problemas con partidas futuras. Lo anterior se da más en terminaciones dado que “en obra gruesa las partidas son más binarias, se hormigona o no se hormigona”.

En la misma línea, Matías piensa que la principal barrera para lograr implementar de buena forma LPS es la mentalidad de los trabajadores. Cuenta que “aquí están acostumbrados a trabajar de la misma forma, me dicen que está lista la casa, pero le falta un poco y con ese poco ya no está al 100%”. Si hubiese honestidad él no programaría actividades dado que no están terminadas las anteriores.

Sobre el sistema, piensa que funciona y es una mejora en comparación a otros sistemas de planificación. Una de sus virtudes es que “logra que todos en la obra saben para dónde va el buque”, es decir, que desde el gerente hasta el jornal tienen claro lo que se tiene que hacer. Lo que se habla en la reunión se transmite a terreno, mostrando que los conductos regulares funcionan. Otra virtud es que entrega la posibilidad de prever los problemas gracias a las planificaciones intermedias.

Al preguntar por la capacitación por parte del CDT, cuenta que ésta fue suficiente y completa. Fueron contestadas todas las dudas y los han acompañado de buena manera durante el desarrollo de la obra.

Las mayores pérdidas, según su apreciación, se generan por malas planificaciones dado que los capataces no se dan el tiempo de hacer planificaciones diarias y cuando lo hacen, es el mismo día mientras ya se están ejecutando actividades. Asocia esta barrera a la mentalidad de los trabajadores y los años que llevan trabajando de una misma manera, siendo difícil lograr que cambien esta forma de trabajar por una más metódica.

Sobre la llegada de los materiales a la obra, cuenta que en general este tema depende en un gran porcentaje de la capacidad del bodeguero para lograr tener los materiales a tiempo. Sin embargo, gran parte de que él pueda hacer un buen trabajo depende de que se estén, como equipo, anteponiendo a situaciones y mirando las semanas futuras al menos hasta un mes y medio más adelante. Con esto se logran tener los materiales para cuando son necesarios, teniendo a lo largo de la etapa constructiva problemas solo con un proveedor. A pesar de esto, la implementación de la herramienta justo a tiempo es casi impracticable debido a que depende mucho también de los proveedores.

La capacidad de análisis del equipo ha ido mejorando en el tiempo. Si bien al principio costó, hoy logran adelantarse a los problemas y restricciones. Resulta clave el actuar de los dos jefes de terreno que hay en esta obra dado que ambos se encuentran comprometidos con el sistema, por lo que pueden validar los compromisos que se asumen frente al administrador de la obra.

Finalmente, sobre el orden y la limpieza de la obra, se le da importancia y prioridad, primero para minimizar el número de accidentes y segundo para poder ver y realizar bien las faenas. Matías piensa que “una obra ordenada es una obra segura donde se puede visualizar mejor el avance”. Tiene claridad en que, si no se maneja bien la limpieza, puede llegar a entorpecer algunas partidas y eso significar retrasos. La herramienta de las 5S’s es aplicada y muestra sus resultados.

# Capítulo 4

## Análisis de cuatro (4) aplicaciones de Last Planner

En esta sección se presenta el análisis de la implementación del sistema Last Planner en cuatro (4) casos de estudio, los que corresponden a las obras administradas por los entrevistados anteriores.

En cada obra se realizan reuniones semanales tal como indica el sistema Last Planner. En estas reuniones se analizan las diferentes actividades planificadas, se revisa los avances y las razones de no cumplimiento de los compromisos y luego se crean los compromisos de la semana siguiente.

### 4.1. 1er Caso de estudio

Se trata de una obra de edificación con destino habitacional de 19 pisos con un total de 21.211 m<sup>2</sup> construidos, ubicada en Morandé 902, comuna de Santiago, se encuentra a cargo de la empresa constructora Santolaya.

El proyecto actualmente está implementando el sistema Last Planner que comenzó a ser utilizado ya iniciada la etapa de construcción, es más, se encontraba en el cuarto piso de avance en obra gruesa.

La reunión se realiza los miércoles a las 10 am en sala de reuniones. Los participantes se sientan en mesa redonda. Quien lidera la reunión es el jefe de terreno, que en esta ocasión es reemplazado por el jefe de terreno de la etapa II del proyecto.

La reunión se divide en dos partes, su duración total es de 3 horas, dedicando 1 hora a obra gruesa y 2 horas a terminaciones aproximadamente. En cada parte solo participan los capataces involucrados. Para dirigir la reunión se proyecta la planilla de compromisos semanales y se discute el avance de cada partida.

Primero, se observa que los participantes de la reunión en general no hacen previamente un análisis de sus actividades realizadas. Esto dificulta que la reunión sea fluida y hace que no se cumpla uno de los objetivos principales, que es lograr anteponerse a futuros problemas. Esto porque no logran prever situaciones al no analizar completamente lo que se necesita para ejecutar las actividades que comprometen. Además, se observa que no se realiza un acabado análisis de las causas de no cumplimiento y que hay una tendencia a justificarse con las faltas de otras partidas.

La falta de análisis de las partes y el no preguntarse el porqué de sus no cumplimientos en lugar de justificarlos en las faltas de otras partidas hacen que no se encuentren las verdaderas razones de sus problemas, corriendo el riesgo de repetirlos nuevamente más adelante, al realizar soluciones parche.

Entre las buenas prácticas de implementación del sistema observadas, se encuentra el uso de una clasificación especial para identificar distintos grupos de muros y losas, llamados ciclos. Los cuales hacen más simple llevar el registro de avance. Esto se tiene a la vista de todos, utilizando de esta manera la herramienta de gestión visual para que todo el equipo tenga conocimiento de esta información.

También se observa un registro de los problemas enfrentados junto con sus soluciones lo que llevará idealmente a no tener problemas similares durante la semana, aplicando de esta forma la mejora continua (Kaizen). A pesar de esto, como se menciona anteriormente, sus soluciones suelen ser a problemas superficiales y no a la raíz de éste.

Otra buena práctica observada fue la realización de reuniones diarias de capataces junto a sus cuadrillas, llamadas “pizarras” donde, por un lado, se escriben los objetivos semanales de cada cuadrilla y se anota su avance programado y realizado de forma diaria y, por otro lado, se escriben las actividades del día, cuáles y cuán graves son sus riesgos y cómo pueden evitarlos. Esta iniciativa es impulsada por la Mutual de seguridad y se utiliza para otorgar seguros en caso de accidentes (deben firmar para dejar registro de su presencia). Esta pizarra es un instrumento que ayuda a tener claridad en los trabajos que se van a realizar de forma diaria, apoyando así la implementación del LPS.

Entre los problemas planteados en la reunión está la falta de fierros de un diámetro particular y también problemas de inventario en bodega. Esto hace muy difícil poder tener los materiales justo a tiempo, tal como lo pide la herramienta JIT, para ser utilizados, ocasionando retrasos.

Otro problema es la sobrecarga de trazadores, a los cuales no se les está logrando distribuir de buena forma en la obra, problema el cual se intenta solucionar ingresando niveleros con el fin de quitar carga a trazadores, pero los resultados no han sido satisfactorios por lo que se puede notar que el problema no es de los trazadores y por lo tanto hay un problema de fondo que no se está tratando, como podría ser que no exista un ritmo adecuado entre todas las partidas.

La reunión fue una buena instancia en la cual los capataces de todas las áreas puedan discutir entre ellos los problemas que se presentan. Sin embargo, se registran interferencias de actividades, lo que implica que no se hace una buena programación éstas.



Se observa además que durante la reunión semanal no se revisaron los indicadores que muestran qué tan bien se está planificando, indicadores como el Porcentaje de Programa Cumplido (PPC) que es de gran ayuda a la hora de analizar sus resultados. Tampoco se hace revisión de un programa intermedio que les ayude a prevenir obstáculos a futuro.

La nueva forma de trabajar al utilizar el LPS, mostró que no existe gran interés de parte de los trabajadores en formar parte del cambio, al cual se muestran reacios, además de que la reunión semanal está tardando al menos 3 horas, lejos del tiempo ideal que debería durar (1 hora) lo cual se debe, como se explicó anteriormente, a la poca preparación de los participantes de la reunión haciendo que ésta se vuelva tediosa dificultado el cumplimiento de los objetivos de la reunión.

## 4.2. 2do Caso de estudio

Esta es una obra de edificación para uso habitacional de 9 pisos con un total de 14200 m<sup>2</sup> construidos donde 8000 m<sup>2</sup> corresponden a los 192 departamentos, ubicada en calle Sazie 2048, comuna de Santiago. Esta obra está siendo desarrollada por la constructora Santolaya.

Este proyecto comienza a implementar el sistema Last Planner a partir del cuarto piso de obra gruesa y no desde el comienzo de la etapa constructiva.

En la reunión semanal se puede reconocer como buena práctica, en cuanto a la implementación de Lean Construction se refiere, el uso de ciclos para clasificar e identificar los distintos grupos de muros y losas ahorrando hablar siempre de elevaciones de ejes particulares lo cual puede que no sea claro para todos los que participan de la reunión y de la obra en general.

Por otro lado, salen a la luz problemas en la obra como son el bajo rendimiento de la cuadrilla de carpintería, pero para el cual no se busca su problema de fondo sino más bien se apunta a los obreros. Capataz de la cuadrilla cuestionada busca apuntar a otra partida como responsable de su atraso, cayendo en la práctica de apuntar hacia el lado en lugar de intentar entre todos solucionar los problemas que se presentan.

Se destaca que en la reunión toma la palabra el administrador de la obra, que da información como que, en cuanto al programa realizado, a la fecha se tiene un déficit general de obra gruesa de un 15 %. También pide que se registren los problemas y busca no tener que realizar trabajos dos veces. Esto indica que el administrador de la obra se encuentra familiarizado con las prácticas Lean y busca contagiar a su equipo, pero también demuestra que su equipo de trabajo no se encuentra bien preparado y por lo tanto su capacitación no fue la óptima.

Un tema importante que se toca en la reunión es sobre el hecho de que se mencionan muchas cosas que se deben realizar pero que se llega a la semana siguiente y no se han realizado, a pesar de tener a los responsables asignados para determinados compromisos. En particular se habla sobre la colocación de las pantallas en el perímetro del edificio para evitar que se caigan cosas desde la altura hacia los terrenos vecinos, dado que ya han ocurrido dos caídas hacia un jardín infantil vecino. Estas prácticas indican que no se están realizando de buena forma la toma de compromisos, dado que en la reunión piensan que no tendrán

problemas en desarrollar las actividades pedidas, pero luego cuando deben hacerlo notan que no tienen todas las condiciones necesarias.

En cuanto a seguridad, se tiene un registro de cumplimiento de uso de EPP y normas de seguridad, mostrando a las cuadrillas al debe, viendo en general un comportamiento positivo y en los casos contrarios, se realiza una nueva inducción de seguridad de la mano de las amonestaciones en caso de reiteraciones.

Por otra parte, se implementa el sistema de reuniones diarias que realizan los capataces a sus cuadrillas. Las llaman pizarras y buscan revisar las actividades que se deben realizar y cuáles son los riesgos que éstas tienen, su gravedad y cómo evitarlos, además de llevar un registro de sus objetivos semanales y su cumplimiento. En cuanto a esto, nuevamente el administrador pide que se realice el análisis de las razones de no cumplir las metas y les recalca que realizar esto les permitirá no volver a fallar en las mismas cosas, mencionando indirectamente el uso de la herramienta Mejora Continua.

Como últimos problemas observados, se tienen una mala coordinación de la secuencia de las partidas, donde se presentan distintos rendimientos en algunas partidas precedentes a otras. No existe un buen ritmo y más bien hay mucho desorden, donde cada cuadrilla trabaja en el lugar que quiere y no hay una secuencia clara. Finalmente se indicó la falta de un material (yeso) dado que no se sabe la cantidad que ocupa, y por lo tanto no se conoce su rendimiento real.

En cuanto a las terminaciones, se indica que hubo un mal cálculo del rendimiento de las cuadrillas y nuevamente se invita a buscar el origen de los problemas entre todos, hacerse responsables de la obra en general y a discutir las restricciones para poder superarlas. De todo esto se puede notar una insistencia de parte de pocos para poder realizar un trabajo de análisis de las actividades a desarrollar, dada las bajas intervenciones de los demás involucrados a la hora de pedir restricciones o razones de no cumplimiento.

Finalmente, la reunión tuvo una duración aproximada de 3 horas, lejos de la duración ideal que debería tener, lo cual muestra la poca preparación de parte de los participantes al darse una dinámica interrumpida y lenta. Se observa por lo tanto una baja adhesión al sistema.

### **4.3. 3er Caso de estudio**

Corresponde a una obra de edificación de uso habitacional de 6 pisos de altura con un total de 3289 m<sup>2</sup> construidos, ubicada en la calle García Hurtado de Mendoza 8227 de la comuna de La Florida. La constructora a cargo de la obra es Constructora VRK.

El proyecto está implementando el sistema Last Planner desde el inicio de la etapa constructiva, contrario a los casos anteriores de estudio que comenzaban la implementación durante la etapa constructiva, lo que hace más difícil adaptarse al nuevo sistema de trabajo.

En la reunión semanal de Last Planner, se comienza revisando tanto las condiciones sani-

tarias, que involucran baños, duchas y camarines, como también la condición del comedor de los trabajadores. Las sanitarias se encuentran en buenas condiciones, contrario a la situación del comedor el cual va a ser trasladado a un sector diferente en busca de mejorar su tamaño y limpieza. Lo anterior muestra preocupación por el trabajador y que éste tenga buenas condiciones laborales.

Posteriormente se revisan las condiciones de seguridad general de la obra, donde salen a la luz situaciones que no son las deseadas, como son la mala ubicación del acopio de materiales, las plataformas de trabajo para los enfierradores no son instaladas cuando corresponden y la falta de cuerda de vida en algunos departamentos. Todas estas situaciones son un problema que podría evitarse si se hiciera mejor el análisis de mirar hacia el futuro (ejercicio que propone el sistema Last Planner) y por lo tanto no se generarían los atrasos que éstas producen, aparte por su puesto de poner en riesgo la seguridad de los trabajadores.

En cuanto a la obra gruesa, se mencionan problemas como atrasos en la ubicación en molde (donde carpintero culpó a la disponibilidad de la grúa) y la falta de un tipo de fierro para la confección de un muro de contención. A pesar de estos problemas, los rendimientos por partida y también generales muestran porcentajes de avance mayores a los programados, cómo también se han comprometido para la semana siguiente más trabajos de los que se tienen programados. La curva S de la obra gruesa les muestra que se encuentran justo donde se planificó y que por lo tanto la obra gruesa debería estar finalizada en los tiempos que fueron proyectados.

Otras buenas prácticas en la obra gruesa son la realización de la coordinación para el uso de la grúa como también la preparación para tener las condiciones necesarias para la instalación de los ascensores. Además, se ha distribuido la planta de elevaciones en ciclos para el mayor entendimiento de todas las partes.

En cuanto a las terminaciones y sus buenas prácticas, se tiene un ciclo de avance para tener un orden claro en el que se realizan. También se conversa al contratista de tabiquería que los trabajos deben ser verificados y por lo tanto deben ser realizados de buena forma, para evitar problemas futuros debido a un mal tabique. Otra buena práctica es el hecho de realizar vistas a futuro sobre llegada de materiales y la necesidad del contratista quien vaya a utilizarlos.

Por otro lado, la cuadrilla de tabiqueros se compromete a realizar cierto avance durante la semana siguiente a pesar de no poseer los materiales ni la cantidad de trabajadores necesarios para esto. Además de que cada vez que se les pregunta por posibles restricciones el silencio domina la reunión y no se encuentra ninguna. Estos hechos muestran la baja capacidad de análisis de los trabajos comprometidos, simplemente asienten y no piensan en lo que se necesita para poder ejecutar lo que dicen que harán.

Otras pérdidas en el desarrollo de la obra son las fallas en algunas maquinarias debido a que la mantención se realiza posterior a la fecha necesaria, creando también atrasos dado que se debió prever que no se iban a tener disponibles el total de las máquinas y en lugar de eso, se decidió postergar la mantención hasta tener fallos graves. Por otro lado, al hablar de fechas programadas como habilitación de bodegas, ingresos de un subcontrato y compras de materiales (canaletas de agua lluvias, cerraduras y otros materiales de terminaciones), éstas

se posponen sin dar razones y sin que nadie pregunte el por qué no se pudo realizar en la fecha. Se sigue viendo la poca capacidad analítica, lo cual podría evitar muchos problemas y restricciones.

En general durante la reunión no se habla mucho, lo cual hace que ésta pierda un poco su total utilidad. Sin embargo, les ayuda a mantener las cuadrillas y acciones a seguir ordenadas. La administradora de obra tiene más claro lo que necesita de sus trabajadores, pidiéndoles asimilar los compromisos que están tomando. Ella hace una vista a futuro dado que les quedan 6 meses para entregar el edificio y van a requerir tener sus máximos rendimientos y el mínimo de errores para poder lograr el objetivo.

La reunión tuvo una duración aproximada de 1 hora con 40 minutos, un tiempo razonable en el que los integrantes de la reunión pueden estar concentrados y participativos.

#### 4.4. 4to Caso de estudio

El presente caso de estudio corresponde a un condominio de casas, el cual está realizando la etapa IV de este proyecto, el cual lleva el nombre de Nogales Santa Elena con un total de 38.672 m<sup>2</sup> totales construidos y está ubicado en la comuna de Colina. La construcción de este proyecto está a cargo de la empresa constructora Avellaneda.

