

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**"PROPUESTA DE SISTEMA DE MEJORA CONTINUA PARA
FACILITAR LA MADUREZ DEL LAST PLANNER SYSTEM
DURANTE LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO"**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

JOSE FERNANDO PEREZ APAZA

ASESOR

ING. LUIS ALFREDO COLONIO GARCÍA

LIMA– PERÚ

2021

© 2020, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados.

“El autor autoriza a la UNI a reproducir la tesis en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos”.

Jose Fernando Perez Apaza

Email: jfperez@uni.pe

Celular: 971 634 063

A Dios, a mi familia, mi padre Juan Perez, mi madre Marielena Apaza, a mis hermanos Juan Diego y Jose Antonio, a mi novia Dora Yuján, al grupo LEAN UNI, y a mis maestros que me enseñaron y motivaron.

AGRADECIMIENTOS

A mi padre, por el ejemplo, enseñanzas y consejos, primando siempre el amor a la familia y el bienestar en conjunto.

A mi madre, por ser la persona que siempre me impulsó a ser mejor, por su gran preocupación, amor y cariño para con la familia.

A mi hermano Diego y Jose Antonio, por las risas y el gran cariño que nos tenemos.

A Dora, mi novia, por tu comprensión, paciencia, sonrisas y los hermosos momentos compartidos.

A la UNI, por darme la oportunidad de conocer a grandes maestros, colegas y amigos, que contribuyeron en mi formación.

Al grupo Lean UNI, que me introdujo en el mundo de la gestión de proyectos de construcción.

ÍNDICE

RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
PRÓLOGO	12
LISTA DE TABLAS.....	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE SIGLAS.....	19
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	20
1.1 GENERALIDADES.....	20
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	22
1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	22
1.3.1 Objetivo general	22
1.1.1 Objetivos específicos.....	22
1.3.2 Hipótesis.....	22
1.4 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	23
CAPÍTULO II: CONCEPTOS FUNDAMENTALES.....	25
2.1 LEAN CONSTRUCTION.....	25
2.1.1 Filosofía Lean	25
2.1.2 Lean construction	26
2.1.3 La filosofía Lean construction en la planificación y control de la producción en la construcción.....	26
2.2 LAST PLANNER SYSTEM (LPS)	27
2.2.1 Principios del Last Planner System	29
2.2.2 Componentes del Last Planner System	30
2.2.2.1 Planificación a largo plazo: planificación inicial / programación maestra 31	
2.2.2.2 Planificación a largo plazo: programación de fases	32
2.2.2.3 Planificación a medio plazo: planificación anticipada.....	33

2.2.2.4	Planificación a corto plazo: planificación de compromiso / planes de trabajo semanales	34
2.2.3	Herramientas y métodos del Last Planner System.....	37
2.2.4	Medidas y mejora continua.....	37
2.3	IMPLEMENTACIÓN DE LAST PLANNER SYSTEM	38
2.3.1	Implementación de las prácticas del Last Planner System	38
2.3.2	Factores de éxito en la implementación del Last Planner System	39
2.3.3	Beneficios de la implementación del Last Planner System	40
2.3.4	Desafíos en la implementación del Last Planner System.....	40
2.3.5	Marco para la implementación del Last Planner System	41
2.3.5.1	Implementación antes del inicio del proyecto	41
2.3.5.2	Implementación durante la ejecución del proyecto	42
2.4	MADUREZ DEL LAST PLANNER SYSTEM.....	43
2.4.1	Concepto de madurez	43
2.4.1.1	Madurez e inmadurez de una organización de construcción	44
2.4.2	Modelo de madurez.....	44
2.4.3	Aplicación de modelos de madurez.....	45
2.4.3.1	Procedimiento para la evaluación de la madurez en organizaciones de servicio	45
2.4.3.2	Metodología de evaluación SCAMPI.....	46
2.4.3.3	Procedimiento para la aplicación del modelo de madurez PEMM	46
2.4.4	Medidas de madurez del Last Planner System	47
2.4.4.1	Modelo de madurez – Lean Construction Institute	47
2.4.4.2	Modelo de madurez Last Planner System – Lean Construction Institute (LPS – LCI).....	49
2.4.4.3	Guía de Planning Best Practice.....	50
2.5	TOYOTA KATA (TK).....	51
2.5.1	Kata de Mejora	52