Este proyecto se encuentra implementando el sistema Last Planner desde el comienzo de su etapa constructiva.

La reunión es realizada los lunes por la tarde en una sala de reuniones. Tiene un formato de mesa redonda y participan los capataces, el jefe de terreno, el jefe de obra y el administrador de la obra. Éste último es quien lidera la reunión.

La duración de la reunión es de aproximadamente 1 hora y 30 minutos en los cuales se discuten los avances de obra gruesa y de terminaciones en tiempos similares. Los capataces están presentes solo en la parte que les corresponde. En la reunión se proyecta la plantilla de los compromisos semanales por partida y se discuten los avances realizados.

Se comienza revisando el avance general realizado durante la semana y se compara con lo que se había comprometido, mostrando un déficit de un 0.2 % (donde el 100 % es el proyecto finalizado), esta baja se debió al no cumplimiento en la partida del moldaje de muro. Este incumplimiento ocurre porque se le da más prioridad a otra partida más influyente, la cual era moldaje de losa.

Destaca que cada capataz tiene una carpeta donde tienen la planta del condominio repetida para marcar el avance de cada una de sus partidas a cargo. El administrador de obra tiene una carpeta igual donde él tiene todas las partidas. Esta herramienta de gestión visual resulta muy útil para ordenar tanto a los capataces como al administrador, logrando de esta forma que exista claridad entre todos sobre los compromisos que se adoptan y los avances que se realizan.

La herramienta anterior también es útil para aclarar confusiones de los avances, dado que se utilizan diferentes colores para diferenciar en qué fecha se realizó cada avance, así todos tienen un respaldo de los trabajos realizados.

Sobre los compromisos que no se cumplieron, la razón que se repite es la falta de mano de obra de parte de los subcontratos, problema que escapa de las manos debido a lo complicada que es la fecha (segunda mitad de febrero).

El jefe de obra pide conciencia con la cantidad de actividades que comprometen. Él demuestra claridad en lo que pueden hacer las cuadrillas y lo que no, los exige cuando comprometen menos de lo que a su juicio pueden realizar y también les detiene cuando están comprometiendo de más.

Se observa que todos los capataces llegan a la reunión con sus compromisos claros, tanto los que se hicieron la semana anterior como los que van a asumir para la siguiente semana. Conocen bien sus capacidades y también lo que se requiere para poder rendir al máximo, encontrando de manera fácil las restricciones.

Hay una claridad general de parte del equipo en cuando a que se debe tener avance suficiente en unas partidas para que otras no se atrasen, por lo que buscan priorizar las partidas críticas por sobre otras que van adelantadas en cuanto al programa.

Tras la realización de los compromisos para la semana siguiente, se procede a revisar la ruta crítica la cual lleva un retraso aproximado de 2 semanas en comparación a lo programado, por lo que revisan las partidas que resultan clave para no seguir atrasándose. Con respecto a esto, el administrador pregunta por qué no se pueden realizar más compromisos de una partida en particular (descimbre de viga cadena) razones que explica el jefe de obra junto al capataz a cargo.

Luego se revisan las actividades que tienen por delante en un mediano plazo para poder estar preparados para realizarlas, asegurando que para la fecha se tenga la mano de obra, los materiales y las condiciones necesarias para poder ejecutar.

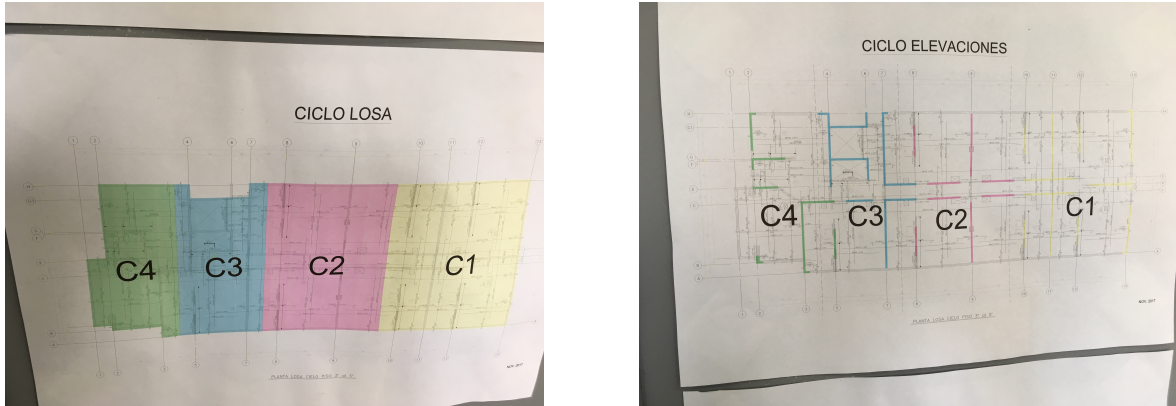
## 4.5. Análisis General

Tras observar y analizar los casos de estudio descritos anteriormente se procede a realizar un análisis general de la implementación de las herramientas que componen el Lean Construction.

Sobre la implementación de la herramienta justo a tiempo, es posible decir que ninguno de los casos de estudio lo ha implementado. Es más, ninguno de los administradores de obra dice conocer esta herramienta, salvo uno que había escuchado hablar de ella.

Por otra parte, la implementación de la herramienta gestión visual (VM) si bien ninguno de los administradores dice conocerla, es implementada en algunos casos entre los cuales destacan la utilización de pizarras para apoyar las reuniones y mostrar la información a todos

los participantes como se muestra en la Figura 4.2, el uso de ciclos para diferenciar sectores de losa y muros (Figura 4.1), mostrar la secuencia que se seguirá para las terminaciones (Figura 4.3) y también utilizar como apoyo para las reuniones semanales la planilla de programación junto con los avances obtenidos lo cual transparenta la información.



(a) Ciclos de losa

(b) Ciclos de elevaciones

Figura 4.1: Ciclos utilizados

Tareas, Faenas o Equipos	Objetivo Semanal	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado	
		Av. Prog.	Av. Real	Cump. Prev.	Av. Prog.	Av. Real	Cump. Prev.	Av. Prog.	Av. Real	Cump. Prev.	Av. Prog.	Av. Real	Cump. Prev.
CONCRETAR		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
TRAZADOS		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Figura 4.2: Pizarra de reuniones diarias

La obra Nogales Santa Elena utiliza las mencionadas carpetas donde marcan los avances y compromisos adquiridos por cada partida. Esta herramienta es una buena utilización de la gestión visual, dado que ayuda a transparentar, a organizar y a apoyar el proceso de programación para el administrador de obra.

Esta herramienta (VM) es utilizada en los casos de estudio a pesar de que no hay conocimiento sobre ella y por lo tanto tampoco se conocen sus objetivos ni formas de implementar.

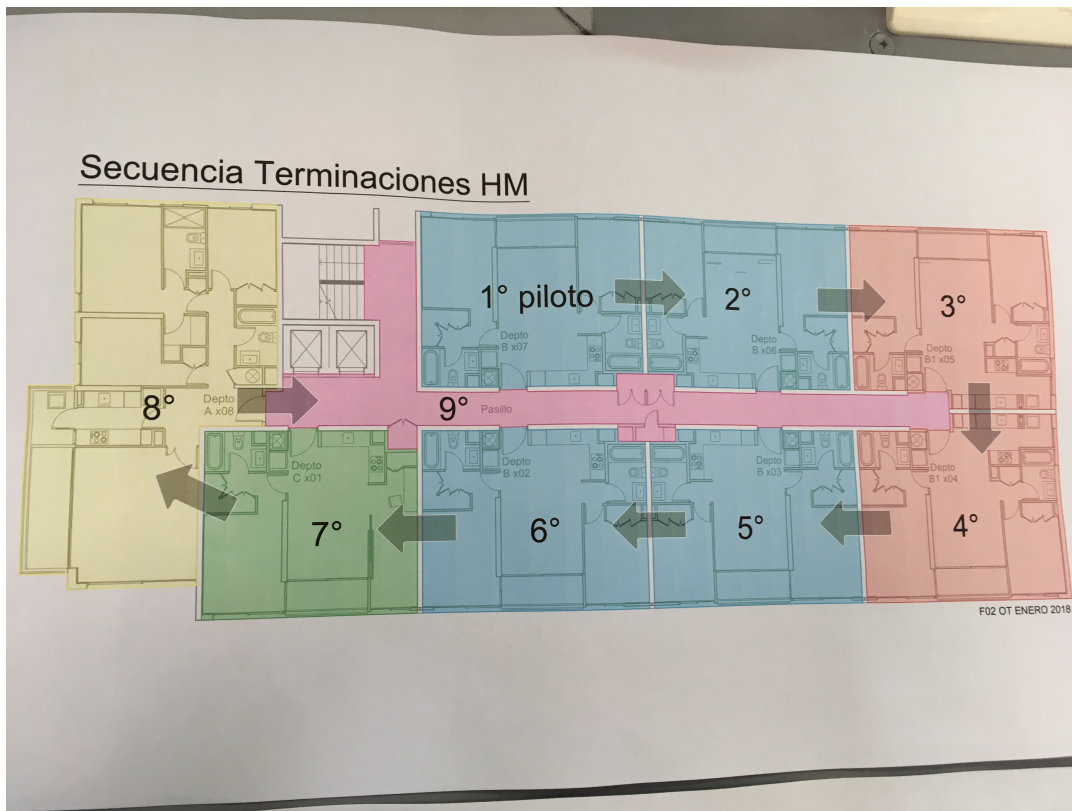


Figura 4.3: Secuencia de terminaciones

Hace falta entonces conocimiento teórico para poder obtener mayor provecho de esta herramienta tan útil para complementar otras herramientas de Lean Construction como se reportó en el caso de estudio realizado por Tezel et al. [2015] en Brasil.

Sobre los mapas de cadena de valor, se observó que no existe conocimiento de parte de ninguno de los participantes de los casos de estudio al igual que no se reportan tampoco intentos de implementar esta herramienta.

El caso de estudio realizado por Germano et al. [2017], también en Brasil, reportó que el uso de los mapas de cadena de valor sirven para identificar distintos tipos de pérdidas en el proceso de llenado de columnas, entregando oportunidades de mejora para el futuro.

Revisar en detalle la secuencia que siguen las actividades realizadas en obra, tanto de los recursos que utiliza y el tiempo que demora resulta clave para identificar los focos de pérdidas que son posibles mejorar.

Al analizar la utilización de la herramienta de las 5 S's, nuevamente existe un desconocimiento general de su existencia en los casos de estudio. A pesar de lo anterior, se pudo observar que existe una preocupación por el orden y la limpieza de los lugares de trabajo.

El caso de Nogales Sta. Elena lo tienen como una de sus prioridades dado que el no mantener la obra ordenada y limpia les puede provocar problemas con los materiales y por lo tanto retrasos. Esto último es válido para todas las obras de construcción, pero en los casos

de estudio, no se le da prioridad.

En el caso del edificio Think, se reportó haber realizado limpieza profunda del edificio, lo cual no lo perduraron en el tiempo y en ese entonces el edificio se encontraba tan sucio o peor como estaba antes de ser limpiado, mostrando que no había ningún tipo de compromiso con la limpieza y el orden de parte de los trabajadores.

El caso de estudio realizado por Baladrón and Alarcón [2017] en un proyecto minero reportó que la utilización de la herramienta de las 5S's (en conjunto con otras herramientas de LC) produjo un impacto positivo y estadísticamente significantes con respecto a los rendimientos que se tenían sin la utilización de ella.

Por otro lado, al analizar la implementación de la herramienta Last Planner System, se debe decir que todos los casos de estudio están en conocimiento de su existencia y lo han implementado.

Se observó que no todos los casos comenzaron implementando el sistema desde el comienzo de la etapa constructiva, lo cual es un factor importante en cómo enfrentan los trabajadores la utilización de esta herramienta. Los casos que comenzaron a implementar ya comenzada la obra mostraron mayor rechazo y complicaciones de parte del equipo de trabajo, ya que significó realizar un cambio en su rutina.

Por otro lado, el total de los administradores de obra entrevistados notan que existe una resistencia general a cambiar la forma de trabajar de parte de los capataces, dada la experiencia que tienen de realizar su trabajo de otra manera, un método donde la programación no se realiza con el aporte y análisis de sus trabajos, sino más bien es desarrollada sin ellos y los problemas que se presentan no son analizados sino más bien “parchados”.

Los 4 administradores de los casos fueron capacitados por la CDT previo al comienzo de la implementación. No obstante, la percepción al respecto no resultó ser igual para todos, dado que se detectaron distintos niveles de satisfacción al respecto, aunque el común de los entrevistados se mostró conforme, existió un caso (edificio Think) el cual dice haber tenido una capacitación insuficiente lo cual hizo que fuese difícil contagiar motivación y compromiso al equipo de trabajo con respecto al sistema.

El análisis más importante que se puede rescatar de los casos de estudio es que un 75 % de ellos reporta que sus equipos logran analizar de buena manera, por un lado, sus causas de no cumplimiento de los compromisos asumidos la semana anterior y, por otro lado, las restricciones que tienen las actividades que se comprometen a realizar para la semana que sigue.

Lo anterior es clave para que el sistema funcione. La honestidad por una parte para reconocer en sus propias partidas las verdaderas razones por las que no pudieron cumplir y la capacidad de mirar hacia el futuro, por otra parte, para reconocer cuales son todos los requerimientos necesarios para ejecutar actividades, son dos características que se observaron al debe en las reuniones semanales.

Se observó que los indicadores como el porcentaje de plan completado (PPC) y las razones



de no cumplimiento (RNC), si bien son mostrados al equipo, no son analizados y el primer indicador (PPC) no es mostrado gráficamente, lo que ayudaría a la comprensión de éste. Esta información resulta clave para visualizar y analizar los indicadores de productividad en una manera extensa y específica para cada supervisor a cargo de una partida (Paz, A., and Oscar [2016]).

También se pudo reportar que en el 25 % de los casos estudiados se hace la planificación intermedia, donde se mira al menos 6 semanas hacia adelante en el programa. Esta planificación les permite prever posibles restricciones y también los recursos (materiales, mano de obra, condiciones) necesarios dado que, por ejemplo, algunos materiales deben pedirse con al menos 2 semanas de anticipación.

El hecho de que no se realice la planificación intermedia en la mayoría de los casos (75 %), se vio reflejado en la reunión semanal, dado que se reportaron problemas que se pudieron haber evitado si ésta se hubiese realizado, como falta de materiales, de recursos humanos, requisitos previos que eran requeridos para ejecutar otras actividades.

Con respecto a la duración de la reunión semanal, se tuvieron distintas realidades entre los casos de estudio, donde se vio que en el 50 % de ellos el equipo se veía más preparado para la reunión y tuvo una duración promedio de 1 hora y 30 minutos.

Caso contrario ocurrió con el otro 50 % de los casos donde se notaba que el equipo no se había adaptado aún al sistema, la reunión tuvo una duración de casi 3 horas. Esto último hace que la reunión se vuelva tediosa, perdiendo la concentración de los participantes y por lo tanto la oportunidad de que participen e intervengan con sus análisis se pierde. Al mismo tiempo esto provoca que se desmotiven con respecto al sistema en general, dado que se quedan con la sensación de que es una pérdida de tiempo.

A pesar de los problemas presentados anteriormente con la implementación del sistema Last Planner, el 100 % de los entrevistados mostraron conformidad con respecto a éste. Más aún, reportan que desde su aplicación la obra en general ha visto mejoras en sus rendimientos, además de ayudar a todos a estar más ordenados mentalmente en cuanto a los trabajos que se deben ejecutar.

Realizar las reuniones semanales les ha sido de gran utilidad a todos los administradores para poder tener mayor control sobre las partidas, disminuyendo así las incertidumbres que se generan en toda obra de construcción. El sistema a pesar de no ser implementado de la mejor manera les ha ayudado para tener claridad.

# Capítulo 5

## Lean Construction en el mundo

En el presente capítulo, se muestran algunas de las publicaciones revisadas sobre la implementación del Lean Construction en el mundo.

### 5.1. Distribución geográfica sobre el interés y publicaciones sobre Lean Construction

Lean Construction ha tenido un fuerte impacto a nivel internacional, donde sin dudas existen algunos países que se destacan por sobre otros, tanto en investigación como en su implementación. Un estudio realizado por Engeb Atle publicado durante el año 2017 mostró cuáles son los países que lideran en cuanto a investigación sobre el Lean Construction en el mundo. Bajo el concepto de que lograr mapear la evolución del campo científico es crucial para una política de ciencia positiva y para una planificación de impacto social.

Los datos son obtenidos desde las fuentes más influyentes en el tema, como lo son las actas de Grupo Internacional del Lean Construction (IGLC por su siglas en inglés), el Lean Construction Journal y el tráfico web de observadores en sus páginas web. Es muy importante destacar que en el estudio se dio prioridad de la nacionalidad de la institución por lo sobre la del (o los) autores de las publicaciones.

Los resultados muestran que los países que lideran la investigación sobre el Lean Construction son Estados Unidos, Reino Unido y Brasil, los cuales sobresalen con un 65 % del total de las publicaciones. También se muestra que un número de 48 países han mostrado interés en Lean Construction.

En las siguientes Figuras (5.1 y 5.2) se muestra el Top 20 de países que lideran la investigación en el mundo como también un mapa donde se observa la distribución de éstos países en el mundo.

Se concluye que se requieren más instituciones educacionales que muestren interés en Lean Construction para lograr sostener el proceso de propagación de sus principios en la industria

Table 1: top 20 countries, by no. of papers

	Country	No. of authors	No. of papers	No. of Sessions	Papers / 10 millions	Authors/ 10 millions	Sessions/ 10 million
1.	United States	1038	453	24239	14,1	32,3	754
2.	Brazil	619	224	8585	11,0	30,3	420
3.	UK	527	223	8566	34,8	82,2	1337
4.	Lebanon	69	222	1162	355,9	110,6	1863
5.	Finland	161	84	1696	153,4	294,0	3097
6.	Norway	207	80	6281	153,6	397,5	12061
7.	Chile	179	72	2040	41,1	102,2	1165
8.	Sweden	122	57	1429	58,2	124,5	1458
9.	Denmark	94	54	1337	96,7	168,4	2395
10.	Germany	105	44	5926	5,4	13,0	733
11.	Australia	94	41	2332	18,0	41,3	1025
12.	Israel	74	32	593	39,1	90,5	725
13.	New Zealand	48	26	1372	58,1	107,3	3066
14.	Peru	35	19	4011	6,2	11,4	1305
15.	Netherlands	24	17	1504	10,0	14,1	884
16.	Taiwan	25	16	0	6,8	10,7	0
17.	South Korea	47	16	347	3,1	9,2	68
18.	Singapore	33	15	1160	25,9	57,1	2006
19.	Portugal	27	13	446	12,0	24,9	412
20.	Colombia	34	10	1158	2,1	7,2	245

Figura 5.1: Top 20 de países por número de papers

de construcción en el mundo (Engebø et al. [2017]).

## 5.2. Sosteniendo el cambio producido por la euforia inicial

Existieron proyectos de prueba iniciales, con resultados exitosos por lo que se decidió implementar Lean Construction en un proyecto importante. Se contrata un equipo experto para ser apoyo en la implementación. Se comienza con algunas herramientas como 5S y LPS, introduciéndolas progresivamente al proyecto, además de adoptar Lean como una filosofía de trabajo.

Al comienzo la gente comenzó a acercarse a las personas interesadas directamente y colaborando a lo largo de líneas laterales de comunicación en lugar de las verticales. Los equipos comenzaron a aceptar las complejidades y a aprender a funcionar efectivamente a pesar de los desafíos. Esto ayudo a apreciar los beneficios y sostener el Lean en el proyecto.

Los planes semanales más pequeños y el agendado de actividades realizados por el respectivo equipo y sus miembros, son agregados por el equipo central, el cual los chequea para conformar los hitos más largos. Teniendo una relación tipo “pull”.

Con el paso del tiempo, se observó una baja en el entusiasmo con respecto al Lean desde que el gerente, al ver que la implementación estaba siendo exitosa centró su foco en otras materias y dejó de participar como al comienzo. Se habla del efecto Hawthorne que dice que

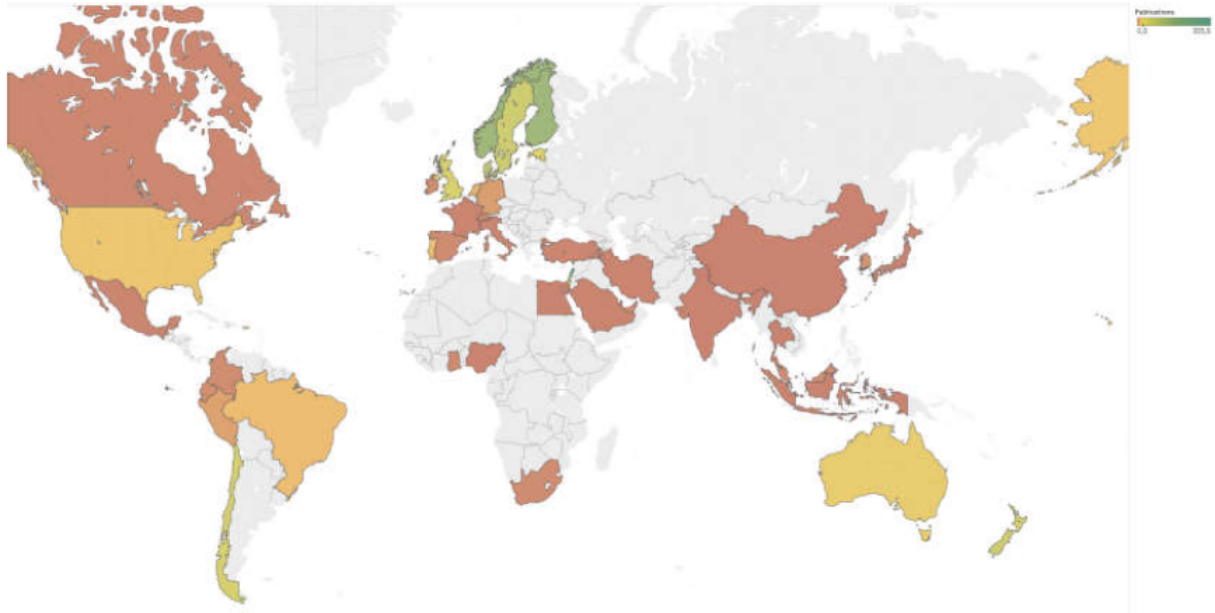


Figura 5.2: Top 20 de países líderes en investigación

el comportamiento de la gente cambia al darse cuenta de que están siendo observados. Se destacó por lo tanto la necesidad de que se involucre nuevamente el gerente por un tiempo considerable para sostener la transición.

Hubo un equipo llamado “Lean championship” quienes eran los más familiarizados con los métodos de la filosofía Lean, el cual mientras el proyecto progresaba se vio diluido, lo cual significó que la fuerza entregada por ellos comenzó a enfriarse y el compromiso con la filosofía comenzó a vacilar hasta cierto punto, por lo que se aprendió que este equipo debe sostenerse en el proyecto.

Existe un cambio organizacional debido al incremento de la transparencia en el proceso de interacción entre los distintos equipos. Es importante facilitar el compartimiento de la información entre todos los miembros del equipo, incluido los subcontratos.

Se creó un equipo multidisciplinario donde se discutían problemas entre departamentos, entre otros. Este equipo era capaz de anticipar algunos desafíos y la filosofía les daba a ellos la flexibilidad para hacer micro planes alrededor de ellos.

Existieron problemas en la etapa de diseño, donde éste era subcontratado y existían complejos procesos de flujo de trabajo que involucran a varios grupos de usuarios finales. Era difícil cumplir compromisos debido a interacciones no anticipadas o cambios de diseño imprevistos.

Los aspectos culturales y conductuales resultaron ser los términos más desafiantes para sostener la transformación hacia la filosofía Lean durante un largo periodo. El buen momento inicial comenzó a decaer después de un tiempo donde los comportamientos antiguos comenzaban a aflorar. La cultura organizacional prevaleciente fue del tipo amigable donde los

miembros de los equipos estuvieron más preocupados de evitar conflictos. Mientras el proyecto progresaba, la implementación del Lean forzó a los miembros a salir de su zona de confort y discutir los problemas más francamente y señalar las limitaciones planteadas por otros miembros de los equipos.

Tener un equipo directivo que se entienda con la filosofía Lean es muy importante en el mantenimiento de la filosofía. Este equipo debe estar en la posición de medir la moral de los miembros de los equipos y persistir con los cambios hasta que los equipos de trabajo noten los beneficios de la implementación del Lean.

También es crucial que este equipo pueda notar cuantas herramientas relativas al Lean Construction pueden ser implementadas en la organización de manera efectiva. Es importante también la continuidad de las personas en este equipo. Por otro lado, también es importante mostrar los éxitos iniciales para sostener la filosofía Lean durante el tiempo, mostrando las ganancias tempranas. Herramientas como las 5S pueden ayudar a crear confianza en el equipo y ayudar a mantener la nueva filosofía (Delhi et al. [2017]).

### **5.3. Caso de estudio de implementación de los Mapas de Cadena de Valor (VSP)**

Los mapas de cadena de valor (VSP por sus siglas en inglés) es una herramienta para combatir las pérdidas y reducir el tiempo de espera, comunicaciones planificación empresarial y que gestiona el proceso de cambio.

Las etapas de implementación de VSP son; selección de una familia de productos; asignar el estado actual (recolectar información en la obra); asignar el futuro estado y preparar un trabajo y un plan de implementación que describa como alcanzar el estado futuro. La información recolectada en el estado actual; tiempo que agrega valor, tiempo de ciclo y tiempo total.

Dadas las evidencias obtenidas que indican el tiempo de ciclo, inventario generado durante toda la ejecución del trabajo, número de trabajadores involucrados en cada proceso es posible dibujar el mapa actual del estado de las columnas, que son los elementos que se estudian en este caso.

Una propuesta como mejora es cambiar el sistema de producción a uno Pull, donde el proceso siguiente gatilla que se ejecute el proceso previo, evitando sobreproducción e incidentes.

Se sugiere también utilizar hojas de cálculo con los volúmenes requeridos para cada forma que debe ser llenada con hormigón, donde también se recomienda que el jefe de terreno revise los datos entregados.

Es recomendado elaborar un detallado mapa de la obra, a través del cual se pueda extraer precisa información sobre distancia y espacios disponibles para el movimiento de personas, materiales, máquinas y equipos.

Mejora Kaizen es tener estandarizado una lista de control, donde se tenga la hora de llegada de los lotes de hormigón, inicio y termino de hormigonado y con qué lote se llenó qué elemento, lo cual ayuda en la transparencia de información.

También se pueden tener materiales para realizar su propio hormigón en obra en caso de existir retrasos en los camiones mixer, factor externo que siempre se debería tener como el más lento registrado (Germano et al. [2017]).

## **5.4. Implementación de la herramienta Justo a tiempo (JIT)**

La implementación de la herramienta Justo a tiempo (Just in Time) en la construcción consiste en producir lotes pequeños de cada componente y enviarlo a obra en el requerido momento de instalación en orden de disminuir perdidas, disminuyendo espacio de almacenamiento en obra y cumplir los plazos y altos estándares de la industria de la construcción.

Lograr el éxito en la implementación de los principios JIT en construcción requiere el uso de prefabricados, técnicas lean, integración del marco de tiempo de la adquisición de materiales con el programa de proyecto de construcción, evaluación del rendimiento de los proveedores para asegurar calidad de los materiales enviados para evitar volver a hacer trabajos en obra. Esto dice que para una buena implementación de esta técnica se requiere que el proveedor también esté implementándola.

Los indicadores de rendimientos más frecuentes son; costos, productividad, duración de proyecto, cantidad de amortiguadores, calidad de la construcción y cantidad de perdidas.

La adopción de JIT en construcción parece generar buenos cuantitativos como una mejor asociación entre proveedores y contratistas y un sistema mejorado de entrega. El beneficio del JIT en una cadena de valor de un proyecto depende de la planta de prefabricado, la obra de construcción y los flujos entre ellos.

Para poder tener el rendimiento requerido en la fábrica de prefabricado, se necesita éxito en la implementación de JIT mientras que implementar exitosamente JIT requiere adoptar la filosofía Lean en la obra. Concluyendo de esta manera que llevar a cabo el Just in Time requiere que tanto el proveedor en conjunto con la obra logren alcanzar la coordinación necesaria (Pheng and Shang [2011]).

## **5.5. Implementación de los sistemas de gestión visual en obras de construcción**

Un proceso transparente se puede definir como la habilidad de éste de comunicarse con las personas. Esto se logra al hacer que sus principales flujos de proceso sean visibles y com-

previsibles desde su inicio a su final, a través de métodos organizacionales y físicos, medidas y muestra pública de la información.

Si se logra realizar un proceso transparente, la mayoría de los problemas, anomalías y tipos de pérdida que existan pueden ser fácilmente reconocidas para permitir que se tomen medidas correctivas. Algunas funciones de la gestión visual son la transparencia, disciplina, facilitación de trabajo y la capacitación en el trabajo.

Recientes investigaciones también sugieren que los sistemas de gestión visual pueden mitigar problemas relacionados a la gestión de sistemas de producción complejos y también contribuyen a un cambio cultural en la organización. De hecho, además de incrementar la transparencia en el proceso, también involucra otros principios y prácticas centrales del Lean Construction, como son el reducir variabilidad y la mejora continua.

A pesar de que se ha reportado un creciente número de prácticas de la gestión visual en la literatura, la aplicación de éstas en obras de construcción es aun muy limitada. Dispositivos visuales son mayoritariamente utilizados en oficinas para apoyar decisiones gerenciales, y solo paneles de advertencia de salud y seguridad son usualmente encontrados en lugares de trabajo de las obras de construcción. Además, investigaciones sobre el proceso de idear e implementar los sistemas de gestión visual son relativamente escasas.

Recientes investigaciones están en su mayoría enfocadas en la definición de categorías de prácticas de gestión visual ya existentes o en los impactos de los sistemas visuales para propósitos específicos como la planificación y control de producción una o el suministro de material. Luego, tras revisar casos de estudio, se pueden entregar las siguientes recomendaciones:

1. Apoyar los rituales de comunicación en reuniones colaborativas, donde los dispositivos visuales deben asociarse a actividades de aprendizaje y momentos de reflexión. Cuando el dispositivo visual cumple su rol, se vuelve importante para las personas y relevante en el proceso.
2. Asegurar una rápida retroalimentación, donde el sistema de gestión visual debe entregar información oportuna para que puedan llevarse a cabo las actividades correctivas.
3. Alentar el procesamiento conjunto de la información, donde el sistema de gestión visual debe apoyar las actividades colaborativas en las organizaciones. Algunos dispositivos visuales pueden ser usados como catalizadores para facilitar la variedad de las tareas, desde la generación de las ideas hasta la toma de decisiones, planificación, intercambio de conocimientos y aprendizaje.
4. Considerar los modelos mentales del usuario. La suposición, creencias, generalizaciones, ilustraciones y experiencias previas que influyen en comportamiento y entendimiento de los usuarios debe ser considerada en el diseño de los sistemas de gestión visual. Esto reduce la cantidad de información que se entregan en estos dispositivos y los hace más fáciles de entender por los usuarios.
5. Mitigar los problemas relacionados a la complejidad del sistema. Sistemas complejos son ambientes impredecibles, llenos de incertezas y variabilidad. Algunos dispositivos visuales pueden entregar cierto apoyo para tratar con esta complejidad a través de compartir la información correcta a tiempo y eliminar las barreras de información en el ambiente de trabajo (Tezel et al. [2015]).

## 5.6. Primera implementación de Lean y Last Planner System en el Líbano: Resultados y reflexiones

Se estudian las principales barreras detrás de la implementación del Lean Construction a través de publicaciones de IGLC, las cuales son falta de comunicación, falta de compromiso de parte de la gerencia, falta de conocimientos, falta de liderazgo, falta de preparación, y la más importante, resistencia cultural al cambio.

Se confirma que el éxito de LC depende en gran medida de la cultura. Uno de los cambios importantes es tener un ambiente donde todos son responsables, lo cual es crucial cuando los equipos comienzan a aprender de sus errores para tener una mejora continua. Por lo tanto, las constructoras deben enfocarse en cambiar el comportamiento de las personas en lugar de solo enfocarse en la implementación de herramientas.

El caso de estudio corresponde a la primera implementación de LC y LPS por una de las empresas líderes en el Líbano y en el Medio Este. Se trata de un centro comercial de un área total de 150.000 m<sup>2</sup>, el cual comenzó en 2015 y espera ser finalizado en 2017.

El equipo a cargo guardó un registro semanal de las salidas de seguridad, tiempo, costo, productividad y calidad. Las causas de retrasos también fueron monitoreadas. También se midieron indicadores como el Porcentaje de Plan Completado (PPC), lograr metas de productividad y de calidad y el puntaje de cumplimiento de seguridad. Se comienza la im-

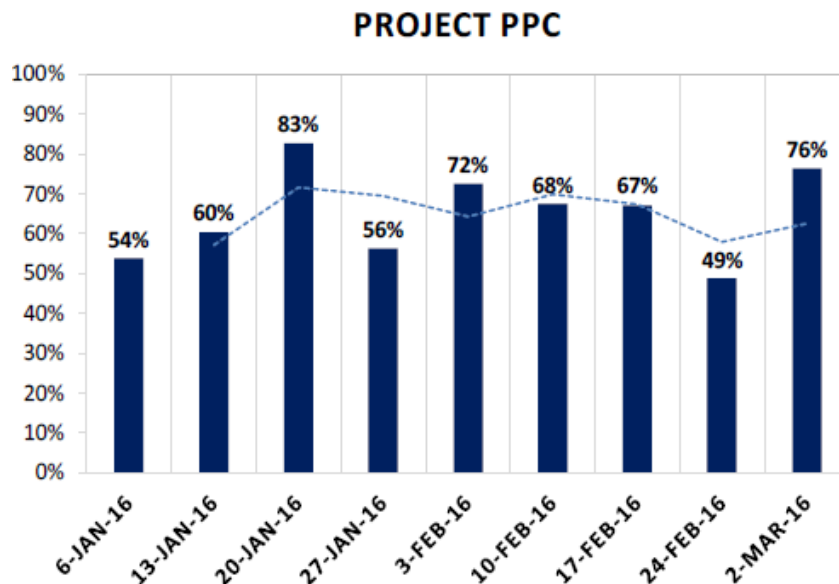


Figura 5.3: Resultado de PPC

plementación comunicando la nueva filosofía y creando el sentido de urgencia, presentado la solución viable e inspirando a los equipos. A pesar de que, como en la mayoría de los casos, al comienzo los equipos se mostraron vacilantes y resistentes a cambiar, tras avanzar las semanas y notar mejoras éstos mostraron mayor interés y motivación en implementar el LPS.