2.5.1.1	Comprender la dirección / desafío.....	53
2.5.1.2	Comprender la condición actual del proceso	53
2.5.1.3	Establecer la siguiente condición objetivo	53
2.5.1.4	Experimente hacia la condición objetivo.....	53
2.5.2	Kata de entrenamiento	54
CAPÍTULO III. PROPUESTA DE SISTEMA DE MEJORA CONTINUA PARA FACILITAR LA MADUREZ DEL LAST PLANNER SYSTEM (LPS) DURANTE LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO.		58
3.1	SISTEMA PROPUESTO.....	58
3.1.1	Fase de planificación del desarrollo de la madurez del LPS.....	60
3.1.1.1	Paso 1: Entender la visión y el desafío.	60
3.1.1.2	Paso 2: Comprender la condición actual.....	61
3.1.1.3	Paso 3: Comprender la condición objetivo	62
3.1.2	Fase de ejecución del desarrollo de la madurez del LPS.....	63
3.1.2.1	Paso 4: Experimentar hacia la condición objetivo	63
3.1.3	Consideraciones previas a la aplicación del sistema	65
CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN		66
4.1	CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	66
4.1.1	Empresa Ejecutora	67
4.1.2	Organigrama del proyecto de construcción	67
4.1.2.1	Datos generales del proyecto	68
4.2	ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	70
4.2.1	Etapa de estructuras	70
4.2.2	Estado del proyecto antes de la implementación.	71
CAPÍTULO V. IMPLEMENTACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM		74
5.1	CONSIDERACIONES PREVIAS A LA APLICACIÓN DEL SISTEMA ..	74
5.1.1	Equipo	75
5.1.2	Big room	75

5.2	FASE DE PLANIFICACIÓN DE LA MADUREZ DEL LPS	77
5.2.1	Paso 1: Entender la visión y el desafío.	77
5.2.2	Paso 2: Comprender la condición actual	77
5.2.3	Paso 3: Comprender la condición objetivo	79
5.2.3.1	Condición objetivo 1	80
5.2.3.2	Condición objetivo 2	81
5.2.3.3	Condición objetivo 3	81
5.2.3.4	Condición objetivo 4	82
5.3	FASE DE EJECUCIÓN DE LA MADUREZ DEL LPS	82
5.3.1	Paso 4: Experimentar hacia la condición objetivo	82
5.3.1.1	Condición objetivo 1	83
5.3.1.2	Condición objetivo 2	88
5.3.1.3	Condición objetivo 3	103
5.3.1.4	Condición final alcanzada.....	115
	CAPÍTULO VI. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	116
6.1	NIVEL DE MADUREZ DEL LPS	116
6.2	INDICADORES DE GESTIÓN	119
6.2.1	Liberación de restricciones (PCR)	119
6.3	INDICADORES DE DESEMPEÑO	120
6.3.1	Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)	120
6.3.2	Evolución del cumplimiento de programa.....	122
6.3.3	Causas de no Cumplimiento (CNC)	122
6.4	Evaluación de problemática, objetivos e hipótesis.....	123
	CONCLUSIONES	125
	RECOMENDACIONES	127
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	128
	ANEXOS	133

ANEXO N°1: Modelo de madurez de LCI Lean IPD – LPS	134
ANEXO N°2: Formato Storyboard – Madurez LPS-LCI – Toyota Kata	141
ANEXO N°3: Plan de capacitaciones.....	142

RESUMEN

El uso de un sistema de producción en obras de construcción como el Last Planner System (LPS) es crucial para la competitividad de las empresas constructoras. Si bien las investigaciones reconocen su creciente adopción en empresas constructoras, también reconocen que el LPS no es aplicada de una manera holística y tiende a ser cortoplacista, reduciendo la capacidad que realmente tiene.

La presente investigación tiene por objetivo proponer un sistema de mejora continua que facilite la madurez de todos los componentes del LPS, y de esta forma lograr su aplicación holística.

Para lograr el objetivo, a partir de una revisión bibliográfica se propuso un sistema basado en el modelo de madurez del LPS propuesto por el Lean Construction Institute (LPS – LCI) y el enfoque Toyota Kata (TK) descrito por Myke Rother. La evaluación del sistema propuesto se dio en un caso de estudio, durante la etapa de estructuras del proyecto “Coliseo Municipal de San Antonio de Putina”.

Para el análisis de resultados, en cuanto a la implementación de los elementos del LPS-LCI se comparó los resultados obtenidos de la aplicación del sistema propuesto, con casos de estudio recopilados de la bibliografía sobre la implementación de los elementos del LPS. La interpretación de los resultados demuestran la madurez en cada uno de los elementos del LPS-LCI. En cuanto a los indicadores de gestión y desempeño los resultados demuestran mejoras en la planificación y el cronograma, durante la implementación del LPS.

Considerando el nivel de madurez del LPS – LCI alcanzado en la investigación, los indicadores de gestión y el desempeño del proyecto es posible concluir que el “Sistema de mejora continua para facilitar la madurez del Last Planner System”, permite una implementación holística del LPS, superando de esta manera la problemática identificada en la investigación

La investigación permitió al investigador aprender y conocer en profundidad la metodología Last Planner System, y la importancia de aplicar todos sus componentes. Se recomienda investigar la aplicación del sistema propuesto en otros modelos de madurez.

ABSTRACT

The use of a production system on construction sites such as the Last Planner System (LPS) is crucial for the competitiveness of construction companies. While research recognizes its increasing adoption in construction companies, it also recognizes that LPS is not applied in a holistic way and tends to be short-term, reducing the capacity it really has.