En las reuniones semanales se comparten los indicadores obtenidos de forma gráfica y fácil de entender, aportando en la transparencia de la información y mejorando así la comunicación. También se discuten el rendimiento obtenido la semana anterior, las restricciones enfrentadas, plan de trabajo de semana siguiente y trabajan colaborativamente en eliminar las restricciones de ante mano. Se muestran resultados de PPC y la tasa de aprobación de calidad en las Figuras 5.3 y 5.4. Dentro de los principales desafíos se encuentra el eliminar las causas de

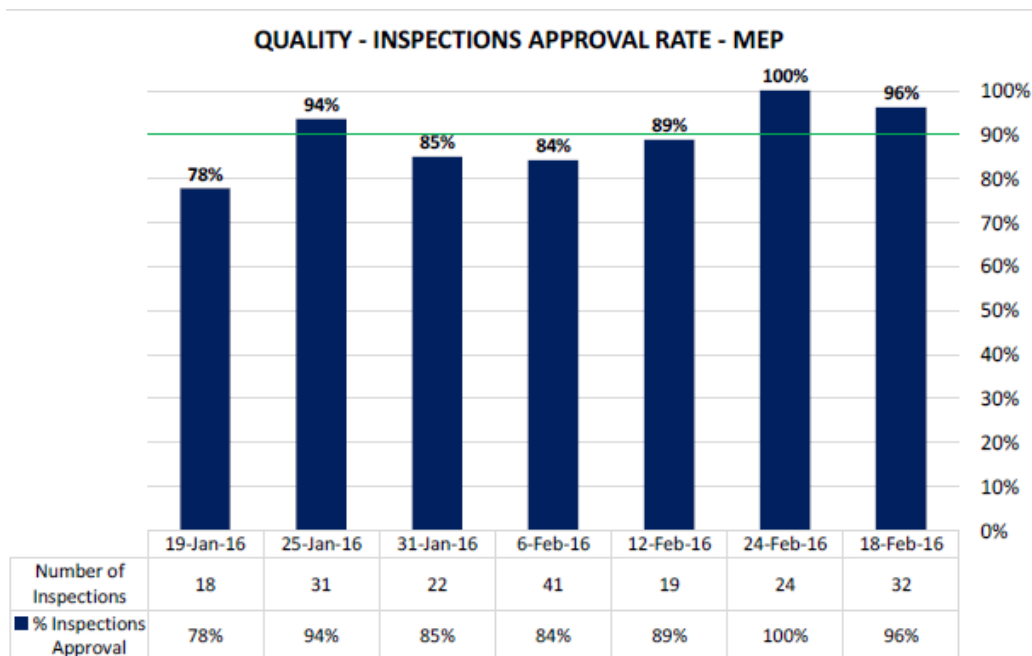


Figura 5.4: Tasa de aprobación de calidad

retrasos o las fallas de planificación. Es que, a pesar de ser conscientes de las razones de un problema, la mayoría de ellos seguía ocurriendo. Por lo anterior se recomienda identificar restricciones con mayor antelación para eliminarlas antes de la ejecución de la actividad.

Además, los empleados sienten que el nuevo sistema significa trabajo extra. Mayor capacitación sobre los beneficios de Lean Construction podría ser útil para aquellos que implementan herramientas sin entender del todo la filosofía detrás de ellas, por lo que la empresa debería enfocarse en cultivar comportamientos acordes a la filosofía lean y no solo en la implementación de sus herramientas.

Dado que el LPS fue implementado un año después de comenzar la fase de construcción, el plan maestro ya había sido desarrollado por el departamento de planificación, lo que implicó que se encontraran tareas con equivocados tiempos estimativos e incluso tareas predecesoras incorrectas durante las reuniones semanales. Es por esto por lo que la planificación colaborativa debe ser implementada antes de la ejecución del proyecto.

Las mejoras obtenidas fueron importantes en cuanto a visualización, colaboración y coordinación entre los distintos equipos de trabajo. Las causas de los retrasos fueron identificadas y los trabajadores de menor jerarquía son involucrados en tomas de decisiones y los indicadores claves con respecto a seguridad, calidad, tiempo y costos se actualizan y analizan semanalmente para obtener resultados óptimos. Mejoras que son posibles gracias a la motiva-

ción y animo de los líderes. Se concluye que es un buen primer acercamiento y la empresa ya ha iniciado otros dos proyectos donde busca implementar el LPS desde sus inicios (Hamzeh et al. [2016]).

## **5.7. Contribuciones de tecnologías de información en la implementación del sistema Last Planner**

El sistema Last Planner se ha estado utilizando por mas de 20 años en múltiples países y proyectos con altos impactos beneficiosos en el rendimiento del proyecto. Sin embargo, aunque el nivel de implementación de la mayoría de sus componentes ha sido mejorado a través de los años, la adopción de algunos de ellos se mantiene en niveles básicos. Dichos componentes son el inventario de trabajo ejecutable, gestión de restricciones, análisis de causa raíz y la gestión de acciones correctivas.

Investigaciones previas encontraron que la adopción de componentes como la planificación anticipada, gestión de contratos y el uso del inventario de trabajo ejecutable está altamente correlacionada con la mejora en los indicadores de rendimiento como el PPC (Porcentaje trabajo completado).

Por lo tanto, mejorar y estandarizar la adopción de los restantes componentes del LPS debe ser uno de los principales objetivos de la continua mejora de la metodología y su implementación. Existe una diferencia significativa en el nivel de implementación del LPS en los proyectos que usaron las tecnologías de información para apoyar la metodología, comparado con proyectos con el apoyo tradicional (Un incremento de un 22 % en el nivel general de implementación).

Los componentes con mejoras significantes son: Estandarización de la planificación y control de procesos, uso de indicadores para evaluar conformidad con la planificación, análisis crítico de la información, correcta definición de los paquetes de trabajo, uso de un plan maestro transparente y fácil de entender y un análisis sistemático y eliminación de restricciones (Lagos et al. [2017]).

## **5.8. Impacto de los métodos Lean en el desarrollo de un proyecto minero**

Uno de los principales desafíos que se enfrentan los países en desarrollo es la necesidad de incrementar productividad desde que se ha probado que la productividad es el factor que mejor explica la diferencia del productivo interno bruto per cápita entre países. Fuera de todas las industrias en Chile, la minería tiene la tasa de productividad mas alta, alcanzando el 65 % de productividad que tienen las mineras en Australia. Con respecto a la construcción en Chile, este sector tiene una productividad relativa de un 38 %, comparable con la misma industria en Estados Unidos.

Dado este escenario, la eficiencia operacional es considerada de tener el mayor potencial para mejorar ambas industrias (minera y construcción). Las principales causas de la baja eficiencia operacional son la baja adopción de los métodos de gestión avanzados, bajo nivel de estandarización de los procesos de planificación, fragmentación de las fases del proyecto, falta de entrenamiento de los trabajadores y organización del trabajo subóptima.

Los métodos implementados en el proyecto minero fueron las 5S's, Last Planner, mejora continua, identificación y reducción de pérdidas y los mapas de cadena de valor. Esto se hace posterior a un tiempo de evaluación del proyecto y previo a una etapa de control para establecer el impacto de implementar las metodologías Lean en un proyecto que ya había comenzado.

La implementación de las metodologías lean en este tipo de proyectos produce impactos positivos y estadísticamente significativos con respecto a la mejora de la media. Además, se observa una reducción estadísticamente significativa de la variabilidad en el rendimiento del proyecto, lo que indica un proceso mas estable (Castillo et al. [2015]).

## **5.9. Last Planner System: Implementación, evaluación y comparación de resultados en la construcción de un proyecto de vivienda social en Chile**

Se trata de un proyecto en la comuna de Conchalí en Santiago de Chile, que incluye la construcción de 80 departamentos de 56 m<sup>2</sup>, en edificios de 4 pisos de altura, en un periodo contractual de un año a cargo de la Constructora Oval, la cual tiene experiencia en la construcción de viviendas sociales. Se decide a utilizar el LPS debido a sus variables resultados en términos de duración y beneficios en el pasado. Se medirán beneficios directos e indirectos de la implementación del Last Planner System.

### **Aplicando Last Planner System**

Reunión del último planificador: El núcleo del LPS está en las reuniones de planificación donde se realiza el análisis detallado de las diferentes actividades planificadas, se identifican las posibles limitaciones, se nombran a los responsables de las diferentes tareas, se analizan las razones de no cumplimiento y se crean los nuevos compromisos semanales de todos los participantes en sus diversas especialidades, todo esto con el propósito de cumplir con los objetivos propuestos.

Se destaca que los profesionales y administrativos con antigüedad en la constructora y por lo tanto con experiencia en desarrollar proyectos de similares características han sido preparados en cuanto a Last Planner System, además de ser la primera vez que todos los planificadores han finalizado su preparación antes de comenzar el proyecto. Las reuniones se mantuvieron a lo largo de todo el proyecto, midiendo los indicadores más importantes como

son el Porcentaje de Plan Completo (PPC) y las Razones de no cumplimiento (RNC) en porcentajes.

## **Mirar hacia el futuro**

El análisis e identificación de limitantes, el compromiso de superarlas, incluyendo los términos de responsabilidad y de entrega son llevados a cabo en esta etapa durante la reunión semanal. Se entiende que las limitaciones son todos los elementos o condiciones que afectan la fluidez de una actividad. Estas limitantes son identificadas de acuerdo con un programa de 4 semanas entregado a cada supervisor.

El proceso de análisis de restricciones se realiza antes, durante y después de la reunión de coordinación. Debido a que se trata de una secuencia perteneciente a una línea de producción, debe determinarse la tarea a ser desarrollada, la persona a cargo, fecha o plazo y los pre requisitos para ejecutar esta tarea. De esta manera se definen los estados de las tareas tanto si están libres de restricciones como si están pendientes, lo cual permite asignar compromisos, responsabilidades e impedimentos que podrían restringir la ejecución del trabajo.

## **Midiendo Porcentaje Plan Completado (PPC) y Razones de No Cumplimiento (RNC)**

El equipo muestra el PPC de las tareas y rendimientos comprometidos de cada administrador de obra gráficamente, y también reporta las RNC de las tareas no realizadas. Información clave que permite visualizar y analizar los indicadores de productividad en una manera extensa y específica para cada supervisor a cargo de un trabajo en ejecución. Estos resultados se muestran en las Figuras 5.5 y 5.6.

Por distintas razones propias de un proyecto de viviendas sociales, la constructora estableció la necesidad de un PPC al menos de un 85 % promedio mensual. Por otro lado, se percibe un inmediato impacto positivo en todos los participantes al mostrar los resultados de forma gráfica.

## **Resultados**

Se tuvo un 17 % de adelanto en el período de entrega, un 18 % de ganancias que equivale a un incremento de un 80 % en comparación a las ganancias consideradas en el presupuesto, un número de accidentes que conllevan a perder tiempo igual a cero lo cual se puede explicar por la integración de los prevencionistas en la planificación de cada actividad. Se obtuvo además una calificación máxima de parte de la inspección técnica y una baja queja de las familias beneficiadas luego de un mes de uso.

Las principales barreras para implementar LPS observadas fueron el desgano del personal de estar en una reunión extensa lo que implicaba impuntualidad y poca preparación para

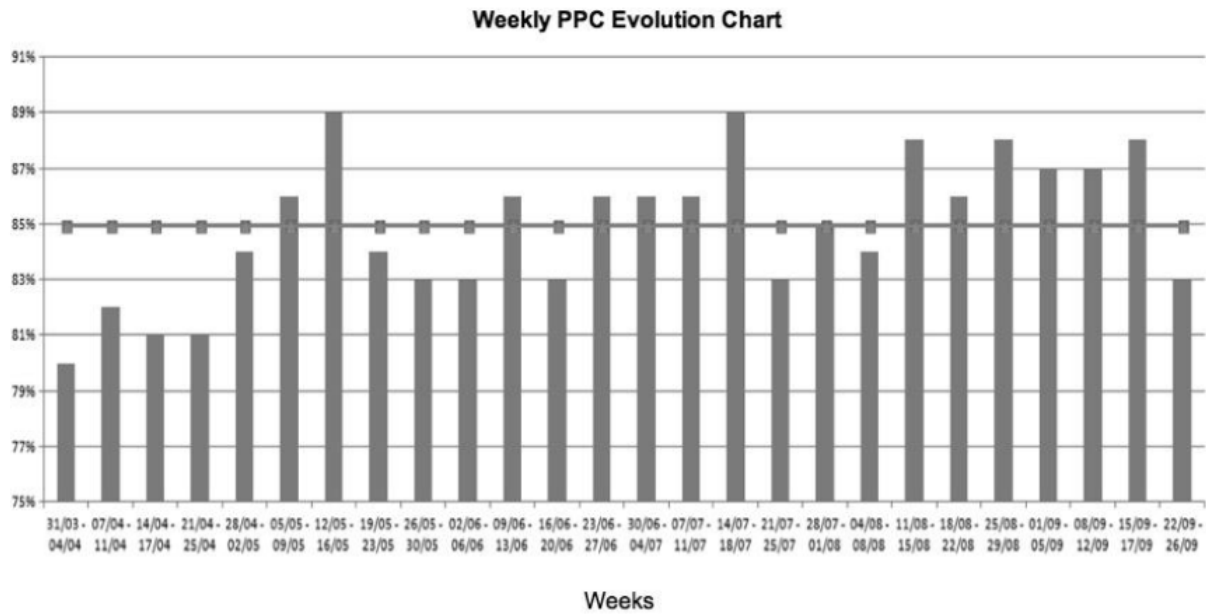


Figura 5.5: Resultados de Porcentaje Plan Completado

éstas. Por otro lado, no comprendían por qué estaban siendo evaluados semanalmente. Resulta esencial que las personas involucradas en la planificación sean todas preparadas para que puedan estar en sintonía en cuanto al desarrollo del proyecto, buscando introducir los conceptos del Lean Construction en la obra.

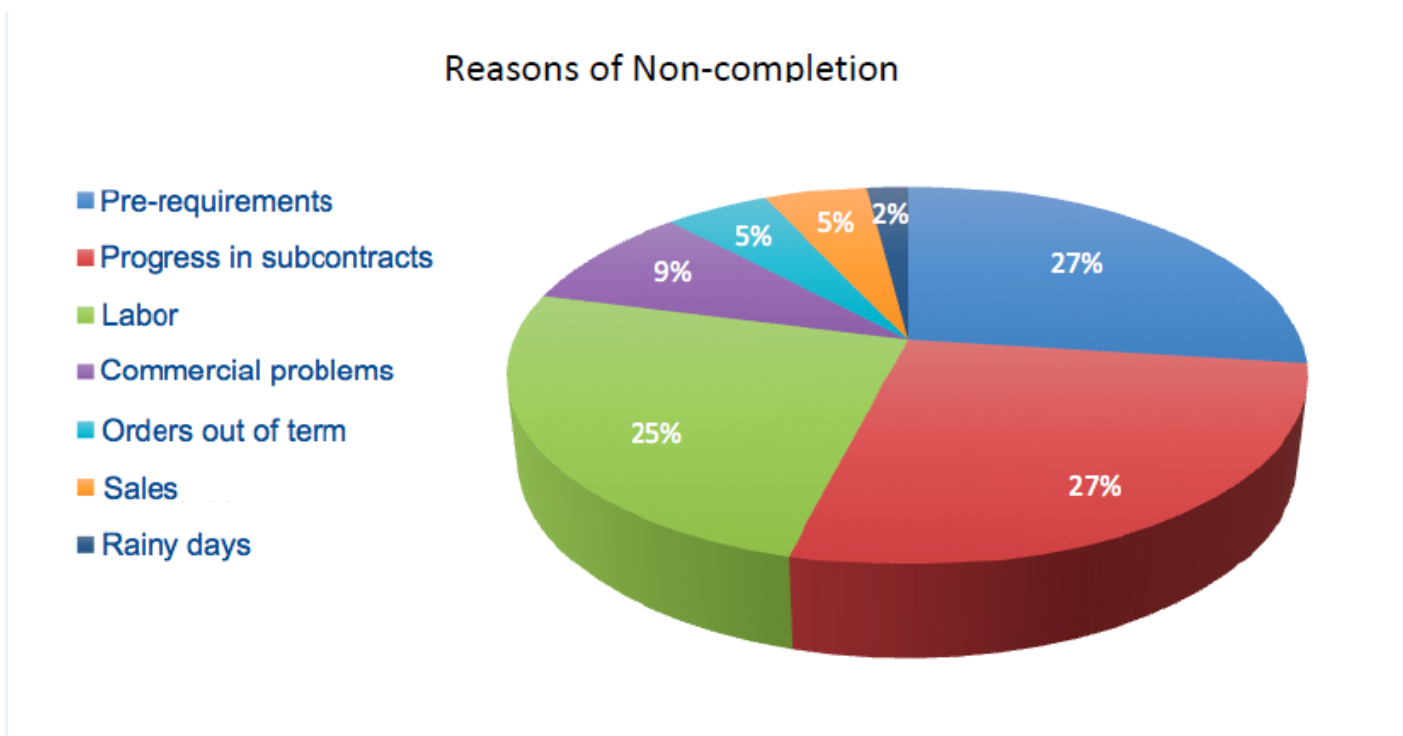


Figura 5.6: Resultados de Razones de no cumplimiento

# Capítulo 6

## Análisis de viabilidad de las herramientas Lean Construction y definición de estrategias para su implementación

En esta sección se procede a realizar un análisis de viabilidad de las herramientas del Lean Construction junto con estrategias para implementarlas.

### 6.1. Justo a tiempo (JIT)

La herramienta Just-in-time aún no es posible implementarla de buena manera dado que se requiere en gran parte el uso de elementos prefabricados, lo cual no es una tendencia en las obras de edificación existentes en Chile. Además de depender en gran parte de los proveedores utilizados. Industrializar la construcción es una de las opciones que haría más factible implementar esta herramienta, sobre todo la utilización de elementos prefabricados.

Otra opción para incrementar el uso de esta herramienta es el uso de incentivos en los contratos con los proveedores. Incentivos los cuales pueden ser de valor fijo o que disminuyen con el tiempo. Los incentivos por entregas puntuales se pueden proporcionar a través de bonificaciones por rendimiento o sanciones por incumplimiento (Grout [1994]).

Debe decirse que entre los requisitos para lograr el éxito en la implementación de esta herramienta (JIT) se encuentra, además del uso de prefabricados, la integración del marco de tiempo que toma la adquisición de materiales al programa del proceso constructivo, además de realizar una evaluación del rendimiento de los proveedores para evitar devoluciones por mala calidad (Pheng and Shang [2011]).

Ninguno de estos requisitos se cumple en los casos de estudio, por lo que, a pesar de no estar implementado la herramienta, tampoco tienen las condiciones necesarias para poder hacerlo.

## 6.2. Gestión Visual

Esta herramienta tiene potencial para que sea implementada en la construcción en Chile, dado que ya es utilizada en algunos casos sin siquiera conocerla.

Se debe destacar que para una buena retroalimentación del sistema Last Planner se utilizan gráficos (herramientas de gestión visual) que muestran índices útiles para conocer, por ejemplo, cuáles son las causas de no cumplimiento que más se repiten, o también para saber cuánto porcentaje de lo programado se está cumpliendo.

Lo anterior no se da en los casos de estudio a pesar de que en un caso la administradora de obra dijo que se debía sacar más provecho a esta información. Compartirla con el resto de los trabajadores de la obra es un buen punto de partida para cumplir con transparentar la información, lo cual busca entre otras cosas la gestión visual.

La idea de transparentar la información apunta a que los trabajadores, al tener acceso a la información que manejan los que toman las decisiones, puedan estar conscientes de sus rendimientos y de lo que se espera de ellos, logrando así que todos en la obra sepan los objetivos que se tiene como equipo y lo que deben realizar de su parte para cumplirlos.

Por lo tanto, se recomienda mostrar a los trabajadores de la obra información sobre los avances en la obra y los objetivos a cumplir tanto en corto como en largo plazo. Además de seguir utilizando esta herramienta para mostrar información sobre seguridad y también señaléticas dentro de la obra.

## 6.3. Mapas de cadena de valor

Dado el nulo conocimiento sobre esta herramienta en los casos de estudio se recomienda que debe existir un acercamiento a ella de parte de las instituciones que hacen investigaciones en el rubro de la construcción en Chile, tales como el Centro de excelencia en Gestión de Producción (GEPUC) de la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la CChC.

Por otra parte, un acercamiento de parte de las entidades académicas que forman profesionales del rubro a la herramienta es una forma de que ésta sea conocida y eventualmente utilizada.

A corto plazo, analizar en mayor detalle la secuencia que sigue cada proceso buscando focos de pérdidas, ya sean en cantidad de personal, tiempos de espera o ejecución y materiales utilizados, entre otros. Si bien realizar este análisis significará un gasto dado que se debe asignar a alguien, los resultados serán beneficiosos.



## 6.4. Last Planner System

La implementación de esta herramienta depende en gran parte de la capacidad del personal involucrado en la programación de la obra, por lo que sus principales barreras para ser utilizada recalcan en esto.

Su viabilidad ha sido demostrada en numerosos estudios tanto nacionales como internacionales, por lo que es necesario perfeccionar y estandarizar su implementación en las obras en Chile.

Realizar una capacitación al personal que realiza la programación de la obra resulta clave para que esta herramienta tenga éxito. Esta capacitación debe dejar en claro la filosofía que hay detrás de esta herramienta y cuáles son sus objetivos. Además de esto acompañar durante su implementación también resulta importante.

Otro factor clave es la motivación que logra tener el equipo de trabajo con respecto a la herramienta, dada la gran resistencia a cambiar la forma de trabajar. Lo anterior es posible sostenerlo si se miran los buenos resultados que se obtienen al implementar LPS.

Junto con la anterior, motivar la capacidad de análisis de los involucrados puede llegar a asegurar el éxito de la utilización de esta herramienta. Invitarlos a encontrar las raíces de los problemas, buscando entonces medidas preventivas en lugar de medidas correctivas durante la ejecución de la obra, que es lo que genera grandes pérdidas según lo observado en los casos de estudio.

Por otra parte, el uso de indicadores como lo son el porcentaje de plan completado y las razones de no cumplimiento también deben ser analizados y mostrados al equipo, más no ignorarlos y calcularlos solo “por cumplir”. Estos tienen una función clave también en la implementación de LPS.

Finalmente, se debe realizar también la planificación intermedia, la cual obliga a mirar a un futuro no tan cercano, permitiendo anteponerse a situaciones que no se visualizan semana a semana. Lo anterior dado que se observa en los casos de estudios que ésta no se realiza en todos los casos.

## 6.5. 5 S's

Esta herramienta, al igual que la gestión visual, es utilizada sin saber de su existencia por parte de los casos de estudio y las obras de construcción en general en Chile. Lo anterior significa que el orden y la limpieza son considerados importantes dentro de una faena y por lo tanto está abierta la oportunidad de utilizar la herramienta en su total cabalidad.

Para lo anterior, una de las principales necesidades que se tenga claridad de los espacios disponibles en obra, ya sea para acopio de materiales como también de los residuos, además de mantener estos sectores de forma estandarizada, lo cual no significa otra cosa que mantenerlos

en el tiempo y anunciados de forma visual.

En bodega, el uso de imágenes para reconocer materiales es útil y hará la entrega de estos más eficiente, facilitando el trabajo a bodegueros. Mantener ordenada la bodega también resulta clave para lo anterior.

Hacer de la limpieza tarea de todos en la obra, donde dejar limpio el lugar de trabajo sea obligación de cada persona hará que la obra en general de mantenga limpia y ordenada. Lo anterior apuntando al objetivo de sostener el orden durante toda la obra y evitar tener que realizar limpieza general, una clara pérdida que debe ser evitada.

# Capítulo 7

## Conclusiones

### 7.1. Análisis de lo observado

En primer lugar, se constata que las herramientas de Lean Construction están siendo implementadas en Chile, es más, existe una iniciativa de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) que asesora a obras en la implementación de la herramienta Last Planner.

Las entrevistas realizadas junto con la presencia en las reuniones semanales muestran que, en general, no se logra una completa implementación de las herramientas de Lean Construction.

Lo anterior es debido principalmente al bajo conocimiento teórico sobre la filosofía en general, y sobre las herramientas que la componen. Existiendo conocimiento únicamente de sistema Last Planner, sin entender entonces la base sobre la que se sostiene esta herramienta; la búsqueda general de eliminar las pérdidas de los procesos constructivos para agregar valor a los productos. Gracias a esto no se logra sostener la implementación dado que genera desconfianza y tampoco se visualizan los beneficios, volviendo en el tiempo a las prácticas tradicionales.

De las entrevistas se constata que no existe conocimiento sobre otras herramientas del Lean Construction, siendo esta una razón principal por la cual no son utilizadas. Instancias donde se promuevan las prácticas Lean de parte tanto de privados como del Estado son una forma de expandir el uso de las herramientas del Lean Construction.

Existe una oportunidad de implementar más herramientas de la filosofía como la gestión visual, los mapas de cadena de valor y las 5S's. Herramientas útiles a la hora de encontrar desperdicios en los procesos y para transparentar la información entre otros beneficios que busca Lean Construction.

Todas estas herramientas sería posible implementarlas en los procesos constructivos visitados, para lo cual se intuye la necesidad de una capacitación de todo el equipo a cargo de la programación y planificación del proyecto.

Sobre la implementación del sistema Last Planner, se concluye que beneficia a las obras que lo utilizan a pesar de los problemas y malas prácticas observadas. Esto da pie a que los beneficios pueden llegar a ser aún mayores al lograr mitigar los errores cometidos.

## 7.2. Propuestas y recomendaciones

Se considera adecuado que debe existir un equipo que comprenda las metodologías de trabajo y no solo el administrador de la obra. Se fundamenta esto en que con un equipo las posibilidades de sostener en el tiempo las metodologías y de contagiar al resto de los trabajadores aumentan.

Existe una resistencia general al cambio de paradigma de la forma en que se realizan los procesos constructivos en los proyectos analizados. Para lograr implementar de forma completa las herramientas Lean es necesario que la mayoría de los integrantes de la obra se contagien de la forma de trabajar y pensar.

Contrarrestar lo anterior es posible a través del equipo de trabajo mencionado previamente como también se requiere que el sistema sea enseñado en la etapa educacional, tanto en institutos profesionales como en las universidades, pensando en que las generaciones futuras puedan estar familiarizadas al sistema desde sus inicios laborales.

Se intuye que una buena manera de sostener las prácticas del Lean Construction es extender las capacitaciones y el entrenamiento para lograr una mejor comprensión de la filosofía Lean en lugar de capacitaciones aisladas sobre herramientas en particular. Se espera que mandos medios como capataces y supervisores de contratistas también sean capacitados tanto para aclarar como para mantener la motivación, aspecto que resulta clave en el éxito de la implementación de la filosofía.

La capacidad del administrador de obra para liderar las reuniones es otro punto importante para lograr una buena implementación, donde una de sus mayores tareas es mantener la motivación del equipo de trabajo durante toda la obra. Resulta clave preparar las reuniones previamente.

Otra recomendación es realizar evaluaciones de las herramientas utilizadas y de la implementación en general. Para lo anterior se requiere la utilización de indicadores donde se puedan ver los niveles de satisfacción con respecto a lo realizado para lograr mejorar en el futuro.

Como complemento a las herramientas previamente analizadas, se recomienda utilizar la herramienta de mejora continua, la cual al involucrar a todos los trabajadores en los procesos da mayor oportunidad de encontrar oportunidades de mejora, dado que son ellos los que realizan el trabajo. Se propone por lo tanto dar un espacio dentro de las reuniones que se llevan a cabo (o buscar otro espacio) para que los trabajadores compartan sus ideas.

Se recomienda mejorar la comunicación entre los mandos gerenciales hasta la gente de terreno, buscando retroalimentación en ambos sentidos y no únicamente de arriba hacia abajo.

Involucrar a los altos mandos en las actividades para sacar el paradigma de superioridad también es clave para el éxito de la implementación.

Las experiencias que han tenido otros países implementado las herramientas del Lean Construction son en general positivas, mostrando en algunos casos barreras similares a las que se encuentran en los casos de estudio de esta investigación, concluyendo así que no se está tan alejados de otras realidades y que, por lo tanto, si se siguen líneas de trabajo adecuadas será posible obtener mejores resultados y conseguir utilizar un mayor número de herramientas, no sólo el sistema Last Planner.

Finalmente, todo lo anteriormente concluido tiene un alcance para las obras de edificación tanto en altura como en extensión, pero no han sido estudiado otro tipo de proyectos cómo mineros o de mayor extensión no solo físicos si no en recursos tanto humanos como material. Además, se debe tener en cuenta que todos los proyectos son distintos entre ellos y por lo tanto no existen procedimientos únicos y definitorios para lograr una mejor implementación del Lean Construction.

# Bibliografía

- Domingo González Alcántara. *Aplicación de herramientas lean en la gestión de proyectos de edificación*. PhD thesis, Universidad de Valladolid, 2013.
- Daniel Sabbatino B. Implementación Del Sistema Last Planner En Chile. 2011.
- Banco Central de Chile. PIB nominal por actividad, 2017.
- Alfredo Serpell and Rodrigo Verbal. Programas de motivación en la construcción. *15*, pages 20–27, 1997.
- Atle Engebø, Frode Drevland, Jardar Lohne, Nawras Shknot, and Ola Lædre. Geographical Distribution of Interest and Publications on Lean Construction. Number July, pages 285–292, jul 2017. doi: 10.24928/2017/0121. URL <http://iglc.net/Papers/Details/1405>.
- Juan Felipe Pons Achell. Introducción a Lean Construction. page 74, 2014.
- Shang Gao and Sui Pheng Low. Impact of Toyota Way Implementation on Performance of Large Chinese Construction Firms. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 140(3):04013022, 2014. ISSN 1052-3928. doi: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000195. URL <http://ascelibrary.org/doi/10.1061/{%}28ASCE{%}29EI.1943-5541.0000195>.
- Ricardo Monroy. Gestión de la producción, 2017. URL <https://admongestiondelaproduccion2015.blogspot.cl/2015/05/mejor-continua.html>.
- Javier Andrés Marín. Recomendaciones Para Extender Y Sostener Prácticas Lean a Través Del Tiempo En La Industria De La Construcción. 2015. ISSN 1098-6596. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- Luis Fernando Alarcón Cárdenas and Eugenio Pellicer Armiñana. Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas. *Revista de Obras Públicas N° 3.496*, pages 1–7, 2009.
- Low Sui Pheng and Gao Shang. The application of the Just-in-Time philosophy in the Chinese construction industry. *Journal of Construction in Developing Countries*, 16(1): 91–111, 2011. ISSN 18236499.
- Akintola Akintoye. Just-in-Time application and implementation for building material management. *Construction Management and Economics*, 13(2):105–113, 1995. ISSN 1466433X. doi: 10.1080/01446199500000013.

- Isabelina Nahmens and Michael A. Mullens. Lean Homebuilding: Lessons Learned from a Precast Concrete Panelizer. *Journal of Architectural Engineering*, 17(4):155–161, 2011. ISSN 1076-0431. doi: 10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000037. URL <http://ascelibrary.org/doi/10.1061/{%}28ASCE{%}29AE.1943-5568.0000037>.
- Laura H. Ikuma, Isabelina Nahmens, and Joel James. Use of Safety and Lean Integrated Kaizen to Improve Performance in Modular Homebuilding. *Journal of Construction Engineering and Management*, 137(7):551–560, 2011. ISSN 0733-9364. doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000330. URL <http://ascelibrary.org/doi/10.1061/{%}28ASCE{%}29CO.1943-7862.0000330>.
- O. Salem, J. Solomon, A. Genaidy, and I. Minkarah. Lean Construction: From Theory to Implementation. *Journal of Management in Engineering*, 22(4):168–175, 2006. ISSN 0742-597X. doi: 10.1061/(ASCE)0742-597X(2006)22:4(168). URL <http://ascelibrary.org/doi/10.1061/{%}28ASCE{%}290742-597X{%}282006{%}2922{%}3A4{%}28168{%}29>.
- Algan Tezel, Lauri Koskela, Patricia Tzortzopoulos, Carlos Torres Formoso, and Thais Alves. Visual Management in Brazilian Construction Companies: Taxonomy and Guidelines for Implementation. *Journal of Management in Engineering*, 31(6):05015001, 2015. ISSN 0742-597X. doi: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000354. URL <http://ascelibrary.org/doi/10.1061/{%}28ASCE{%}29ME.1943-5479.0000354>.
- Haitao Yu, Tarry Tweed, Mohamed Al-Hussein, and Reza Nasser. Development of Lean Model for House Construction Using Value Stream Mapping. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(8):782–790, 2009. ISSN 0733-9364. doi: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2009)135:8(782). URL <http://ascelibrary.org/doi/10.1061/{%}28ASCE{%}290733-9364{%}282009{%}29135{%}3A8{%}28782{%}29>.
- Jim Womak. The Gemba Walk, from the 2011 Lean transformation summit, 2011.
- Cheni Kerem, Ronen Barak, Rafael Sacks, and Vitaliy Priven. Learning to see – managers working in the gemba as part of the tidhar way training program. *Iglc-21*, pages 957–966, 2013. ISSN 2309-0979.
- Roberto Arbulu, Glenn Ballard, and Nigel Harper. Kanban in construction. *International Group for Lean Construction*, (September):1–12, 2003. URL <http://leanconstruction.dk/media/17574/KanbaninConstruction.pdf>.
- Hernán Porrás Díaz, Omar Giovanni, Sánchez Rivera, José Alberto, and Galvis Guerra. Resumen Lean Construction philosophy for the management of construction projects: a current review. *AVANCES Investigación en Ingeniería*, 11(1):1794–4953, 2014.
- Daniel Villa, María Alejandra Yepes Rodríguez, and Andrés González. Lean Manufacturing, 2013. URL <http://leanmanufacturingunal.blogspot.cl/p/herramientas-del-lean-manufacturing.html>.
- Low Sui Pheng and Choong Joo Chuan. Just-in-time management in precast concrete construction: a survey of the readiness of main contractors in Singapore. *Integrated Manufacturing Systems*, 12(6):416–429, nov 2001. ISSN 0957-6061. doi: 10.1108/EUM0000000006107.

URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/EUM0000000006107>.

- Ossama Salem, Sharareh Pirzadeh, Sudipta Ghorai, and Ahmed Abdel-Rahim. Reducing environmental, economic, and social impacts of work-zones by implementing lean construction techniques. *22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Understanding and Improving Project Based Production, June 23 -27, oslo, Norway*, 1 (315):145–155, 2014. ISSN 2309-0979.
- O Salem, J Solomon, A Genaidy, and M Luegring. Site Implementation and Assessment of Lean Construction Techniques. 2(October), 2005.
- Antti Leino, Riku Heinonen, and Mari Kiurula. Improving Safety Performance Through 5S Program. *22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, pages 1401–1412, 2014.
- Andrezza V.C. Germano, Nayara Jh essica M. Fons eca, Reymard S avio S. Melo, and Artur Moura. Value Stream Mapping: Case Study in Columns Concreting. Number July, pages 821–828, jul 2017. doi: 10.24928/2017/0168. URL <http://iglc.net/Papers/Details/1473>.
- Cristóbal Baladr on and Luis F. Alarcón. Assessing the Impact of Lean Methods in Mining Development Projects. II(July):137–144, 2017. ISSN 2309-0979. doi: 10.24928/2017/0272. URL <http://iglc.net/Papers/Details/1439>.
- V. (2016).“Last Paz, A., and Oscar. Last Planner System : Implementation , Evaluation and Comparison of Results in the Construction of a Social Housing. *International Group for Lean Construction*, (July):153–162, 2016. ISSN 2309-0979.
- Venkata S. K. Delhi, Raghavan N, Ashwin Mahalingam, and Koshy Varghese. Initial Euphoria to Sustained Change - Mainstreaming Lean Culture. II(July):267–274, 2017. ISSN 2309-0979. doi: 10.24928/2017/0288. URL <http://iglc.net/Papers/Details/1446>.
- Farook Hamzeh, Jessica Kallassy, Marvin Lahoud, and Ralph Azar. The First Extensive Implementation of Lean and LPS in Lebanon: Results and Reflections. *Proc. 24th Ann. Conf. of the Int’l. Group for Lean Construction*, (July):33–42, 2016. ISSN 2309-0979. doi: 10.13140/RG.2.1.1455.3847.
- Camilo Ignacio Lagos, Rodrigo Fernando Herrera, and Luis Fernando Alarcón. Contributions of Information Technologies to Last Planner System Implementation. II(July):87–94, 2017. ISSN 2309-0979. doi: 10.24928/2017/0255. URL <http://iglc.net/Papers/Details/1472>.
- Gustavo Castillo, Luis F Alarc, D Ph, a M Asce, Vicente a González, and D Ph. Implementing Lean Production in Copper Mining Development Projects : Case Study. *Journal of Construction Engineering and Management (B1)*, 141(1), 2015. ISSN 0733-9364. doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000917.
- John R Grout. Models of incentive Contracts for Just-in-Time Delivery. 1994.



# Apéndice A

## Transcripción de entrevistas

Lamentablemente por problemas técnicos la entrevista realizada a Darío Aguilar no ha podido grabarse y por lo tanto no se ha podido anexar su transcripción.

### A.1. Entrevista a Patricio González, Edificio Think (Sazie 2048)

- ¿Había trabajado antes con el Last Planner?

- Mira, en la otra empresa que estuve, coincidí con un administrador de obra, duro re poco, que quería implementar esta filosofía, el Last Planner. No fue lo suficientemente, no nos dio los resultados esperados y como se fue esta persona no lo seguimos. Estábamos recién partiendo un poco en entender la filosofía que fue lo que más ha costado acá en este equipo que es nuevo, es lo que más cuesta en el fondo, este tema de ir un paso más allá. Ahí a medida que vamos conversando va a salir el tema puntual de esta obra cuales son las barreras de entrada para el sistema Last Planner. Un poco eso, había trabajado, conocía a grandes rasgos la filosofía, obviamente no es lo mismo que una presentación formal de la filosofía, qué es de qué se trata, a que no se, un jefe que lo conozca te diga “no vamos a ocupar este sistema Last Planner aquí y allá, eso de adentrarse más de dónde nace ¿por qué? A dónde va, a donde apunta eso no lo tenía de antes, pero si había tenido una pincelada.

- ¿En esta obra a ustedes los capacitaron?

- Entre comillas sí. ¿A que me refiero con entre comillas? Todo esto partió porque la jefatura los subgerentes de la empresa fueron a la capacitación donde se presentó lo que es el sistema Last Planner, Lean Construction, Last Planner y todos los conceptos involucrados y de ahí se traspasó el tema de “Oye tengo este sistema, es rebueno, a ver ya, contratemos el CDT para que lo haga” Se contrató el CDT, se hizo la presentación, que no fue lo dinámica ni en profundidad como hubiésemos esperado. Yo hice obviamente como ya algo cachaba, no se lo comenté a mi jefe en su momento, yo preparé de manera paralela a la presentación

para el equipo qué es el Lean Construction, a qué apunta, qué es el Last Planner, ya algo de conocimiento de causa previa y la bibliografía preparé algo. Pero ¿Capacitación así una buena capacitación? No ¿Se hizo? Sí ¿Quedamos al debe en algunas cosas? También, pero se hizo por lo menos una introducción al tema más que una capacitación.

- Ya, perfecto, entiendo ¿Entonces no fue suficiente?

- Claro, lo que pasa, yo con el conocimiento previo que tenía más la bibliografía yo logré captar el tema porque algo había trabajado, el concepto ya lo tenía relativamente claro, pero para el resto del equipo no fue tan claro.

- ¿Qué opina Ud. sobre cuáles son los principales impedimentos para poder implementar?

- Bueno, demás está decir que obviamente es un sistema de planificación que va un paso más allá y que bien implementado es exitoso, da buenos frutos digamos. Si nos vamos a terreno, a obra, la primera barrera o impedimento es el temor al cambio, la segunda es más pega, lo tercero es atreverse o tomar en conciencia de que los cambios a como lo veníamos haciendo son para mejor. Este tema del miedo a cambiar las cosas de “llevo 10 años haciéndolo, me ha resultado ¿Para qué voy a hacerlo distinto? Esa es otra barrera. Y lo otro es una barrera que es un poco discriminatoria decirlo de esta manera, no sé cómo llamarla bien, que es la capacidad de la gente para poder absorber esta filosofía ¿A qué me refiero con eso? Al capataz no la va a interesar de repente adquirir esta filosofía porque lo viene haciendo de esta forma, le ha resultado, porque no, no me interesa, entonces ahí también es el otro tema que los que son más técnicos, van a agarrar la filosofía y van a funcionar rápido al tiro. Los que son más de oficio, es un tema, “no está buena la idea” ah, pero implementarlo o echarlo a andar sabe qué es un problema. Acá lo que hemos tenido como problemática hoy día es que no llegamos al origen de los problemas. Algo tu viste en la reunión, y ha sido repetitivo desde que partimos hasta hoy día que no hemos logrado cambiar, “Oye ¿Por qué no (a uno de los capataces de terminación) terminaste la baranda? Es que no las entregaron, y ese es el análisis. ¿Pero por qué no las entregaron? Si yo voy a analizar tengo que ver, no me entregaron porque hubo dos días que no vinieron los viejos, una causa. No, nos la entregaron porque “oye, no me trazaron las barandas” entonces el problema no es que el subcontrato no hizo la pega, si no que no le entregué la herramienta para hacerla. “Que no me subieron las barandas” o el motivo que sea, llegar a cuál es el origen del problema para poder resolverlo y atacar eso, porque si ataco las consecuencias, estoy poniéndole el parche. Eso significa que en el piso de arriba o el departamento de al lado o dos pisos más arriba voy a tener exactamente el mismo problema sin que se arregle si no llego al origen del problema. Y notables temas de “¿Por qué no descimbraste arriba? No tenía grúa. Y ese es el análisis, del jefe de obra, capataces, jefe de terreno. No poh’, ¿Por qué no tenías grúa? “Es que llegaron materiales en la mañana”, “Ya ok ¿Sabías que llegaban materiales cuando programaste?” No sabía, el jefe de obra ¿Por qué no sabía que llegaban materiales? Vamos al origen del problema, “porque los pidió el capataz” ¿Por qué lo pidió el capataz si el tema de los materiales los tiene que pedir el jefe de obra? “Es que los pidió porque el jefe de obra no los pidió”, y llegamos al problema de que no estamos coordinando. El jefe de obra que tiene que saber qué materiales faltan de abajo, para ver cuándo va a llegar y coordinar con el de arriba cómo hacer la pega, ese nexo no se está haciendo.

- Claro, es un tema comunicacional el que no se está logrando.

- Entonces el no descimbrar tiene un origen tan distinto al planteado inicialmente que no hay grúa es, ojo, la persona que tiene que coordinar este tema, que tiene que saber, no está haciendo correctamente la pega, por lo tanto, es una seguidilla de cosas que derivan en que no hay grúa. Entonces ese tema es el que más ha costado hoy día, en este equipo de trabajo, es eso. Desde el jefe de terreno que tiene una formación teórica, profesional y todo para abajo, cuesta. La reunión pasada no fue tanto, pero hay reuniones en que yo le aporillo la reunión al jefe de terreno. “Oye, pero ¿Por qué esto?” “No es que los viejos están con bajo rendimiento, están desanimados” Esa es la explicación, pero si uno empieza a analizar más en detalle “¿Tienes limpio para hacer la pega?” No hablemos de limpieza en general si no “¿Tienes las condiciones para que hagan bien la pega?” No están. ¿Le puedes achacar el 100 % de la responsabilidad a los viejos?” No si no les estoy dando condiciones ¿Le tengo trazado para que haga la pega? Ah, es que no tengo trazador. Ah, entonces que no estén funcionando acá estos viejos, los carpinteros, tiene que ver con que, ojo, estoy dando una cancha en condiciones para que haga la pega, pero no lo estoy dando los trazos o en realidad lo que falte para que haga la pega, o sea no es exclusiva responsabilidad de ellos. Eso es lo que cuesta ver. Y lo que más cuesta es asumir que el jefe de obra diga no he logrado trazarles antes a los carpinteros. Asumir que yo tengo un problema que no he logrado hacer esta pega, para poder atacar el problema de fondo. No tengo el trazador en la obra gruesa, no tengo el trazador en terminaciones, me falta gente, me faltan trazadores, detectar ese problema y decir “¿Sabe qué? ¿Contratemos un trazador mejor?” ese tema, ese análisis es el que no se hace. El análisis de los rendimientos, sobre lo que decía Carlos el lunes “oye ojo, el yeso nos va a pillar, oye las condiciones previas para el yeso, el yeso nos va a pillar”. El rendimiento, si yo saco las últimas dos semanas solamente de rendimiento, el yeso duplica al rendimiento de las otras partidas, entonces el tema no, pese a que empezamos a analizar el tema, a verlo, no tomamos cartas en el asunto al tiro ¿Por qué? Porque nos quedamos inicialmente en “No, el yesero es penca, no avanza”. Avanzó el yeso y nos dejó en evidencia que antes del yeso no somos capaces nosotros de avanzar, y después del yeso, no somos capaces de seguir el ritmo. El problema no es el yesero. Mientras no me apriete el yesero para arriba estoy haciendo un departamento diario total “el yeso no me va a pillar”. El tema es decir “no, yo necesito cuatro diarios” “el yeso viene. . .” “no importa, cuatro diarios en esta partida independiente de eso, el yeso no tiene nada que ver”. Avanzar, cosa que hubiésemos hecho antes, tres semanas atrás que lo conversamos, tomar las medidas antes, el yesero iba a tener cancha por allá arriba piso 6, por allá arriba. Entonces eso es lo que nos cuesta, el llegar al origen del problema para atacarlo, es lo que más cuesta acá en la obra. Y, por otro lado, cuesta que el capataz tenga claro el 100 % de la faena ¿A qué me refiero? “Oye, tengo que hacer esta pega puntual ¿Con quién lo hago? Estos dos viejos, perfecto, la mano de obra la tengo ¿Qué materiales voy a ocupar? Este, este y este otro, listo ya tengo los materiales ¿Cuándo? Por programa lo puedo verificar, perfecto”. Entonces ese tema de analizar la partida y decir tengo claro con quién lo voy a hacer, con quién, cuándo, cómo, dónde, perfecto, tengo todo claro, llegó el momento de hacer la pega, ya, ejecuto y no me falta nada, que es lo que busca el Last Planner, no me falta nada. Con el capataz que está abajo, en el segundo piso, que ya es profesional en el fondo, también tiene estudios, se ha dado mucho más fácil ¿Por qué? Viene para acá, con el jefe de terreno o conmigo, ya se salta al jefe de obra, “jefe, tengo que instalar esto, pero tengo este, este y este problema”, cielo falso y cierre de pasillo previo a la escala “jefe, tengo que ejecutarlo la próxima semana ¿Cómo va? Cortamos en algún lado, vamos hasta atrás ¿Cómo vamos? No aquí, ah perfecto” Está preocupado de la pega que está haciendo, “Ah, esto hay que hacer, cómo lo tengo que hacer” ya, lo tengo clarito, llegó el momento

de ejecutar y lo hago y no pasa con todos, cosas notables cómo no sé, la otra vez estamos viendo, como ejemplo, “Ya ¿Dónde están las tinas? ¿Con qué apuntan las tinas?” “Palos de 2x2” “Ya, perfecto ¿Qué tornillos vamos a ocupar?” “Tornillos de 2” y media” “Ya, pero palos de 2x2, tornillos de 2” y media ¿Te va a quedar firme media pulgada metida adentro del hormigón?” “Ah, tiene razón” Eso como de, lo 1ro que salió y eso es, ese pararte, ese analizar un poquito la información es lo que nos falta. Esos han sido nuestros problemas en general; la resistencia al cambio, el problema del aprendizaje, que es más pega, y esa dificultad para poder decir cuál es mi real problema, no tanto la consecuencia, es el origen del problema el que no estamos encontrando.

-Claro, nos quedamos con apuntar al lado.

-Exacto, siempre es un problema de otro. “No si él no me entregó” Lo que pasa es que lo típico que pasa acá en una obra de construcción que tiene un subcontrato que no ha avanzado, el subcontrato es malo es penca y no sirve, no es un tema de que no le di las condiciones, que me tengo que preocupar de que el avance ya que el avance de él es mi avance, no es penca, no es malo, voy a terminar el subcontrato y va a ser la misma tónica, son todos malos y no es que sean todos malos el de aquí (se apunta a si mismo) es el que no está cumpliendo a cabalidad con su pega. No he encontrado mucho en la planificación clásica o programación clásica en un proyecto de construcción el apagar incendios, al final se transforma en eso, y eso es lo que busca el Last Planner, no apagar incendio, programarse. En 6 semanas más, en 4 semanas más, en el tiempo que nos pongamos vamos a estar haciendo esta pega ¿Qué necesito para hacerla? Y no llegar e instalar cerámicas como nos pasó la semana pasada “Instalar cerámicas, listo. No puedo rematar las cerámicas ¿Por qué no puedo rematar las cerámicas? Si llego la cerámica, está el maestro y está todo. Es que no hay esquineros”. Ahí uno empieza a ver “Oye, pero sabemos que vamos a partir instalando cerámicas hace tres semanas, nos preocupamos hasta del separador de las cerámicas y los esquineros se nos olvidaron” Entonces ese es el tema que falta para no dejar una pega a medias necesito toda la información y eso es lo que nos falta un poco.

-Una pregunta más para Ud. ¿Conoce, aparte del Last Planner, sobre alguna otra herramienta del Lean Construction?

- Como concepto más que nada el Just in time, con todo en su momento justo en el fondo. Que de repente en para esta obra un poco, no es impracticable, pero es más difícil. Lo que pasa, y ese es un poco el tema, hay que cambiar la mentalidad de todo un equipo para lograr que funcione. No saco nada con traer 10 pallet de cerámica que son para el segundo piso hoy día. No saco nada con traerlos y almacenarlos en el -2 y de ahí sacarlos. La idea es que una vez que los traje los tiro para arriba al tiro. Eso en general, y más allá de concepto del sistema Lean un tema más, para mí por lo menos, más transversal que es el Total Quality, todos somos responsables. Para mi obviamente es una premisa mía como trabajo, todos somos responsables, no es que usted esté a cargo de la pega, usted es el culpable. Hay un jefe de terreno, un jefe de obra, hay un capataz, hay un viejo, hay un capataz al lado que también está mirando, entonces todos somos responsables del proyecto. Pero más allá del Lean es un tema mío personal. Eso, bueno y ya solo de nombre las 5S's.

-Lo último ¿En qué actividades aquí en la obra se generan las mayores pérdidas?

-Depende de qué punto de vista lo enfoquemos, en general el trabajo, más que nada amarrado a una actividad puntual, se generan más pérdidas en la transición de obra gruesa a terminaciones. El clásico ejemplo que te daba recién, “no tuve grúa para hacer la pega”, hay una coordinación de que ojo, ya nos van a empezar a llegar materiales, para bajar esos materiales necesito la grúa. Confirmo la llegada de materiales, la grúa la ocupo desde las 8 a las 11 de la mañana para tirar materiales, el resto del día para la obra. Entonces la idea de que todos los materiales lleguen temprano para descargar materiales genera una perdida porque si no llegó, apagar el incendio. Eso, por un lado, y en la ejecución propiamente tal, perdidas se generan en obra gruesa, se me fue un camión porque no estaba coordinado, porque no estábamos listos, que tiene que ver con el tema de la planificación también. Y en terminaciones en general los retrasos más allá de pérdidas porque materiales no es tanto lo que se pierde, pero si es tiempo, que es lo que más falta en una obra, tiempo. Típico “es que no me entregaron las barandas entonces ya me atrasé una semana”, tiempo ¿Por qué? Porque no está coordinado el tema de que “oye me lo tienen que entregar el viernes” “si ningún problema” pero que me lo entreguen o decir, y eso un poco dentro de las barreras que mencionaste delante, ese es otro el tema, “ya, esta es la pega que tenemos que hacer ¿Estamos listos para el viernes? Si, si, si” todos como perrito de taxi, todos de acuerdo. Llegó el viernes “jefe no lo pude hacer porque no tenía esto, no tenía esto ni esto otro” “Oye, pero ¿Por qué no me dijiste el lunes?” Es que no tenía el lunes que para hacer esa pega cómo la tenía que hacer, con qué, con quien, cuándo, no lo tenía claro entonces, todos “si, hagámoslo” “ah buena idea, vamos a hacerlo” llega el momento de partir y no pueden. Siempre les hago un ejercicio a los viejos en general, a los capataces, al jefe de obra, así bien inocentemente “oye, vamos a partir con las cerámicas ¿Cuándo partimos?” Y todos a coro responden “el lunes partimos” Y ahí empieza la cuenta para atrás. Al jefe de obra se la hice una vez con el mejor ejemplo típico “no si el lunes partimos no hay problema” “¿Instalaste la tina? ¿Instalaste el soporte? ¿Polarizaste? ¿Hiciste esto y esto otro?” Lo que él decía que en cuatro días más íbamos a partir, sacamos la cuenta y eran 9 días. Eso, es lo que más cuesta hoy en día en esta etapa de terminaciones, que la gente que está a cargo de los procesos tenga claro que, si yo le pido para mañana, no lo va a hacer. Lo que yo les pido, para que esto funcione en el fondo es “yo te lo voy a pedir mañana” porque quiero que tú me digas “no mañana no puedo”, “mañana no puedo por esto, esto, esto y en vez de tenérselo mañana jueves se lo voy a tener el martes” y si a mí me dicen eso, “perfecto, ¿Sabes qué? ¿Tienes clarita la película? Perfecto tenlo el martes, pero tenlo el martes” Y eso es lo que cuesta, y ojo que no solo en este equipo, hoy día es la situación más real que estamos viviendo, pero en general en los equipos de trabajo eso es lo que más cuesta, que el que va a ejecutar la pega sea claro en decir “tal día” “¿Antes?” “No, imposible, tengo que hacer esto, esto, esto y esto otro” Saben hacer la pega, pero estamos como rubro tan mal acostumbrados, sabemos todos hacer la pega, lo mismo que nos pasó, sabemos todos instalar cerámicas, cómo se instalan, por donde partir, todo, pero al momento de vamos a instalar, recién ahí se piden los esquineros para el resto del edificio, pero el inicio de la faena no lo puedo terminar porque falta algo que nadie previó antes.

-La última pregunta es ¿Empezaron a aplicar el Last Planner desde un comienzo en la obra?

-No, en octubre partimos con la capacitación, esta inducción que se hizo, estábamos en el cuarto piso de obra gruesa empezando a pensar ya en terminaciones y ahí se decidió

implementar el Last Planner para tomar y enfocar más que nada lo que es terminaciones. Lo que pasa es que las terminaciones es un tema bien específico dentro en la obra, dentro de una obra de construcción, que requiere una planificación mejor, un planeamiento mejor, una programación mucho más al detalle. En cambio, obra gruesa para mí, independiente de lo que digan los instaladores que siempre dicen que son más, pero para mí son tres partidas; moldaje, fierro y hormigón. Las instalaciones tienen que estar, no puedo hormigonar si no hay instalaciones, perfecto, pero tienen que estar, van metidas dentro de esto, entonces yo coordino tres partidas. En cambio, en terminaciones, la decisión que yo tomo respecto a una partida en particular afecta para adelante a tres, cuatro, cinco partidas, y para atrás también me afecta partidas, entonces es una red de interacción de una partida con varias más que no es tan trivial como que si no tengo moldaje no tiro hormigón, entonces tiene que ver como que no tengo esto, si no tengo impermeabilizado, no puedo poner asentamiento de tina, no puedo instalar tina, no puedo instalar cerámica, entre otros. Y para atrás ¿Tengo rematado para impermeabilizar? ¿Está hecho? ¿Está resuelto? ¿Está cuadrado el baño? Una multiplicidad de factores que afectan esa partida y que esa misma partida afecta al resto. Eso es lo que no se debe, es difícil, no es en el fondo no es un tema que sea solamente acá, hasta para uno de repente es difícil detectar toda esa interacción de partidas. Yo estuve 5 años y medio como jefe de terreno en otra empresa, donde claro al final yo me peinaba en terreno, se presentaba algo y claro la experiencia te lo dice también, soluciones, yo aquí termino dando muchas soluciones que a mí no me corresponden, ese es parte de la pega del jefe de terreno, jefe de obra que ejecuten. ¿Pero esas soluciones domésticas de “¿Es que cómo vamos a hacer esto?” Claro uno tiene hartos caminos recorridos obviamente yo se las voy a dar para facilitar el tema, pero es responsabilidad de ellos el ver cómo, más que mal el jefe de obra lleva 30 años de experiencia, el jefe de terreno tiene poca experiencia, pero tiene estudios ya acabados entonces ya podría poder pensar y empezar a analizar para tomar una decisión. Lo que falta en el jefe de terreno es atreverse y el jefe de obra hace cómo que no es mi problema y que otro me lo resuelva, un poco lo que nos pasa hoy día en la obra.

- ¿Notó algún cambio entre la no implementación y cuando empezaron a hacerlo? ¿Hubo algún cambio importante o significativo?

-Si, lo que pasa es que yo venía implementando de cierta forma, algo nada que ver con el Last Planner ni mucho menos, pero venía entregando una planificación semanal de trabajo, acordada con el jefe de obra y al final “¿Qué es lo que vamos a hacer la otra semana?” Está ahí. Entonces para lo que era obra gruesa cuando partió el Last Planner, ya veníamos con un ritmo de “oye, hay que planificar la semana, hay que programar la semana” y pasaba que, yo programaba la semana, pero el resto de los que es programar, que es parte de planificar, el resto de la planificación no estaba acorde y ahí es donde se daba el efecto del perrito de taxi, “si jefe”. El tema de “oye ya, vamos a hacer esta pega” y al lunes siguiente en la evaluación, “oye ¿Por qué llegamos al 70 %?” “jefe es que nos faltaba moldaje” “pero ¿Cómo no te diste cuenta si lo vimos el lunes? ¿Por qué no saltaste al tiro el lunes con este tema?” No lo había visto, entonces ese es el tema que no, ya veníamos intentando implementar algo, insisto netamente programación. Entonces el Last Planner vino a ordenar el tema y decir “perfecto, este es el programa de la semana” y nos detuvimos en ver, “¿Algún problema para hacer la pega de la semana?” Ya fue materia de análisis, más allá de “¿Estamos todos claros?” y nadie saltaba, entonces cuando yo empezaba a preguntar “¿Qué problema tienen? ¿Van a cumplir?” “Ya si, voy a cumplir” tenían todo resuelto y ahí empezamos con el Last Planner a

ver ciertas diferencias. Hoy día si me preguntas de las experiencias cercanas en la otra obra de la que venimos este equipo para acá ¿Hay diferencias? Sí, pero no son tan significativas como lo esperaría a esta altura, y tiene que ver justamente con ese preocuparte y ese ver el origen del problema. Hoy día estamos todos pegados en el tema de “es que no me entregaron” porque nos falta todavía profundizar en el “ya perfecto, no te entregaron, pero ¿Por qué no te entregaron?” Y eso tiene que ver más allá del Last Planner, lo que decían el otro día Carlos y Pato (gerentes de la constructora), más allá del Last Planner, hacer mi pega, yo capataz si no me entregaron “oye, pero ¿Por qué no me entregaste?” Más allá de que me lo pida el Last Planner cómo ver qué restricción tuve, estoy haciendo mi pega ¿Por qué no me entregaron? ¿Por qué no hiciste la pega? Entonces ahí llego a la reunión y digo “jefe, el problema es que no me entregaron las barandas” “perfecto, ¿Y por qué?” Porque no le tuve trazo, porque no le saque las barandas, porque el motivo que sea, entonces ya vamos perfecto porque sabes por qué no te entregó y ahora resolvemos ese porqué. Que no hay barandas ¿Cómo traemos barandas? “De arriba se están desocupando” “perfecto las bajamos ¿Tienes con quién hacerlo?” “No”, por allá el problema y ya se transforma en, insisto esto es transformarse el tema de no es que no me entregaron, es oye esta es la condición por la cual derivó en que el viejo no me entregara. Eso es un poco el principal problema hoy día. Entonces esos son los cambios que no hemos logrado ver. El capataz del segundo piso, no es que tenga ningún grado de preferencia por él, pero el sí es capaz de decir “ojo, no medí ventanas porque los rasgos están malos, porque tengo desaplomo en los tabiques, porque la nivelación de piso quedó desnivelada, por el motivo que sea”, tiene la capacidad de decir, “ya revisé el segundo piso, esto es lo que hay que hacer y el tercero lo estoy revisando”, entonces él ya toma la posta de ser él el que demuestra que estoy haciendo mi pega, que estoy interesado, que tengo el claro por qué y lo estoy solucionando. Eso es lo que uno esperaría en el fondo de todos, que todos dijeran detecté el problema, detecté el origen del problema y estas son las medidas correctivas, o de frentón, tírenme un salvavidas, tengo este problema y no sé cómo resolverlo, perfecto para eso estamos, para eso está el jefe de obra, el jefe de terreno y yo para decir cómo le resolvemos el problema a Juanito Pérez que no lo tiene claro. Pero si no lo tiene claro él es como decirle o imponerle hace esto, como un robot, hace esto, hace esto, nunca piensa, eso es un poquito el problema en general, yo creo que es lo más que cuesta hoy día en implementar este sistema en general en la obra porque no estamos acostumbrados, lamentablemente, a pensar, a pararse 5 minutos y decir, claro el otro día les hacia el ejemplo “oye, listo tenemos que estar aquí trabajando (apunta lugar en programa general), si todos claros” al jefe de obra y jefe de terreno “ahí deberíamos ir ¿Qué nos falta de todo esto para llegar ahí? ¿Cuáles son los problemas de todas las faenas que tenemos que no están acá para llegar a ese punto?” Primer análisis, segundo análisis: “Estoy parado aquí (nuevamente apunta posición en programa general), oye mañana tengo que partir esta pega ¿Tengo el maestro? ¿Tengo el material? ¿Tengo cómo? ¿Tengo claro? Ah, me falta aclarar esta pega que faltó aquí ¿Cómo la voy a hacer? ¿Cómo va?” Entonces llego el momento de hacer la pega y la tengo clara. Entonces eso nos falta, pararnos de repente, y son 10 minutos ah, pararse y analizar son 10 minutos ¿A qué me refiero con 10 minutos? Me paro, veo ¿Qué tengo que hacer? ¿Cómo voy? Ya, miro para atrás ¿Qué me falta? ¿Qué problemas tienes con esto? Aquí, allá y listo. Veo para atrás y veo el por qué no voy en el plazo y cuáles son las medidas para ir en plazo o para acortar esa brecha y para adelante lo mismo ¿Qué se viene? Eso es lo que tampoco se ve y nos falta, ese análisis de pararse, mirar y ver. Esto es un apoyo (apunta programa), pero para el capataz, el jefe de obra y probablemente el jefe de terreno es un cacho, “ah ya tengo que llenar este avance” “ya ahí está lleno, se lo entregué”, pero el

análisis de la información es lo que no se hace y es lo que se dio ese día (reunión semanal de Last Planner), yo pesqué, lo que pasa es que yo ya tenía claro el tema del yeso que se iba a disparar en algún momento, se los anuncié hace 3 semanas, así que tome el promedio de trabajo de las últimas 3 semanas entonces qué medidas estamos tomando, el yeso ya se nos disparó y nos frenó arriba, las partidas que vienen se quedaron por acá abajo y no estamos funcionando, yo no quiero, en mi interna, bajar el rendimiento del yeso porque estoy atrasado y tengo que avanzar no le quiero bajar el rendimiento al yeso, entonces obviamente eso es lo Carlos cuestionaba de cierta manera, ya pero por qué no hacemos la revisión en vez de parar, de qué nos falta para hacer esta pega ¡2 trazadores! Tráiganlos para acá ¡3 jornales! ¡Carpinteros! Estoy desocupando arriba, bajemos desde allá, redistribuir a la gente y decir ya ¿Sabes qué? Con esta estructura de trabajo, con estos viejos, con esta gente las pegas que son previas al yeso, una partida crítica, voy a ir al mismo ritmo del yeso, entonces para arriba le voy entregando cancha al yesero para que termine. Listo, resolví el problema. A la inversa, como hago para atrás para ir al mismo ritmo del yeso ¿Tengo claro todo? Si, esta todo claro. Necesito gente para esto, para esto y para esto, venga gente para acá hagan esta pega y listo. Trabajamos a un ritmo mayor hoy día del que nos pide el programa porque estamos atrasados y lo que más a mi más me da lata, un poco por lo que no estaba de acuerdo con Carlos, podemos hacerlo ¿Por qué tenemos que pararnos para hacerlo siendo que hoy día tenemos que tomar las medidas correctivas para hacerlo? Y eso tiene que ser un análisis de ver ¿Qué nos está faltando para hacerlo? Y hoy día, nadie lo ha hecho. Se decía, el caso típico hoy día, nos desgastamos dos semanas con gente trabajando después de la hora, bien apretados, bien acelerados haciendo aseo, hicimos aseo hasta el piso 7, dos semanas atrás dejamos impecable hasta el piso 7, nada que decir, impecable. De ahí no nos hemos quedado ningún día, el piso 8 y el piso 9 están iguales o peores que los pisos de abajo y no está el jefe de obra o el jefe de terreno para decir “oye ¿Dejemos mañana un equipito de viejos para que haga aseo? Ya, lo hicimos la otra vez, no es la idea, pero lo tenemos que hacer así que dejemos un equipo de gente para que haga aseo” Eso no lo hacen, entonces tengo que yo decirles a Juanito, Pedrito más estos 3 de acá quédense y hagan aseo en el piso. Yo tendría que hacerlo y decirles “¿Sabes qué? Ya que su capataz, su jefe de obra y su jefe de terreno no son capaces de coordinarlos, vengan para acá, yo los voy a coordinar, háganme esta pega a mí” Pero eso que me hacen la pega a mí, me obedecen a mí y eso significa que los 3 personajes que están jerárquicamente entre el viejo y yo no están haciendo la pega. Entonces eso es lo que falta, y eso tiene mucho que ver también con el Last Planner el cómo me programo con eso ¿Lo tengo considerado como restricción? Cuando estamos en la reunión no hay restricciones, como ese día “¿Arriba tenemos clarito toda la estructura, para cerrar arriba y todo el cuento?” “¡Si!” Casi a coro, si no hay problema, listo. Basta una pregunta “¿Oye, las modificaciones de cálculo están acorde con los planos?” “Ah es que las tenemos que revisar” “Entonces ¿En qué quedamos? ¿Hay o no hay restricción?” Ese es el tema, entonces ¿Es una buena herramienta el Last Planner? Sí, es una buena herramienta ¿Necesita quebrar muchos paradigmas que tiene la gente en la construcción? Si que lo necesita ¿Es más pega? Si yo lo tomo como un cacho “Ya me están pasando otra pega más”, “ya tengo que llenar todas estas planillas y estas cuestiones” es un cacho, pero si lo tomo del punto de vista “oye, según el Last Planner tengo esto, en 6 semanas hago esto” si lo ocupo como la herramienta que es deja de ser un cacho y es todo lo contrario, se transforma en mi aliado para hacer bien mi pega. Es quebrar un poco el paradigma, no es más pega, es aliviarte la pega. Al principio te va a costar el doble, pero el día que termines vas a volar. Todos estos cambios que generamos hoy día acá en la obra son para ellos. Conversaba el otro día con mi jefe de obra “oye, si tu



aprendes bien este sistema aquí, el día de mañana vas a trabajar en otro lado, donde sea, con otro administrador de obra de esta misma constructora, te cambias de constructora. A los capataces les digo “vas a llegar con una herramienta, vas a marcar presencia, si en la otra obra no aplican el Last Planner, no trabajan con el Last Planner, pero tú vas a tener en el ADN el Last Planner, te van a programar faenas y me acuerdo del Last Planner ¿Qué me pedía el Last Planner? Si me acostumbro a trabajarlo ya sale solo. Ya, voy a instalar cerámicas ¿Tengo la cerámica? ¿Tengo el esquinero? ¿Tengo el separador? ¿Tengo el pegamento? ¿Con quién vamos a trabajar? ¿Está lista la cancha, la condición?” Entonces va a ser un aporte para el resto, va a salir bien parado con alguien desconocido “ya, este viejo es bueno, este viejo se la puede, este piensa” y sube, en cambio si piensan que es un cacho y todo el cuento ahí, puedes ser bueno, malo, regular, como seas, pero te vas a mantener siempre ahí. No vas a tener muchas alternativas de crecer, aquí el que crece es el que está metido y se preocupa de la pega. Aquí el capataz del segundo piso, después de esto, en una obra más irá a estar como capataz, después está claro que va para jefe de terreno y hoy día si tú me preguntas en una proyección de aquí a un año, probablemente sea más que el jefe de terreno que tengo. No sé, no lo conozco en obra gruesa, pero en terminaciones lo que me ha demostrado hoy día acá, el tipo funciona, sabe, sabe lo que hay que hacer, sabe la pega, en el momento de imponerse, de imponer sus términos, el tipo es capaz de hacerlo. Entonces eso es un poco lo que uno busca al final, lo que uno busca es alguien que afuera te alivie la pega, no te dé más pega, ya suficiente tengo con estar sentado aquí en el computador haciendo estados de pago, que hay que cerrar contratos, ya estoy chato con eso, hay que hacerlo obviamente, es mi pega, pero no sobrecarguemos de pega en terreno, no sobrecarguemos de pega con seguridad, yo no puedo tener que decirle al jefe de terreno que falta una baranda, e insisto esto tiene que ver también con el Last Planner, no agarrarlo como una herramienta que es, decir que una restricción para hacer la pega es que tengo que tener barandas, por lo que tengo que pescar a un viejito, dos carpinteros para que instalen la baranda y ahí, lo que yo planifiqué para hacer la pega lo tengo cubierto, porque una de las condiciones que me impide hacer la pega ya lo saqué. Entonces eso es lo que no se logra conjugar bien. Como te digo es un tema que obviamente no es de un día para otro, no es de la noche a la mañana, pero cuesta de repente, es un poco frustrante no ver esos avances más rápidos con algo que uno dice que está de cajón, hay que hacerlo. Con respecto a las pérdidas, esa es la otra gran pérdida que genera una mala planificación, el tema de hacer la pega dos veces, a lo mejor un viejo hace un departamento completo con el yeso, le faltaron solo dos remates, perfecto esos dos remates, si me demoré un día en el departamento, una hora le van a tomar, pero si empiezo a considerar que el viejo está dos pisos más arriba, tiene que cambiarse para abajo, es decir el viejo no se va a cambiar antes de las 8 para abajo o en horario de colación, va a ocupar horario de faena, por lo bajo una hora entre que llegó para arriba, fue a buscar el tarro, lo dejó abajo, fue a instalar el banquillo y se puso a conversar con el viejo que le comentó algo y es una hora perdida, más una hora de pega y devolverse para arriba y va a estar media hora esperando porque va a decir que no tiene material, que no le han llevado el yeso para hacer la pega, entonces al final se pierde 3 veces lo que se va a demorar en hacer esa pega el viejo al tiro. Esa es la gran pérdida que se genera en terminaciones, y eso es lo otro, que nadie ve en el fondo, en terreno nadie ve, porque para el capataz y el jefe de obra ellos se demoran media hora en hacer esa pega, que por el motivo que sea se transforman en 3 horas, a pesar de que, realmente en hacer la pega se demora media hora. El que puede detenerse y hacer un breve análisis es el que va a surgir, para poder determinar de dónde vienen los problemas, no cuales son los efectos. Yo te aseguro que de aquí a 5 años más el Last Planner va a ser un

tema, y el que no cacha se va a quedar atrás. Cuesta harto lo que es el pensar, yo funciono bien con alguien que se me pare al frente y me diga que las cosas no son como las digo yo, caso contrario si yo estoy equivocado, sonamos todos. En esta pega no hay culpables, hay responsables de hacer la pega y de dar soluciones en caso de equivocarse.

## A.2. Entrevista a Sandra Becerra, Edificio Hurtado de Mendoza (La Florida)

- ¿Ha tenido experiencia previa con el Last Planner?

- Si, en esta empresa constructora ya esta es la tercera obra que lo veo.

-En esta obra en particular ¿Comenzaron desde un comienzo a implementar el sistema?

-Si, partimos desde el principio de la obra

- ¿Cuál es su apreciación al respecto?

- Mira, en general encuentro que es un programa que te guía muchísimo y aporta mucho a aterrizar a donde estamos. La gente en obra le cuesta mucho pensar más allá de 15 días, si yo tengo suerte piensan en una semana y les cuesta mucho visualizarse en un mes más, en lo que viene. Para ellos terminar la obra es algo que está por allá adelante, como que casi no existe. Entonces el sistema ayuda mucho a eso, las fechas, las próximas 6 semanas, todo eso que tiene ayuda. Ahora al final de la reunión yo les dije sobre la pasta de muro, que en un mes la tienen que colocar y no tienen dónde, entonces eso ayuda mucho, creo que es una de las mejores virtudes del programa es esa. Que aterriza un poco a la gente que es la que planifica a posicionarse y a pararse donde están y en mirar hacia donde van, en agarrar a todas las ovejas y tirarlas para adelante, porque si no a cada uno se le ocurre algo, entonces esa creo que es su mayor virtud. Y si pensamos en un defecto, creo que hay que sacarle más provecho a la entrega de la información, nosotros no lo vemos ahí en la reunión misma, pero todos estos gráficos de torta y de barras que tiene donde tú ves las causas de no cumplimiento y todo, creo que ahí hay que darle un énfasis y tratar de ubicarlo de manera que sea más provechoso para nosotros como obra. Yo eso lo veo solita aquí y miro lo que está fallando, pero cuesta un poco manejarlo y que la gente logre entender para donde va uno con eso, como que eso no está enfocado a la gente de terreno y a lo mejor habría que mejorar para ver cómo podemos hacer que ellos participen en esto porque, yo lo veo así, si ellos no se dan cuenta que repente por ejemplo, hay un chico que yo molesto que él siempre tiene la culpa, siempre el moldaje tiene la culpa, aquí no son capaces de mirar un poco más allá, siempre el moldaje tiene la culpa y tu miras esas causas de no cumplimiento y el moldaje ha sido el peor contratista y si yo lo huelo, no es el peor contratista, él no es el malo. De hecho, saca cosas super apuradas pero el tipo es super callado, por lo tanto, si a él le echan la culpa y el tipo no se defiende ni por si acaso, así como que le da lo mismo. Entonces eso te lo arrojan las causas de no cumplimiento, los gráficos de torta y todo, pero no es la realidad, entonces como que siento que ahí hay que sacarle un poco más de punta al lápiz.

- Con respecto a eso, me llamó la atención en la reunión que, a la hora de buscar restricciones, si bien hay algunas causas de no cumplimiento, eché de menos el preguntarse los por qué, apuntaban a alguien, pero vi muchas cosas que tenían puesta para cierta fecha y que las corrieron para una semana más sin cuestionamiento alguno ¿Qué pasa con eso?

- A mí eso me molesta y es una deformación de esta obra, que estuve mucho rato el aguantándome el discutir y finalmente, por eso los agarré así (hace referencia a que al final de la reunión le pidió al equipo principal que fuera más serios con los compromisos que toman), dije que si yo me pongo a retarlos por eso se van a bloquear, en este minuto mi jefe de terreno está super bloqueado, le está quedando grande, se le está arrancando todo y si el pierde la calma me va a quedar la escoba, entonces en un minuto dije los voy a empezar a retar uno a uno por cada una de las cosas que posponen tan fácil de que si no las cumplen hoy las cumplen mañana, dije no, si yo les empiezo a dar así que están partiendo, no van a llegar bien a agosto (fecha de entrega final) entonces, respire profundo mientras ellos hablan ahí, yo estoy pensando otras cosas y dije no, mejor los dejo al final, trato de alentarlos, darles un plazo para organizar, que fue lo que hice al darles 2 semanas, y de aquí a 2 semanas si no reaccionan van a andar a punta de retos. Por eso cambie, en el minuto cambie y actué de esa manera, porque no puede para ellos ser tan simple lo que a ti te llamo la atención, no puede ser tan simple que “ah no cumplí lo hago la otra semana” porque eso significa atrasarse en un montón de partidas, pero no están organizándose, entonces el problema de trasfondo de todo eso es que no se organizan y no piensan en lo que tienen que hacer, mira tú te diste cuenta, ellos todo es la otra semana, todo es el otro martes (reuniones semanales son los días martes) pero no calculan todas las cosas que se comprometieron a hacer para el otro martes y cuando les pasan eso escrito, no se sientan a decir “a ver, yo me comprometí a esto, a esto y a esto, tengo a este viejo y a este viejo, no alcanzo” porque si no ahí se equivocan una semana y a la otra ya lo traen más o menos pensado, no para ellos es super fácil, la otra semana, la otra semana, la otra semana y yo cuando empiezo “ ¿Cómo lo van a hacer?” ahí como que comienzan a atinar, pero no sé, en el minuto dije que si los empiezo a tratar así no van a llegar al final, y tampoco tengo 20 equipos acá y 20 equipos allá para cambiarlos, entonces hay que avanzar con lo que tienes.

- ¿Cuáles son las principales barreras o impedimentos para implementar el Last Planner?

- Mira, yo creo que lo más difícil para aplicar el Last Planner en una obra es la honestidad, la gente tiene que ser honesta, yo no tengo que sentirme culpable porque no logré hacer algo y andar buscando a otro que no sea yo y tratar de descartarme, entonces creo que lo más difícil para poder aplicar el Last Planner y sacarle el provecho a concho es la honestidad. Como tratas con un capataz, como tratas con un jefe de obra, con un jefe de terreno, si ellos no son honestos en sus causas de no cumplimiento o en sus restricciones, el Last Planner no va a funcionar nunca, no va a funcionar, parte de la honestidad. A mí me ha pasado en implementarlo en lugares donde yo no estaba administrando y soy uno de ellos, y a mi administrador le importa un soberano pepino lo que yo diga o lo que yo haga, si yo programé o no programé o si lo hice o no lo hice, yo miro así y digo “pucha que lata, nadie te está revisando y aportando el otro lado” entonces uno de repente intenta ser honesto pero te falta visión, necesitas que alguien mire desde la vereda de al frente, y eso es como una de las cosas más difíciles para implementar.

-Su experiencia entonces ¿Ha sido positiva?

-Si, es mucho más positiva que negativa, sino no la tendríamos todavía. Siempre ha sido positiva, nos ha ayudado harto a aterrizar situaciones.

- ¿Conoce alguna otra herramienta del Lean Construction?

- No, yo solo he trabajado con Last Planner.

### A.3. Entrevista a Matías Zúñiga, Obra Nogales Sante Elena (Colina)

- ¿Conoces el Lean Construction? ¿Lo habías trabajado antes?

- Solamente en la universidad, en obra no, pero en la universidad me enseñaron, toda la parte teórica fue en la universidad.

- ¿Cómo ha sido la experiencia aplicando el Last Planner?

- Nosotros acá lo tiramos como piloto en la etapa de allá (apunta a un sector de la obra) que ya estamos terminando, y ahora acá (apunta al sector donde se encuentran trabajando actualmente) ya empezó con fuerza, y bien. Pero al principio costó básicamente. A ver mi experiencia personal es que en obra gruesa es más fácil que en terminaciones, porque en obra gruesa es binario, tu hormigonas losa o no hormigonas losa, o está o no está, en cambio allá tú puedes tener, no sé por ejemplo quieres empastar una casa, pero la casa no tiene las condiciones. Un ejemplo puntual: cornisa, la cornisa puede estar un 90 % y el capataz te puede decir que la instaló al 100 %, pero ese retraso, esa parte que no se hizo el capataz lo puede poner que lo hizo todo pero ese retraso te puede generar problemas para la pasta y para todo lo que viene después, entonces va de la mano mucho con la cultura que uno tiene que darle al capataz, porque si el no entiende que ese 10 % es crucial, te va a empezar a generar problemas para el futuro, cuando vas a ver que la casa en su segunda mano de esmalte no se hizo por el problema original, que esa es la gracia que tiene el sistema. Eso es lo que me ha costado básicamente, acá en obra gruesa no he tenido problemas porque como te digo es binario, se hormigonó o no se hormigonó, está hecho o no está hecho, en cambio acá (terminaciones) es más complicado pillarlo, y eso va de la mano netamente con la cultura de construcción que se está implementado.

- En esa misma línea ¿Cuáles crees tú que son las principales barreras para poder implementar el LPS?

- La principal barrera es la mentalidad de que aquí están acostumbrados a trabajar de una forma y de que este sistema lo hicieron los chinos (japoneses), y los chinos tienen otra forma de trabajar, son metódicos, son binarios, en cambio acá la mentalidad es la que juega en contra y con lo que he estado luchando, de que me dicen que está lista la casa, pero le falta un poco y por ese poco no está lista, no está al 100. Entonces eso es más que nada la barrera, en cambio sí me dicen que no está lista yo no sigo programando más cosas a futuro,

ellos son los que están en terreno.

- ¿Habías trabajado sin el sistema antes?

- Yo estuve con un sistema propio, que era de por medio de carpetas e iba viendo el avance así, en cambio acá es distinto. Por ejemplo yo a la Luna (Ingeniera CDT de la obra) le pedí que arreglara un poco la planilla porque la curva S que muestra es mentirosa, porque solamente es un número que si yo tengo cierto porcentaje de avance estoy sobre y si no estoy bajo, pero no me está indicando con respecto a la ruta crítica, por ejemplo yo puedo estar con semanas de adelanto (muestra que tiene un adelanto de 1.6 semanas) pero yo la ruta crítica ya la corté, que es lo importante (Muestra que tiene varias partidas adelantadas, pero algunas que están retrasadas que son parte de la ruta crítica, por lo tanto en realidad están retrasados), entonces es como mentiroso. El sistema funciona, lo bueno que tiene esto es que todos saben para dónde va el buque, lo importante es que tanto el gerente como el jornal sepan lo que hay que hacer, lo que pasa es que de repente tienes viejos que está dando vueltas y tú les preguntas qué tienen que hacer y no saben, entonces lo importante acá es que en la reunión se transmite al terreno entonces es todo el conducto regular, pero funciona.

- ¿Los capacitaron para la implementación? ¿Qué te pareció la capacitación?

- La capacitación la encontré bien, no tuve ningún problema, hubo hartito apoyo, se respondieron todas las dudas. Nada que decir.

- ¿En qué actividades piensas que se generan las mayores pérdidas?

- Yo personalmente lo veo en malas planificaciones, como te digo si nosotros siguiéramos realmente como es este sistema de hacer una planificación a corto, mediano y largo plazo, tú buscas y minimizas todos los errores entonces cuando tú haces una buena planificación y a conciencia de lo que tienes que hacer, bajas toda la cantidad de pérdidas tanto en tiempo como en costos. Porque por ejemplo si acá los capataces se dieran el tiempo de hacer planificaciones todos los días y no venir acá a ver. Es distinto cuando tu planificas de un día para otro lo que vas a hacer versus llegar al trabajo a planificar, pierdes toda la mañana y en esa mañana ya se están ejecutando cosas. Entonces esa es una barrera, y eso va con la mente, eso ya depende de cada persona y aquí todas estas personas son de la vieja escuela, entonces hacer cambiar eso de la vieja escuela de que llevan 20 años construyendo de una manera, pero llevan 20 años construyendo mal entonces eso es algo que cuesta cambiar, la mentalidad, por eso los chinos están donde están, es por eso porque son personas disciplinadas.

- Sobre la llegada de materiales ¿Tiene problemas con ellos?

- Depende del bodeguero, si es un bodeguero dejado van a haber problemas, pero independiente del bodeguero o no, nosotros no hemos tenido problemas, solamente en una ocasión no llegó un material que atrasó toda la ruta crítica, pero no fue un problema de nosotros, fue un problema del proveedor, pero nosotros nos anticipamos. Lo que pasa es que nosotros estamos siguiendo el programa y estamos viendo las partidas para un mes y medio más, lo que es la planificación a mediano plazo, la planificación intermedia. Entonces lo que hacemos es cuando estamos en las reuniones revisamos partida por partida si es que tenemos los materiales, los hombres, todas las cosas para saber si tendremos en un mes y medio más el material.

Entonces yo les digo “en un mes y medio más vamos a ver las cerchas ¿Cómo estamos con eso?” Ya se pidieron los materiales, entonces ya nos estamos adelantando a la jugada. Yo personalmente creo en esto, creo en el tema de la disciplina, porque esto es disciplina, entonces mientras más te ciñes a esto, mientras más riguroso eres, mejor vas a andar. Los problemas están, en la construcción siempre vas a tener problemas, pero aquí la gracia es que puedes preverlos.

- ¿Cómo es la capacidad analítica del equipo?

- Hemos estado aprendiendo todos, pero yo creo personalmente que bien porque ya nos estamos adelantando. Aquí la reunión funciona con que yo pregunto y el capataz me responde y me valida el jefe de obra, entonces estamos los 3, el capataz, yo y el jefe de obra estamos en línea, entonces si el capataz por ejemplo, me compromete que va realizar el ripio en 5 casas y se ejecutaron en 5, entonces si él me dice 5 el jefe de obra le dice que si están bien 5, estamos bien y no deberíamos tener problemas, ahora acá hubo una baja y tenemos que revisarlo ahora en la reunión, pero probablemente sea por un contratista que anda guateando con gente. Ese tipo de cosas no las puedes prever. Pero si hay capacidad analítica, el jefe de obra que está acá, tenemos 2 jefes de obra que uno es más viejito y otro que es más nuevo, pero los 2 andan comprometidos con esto, entonces lo importante es que como yo no estoy en terreno ellos saben cómo son los rendimientos, entonces si un capataz compromete 5, el jefe de terreno le dice que comprometa 6 dado que pueden hacer 6, entonces lo aprieta, cosa que yo no puedo hacer porque no estoy en terreno. Entonces encuentro que si hay un compromiso y una buena capacidad analítica.

- Sobre el orden y limpieza ¿Es factor de preocupación?

- Si, o sea es para nosotros lo principal, uno para minimizar accidentes y lo otro es para poder ver bien las pegas. Una obra ordenada es una obra segura donde se puede visualizar mejor el avance, entonces si tú tienes una obra, en caso de terminaciones, si tú tienes una casa que la tienes bien, pero llena de basura, tu no visualizas bien el avance, se ve una casa sucia, se ve que no está avanzado. En el caso de obra gruesa es lo mismo, si tienes basura por todos lados no se visualiza bien, entonces por esos dos lados, seguridad y avance, y que también que te entorpece avanzar más, porque a veces no puedes avanzar más porque donde quieres depositar material está lleno de basura, entonces entorpece el avance también.