The objective of this research is to propose a system of continuous improvement that facilitates the maturity of all the components of the LPS, and thus achieve its holistic application.

To achieve the objective, a system based on the LPS maturity model proposed by the Lean Construction Institute (LPS - LCI) and the Toyota Kata (TK) approach described by Myke Rother was proposed based on a bibliographic review. The evaluation of the proposed system took place in a case study, during the structural stage of the "Municipal Coliseum of San Antonio de Putina" project.

For the analysis of results, regarding the implementation of the LPS-LCI elements, the results obtained from the application of the proposed system were compared with case studies collected from the bibliography on the implementation of the LPS elements. The interpretation of the results shows the maturity in each of the elements of the LPS-LCI. Regarding the management and performance indicators, the results show improvements in planning and schedule, during the implementation of the LPS.

Considering the level of maturity of the LPS - LCI reached in the research, the management indicators and the performance of the project, it is possible to conclude that the "Continuous improvement system to facilitate the maturity of the Last Planner System" allows a holistic implementation of the LPS, thus overcoming the problems identified in the research

The research allowed the researcher to learn and know in depth the Last Planner System methodology, and the importance of applying all its components. It is recommended to investigate the application of the proposed system in other maturity models.

PRÓLOGO

En estos últimos años la competitividad en la industria de la construcción ha obligado a las empresas constructoras a implementar nuevas metodologías y herramientas que reduzcan los costos y aseguren el tiempo de entrega en sus proyectos. Una de las herramientas más recomendadas es el Last Planner System (LPS), sin embargo, no se está implementando adecuadamente, pasando desapercibido su impacto en los proyectos.

Considerando ello, la presente investigación plantea un sistema de mejora continua que garantiza que todos los elementos del Last Planner System sean implementados, además de lograr su madurez y así aprovechar al máximo el potencial que tiene esta herramienta.

El sistema propuesto aplica mejoras basadas en el Toyota Kata y el modelo de madurez del Last Planner System – Lean Construction Institute. Se ha observado que uno de los defectos de los modelos de madurez es su uso, reduciéndose a una mera herramienta de evaluación para definir planes de acción a largo plazo, además, que muchas de las acciones planeadas no son las adecuadas y al llegar a una segunda evaluación de madurez, no se alcanza el objetivo y las causas que no permitieron llegar al objetivo no son detectadas y no aportan en el siguiente plan de acción. Al introducir el enfoque de Toyota Kata en los modelos de madurez se logra eliminar este gran defecto, pues los planes de acción son de corto plazo y de aprendizaje que permiten mejoras en los siguientes planes de acción, que garantizarán que los objetivos sean cumplidos.

Los resultados de aplicar el sistema de mejora continua para facilitar la madurez del Last Planner System son alentadores, pues logran la verdadera implementación del Last Planner System la cual es holística y no parcial, y solo así se asegura la capacidad del sistema para cumplir con el ahorro en tiempo y costo.

Mgs. Ing. Luis Alfredo Colonio García

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla N°2.1 Los 5 principios Lean	26
Tabla N°2.2 Los 15 principios de la Lean construction	27
Tabla N°2.3 Principios del LPS	29
Tabla N°2.4 Métodos y herramientas del LPS	37
Tabla N°2.5 Grado de implementación de los componentes del LPS	38
Tabla N°2.6 Implementación de elementos del LPS en 57 casos	39
Tabla N°2.7 Factores éxito en la implementación del LPS en 57 casos	39
Tabla N°2.8 Beneficios de la implementación del LPS en 57 casos	40
Tabla N°2.9 Desafíos en la implementación del LPS en 57 casos	41
Tabla N°2.10 Metodología de evaluación SCAMPI.....	46
Tabla N°2.11 Niveles de madurez del LPS – LCI	48
Tabla N°2.12 Elementos evaluados en la madurez del LPS – LCI	50
Tabla N°2.13 Componentes del Planning Best Practices (PBP).....	50
Tabla N°2.14 Las 5 preguntas para Kata de Entrenamiento.....	56
Tabla N°3.1 Guía para determinar el grado de madurez	62
Tabla N°4.1 Los 7 item según cronograma.....	68
Tabla N°4.2 Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud	68
Tabla N°4.3 Estructuras	68
Tabla N°4.4 Arquitectura.	68
Tabla N°4.5 Instalaciones sanitarias	69
Tabla N°4.6 Instalaciones eléctricas y mecánicas	69
Tabla N°4.7 Estructuras metálicas y cobertura	69
Tabla N°4.8 Obras exteriores	70
Tabla N°4.9 Estructuras metálicas y cobertura	70

Tabla N°4.10 Resumen de estado actual de la obra.....	72
Tabla N° 5.1 Cargo y roles del equipo de mejora	75
Tabla N°5.2 Condición actual N°1	78
Tabla N°5.3 Nivel de elementos del LPS definidos en cada condición objetivo..	79
Tabla N°6.1 Codificación de las CNC	123

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura N°2.1 Esquema del Debe – Se Hará – Se Puede.....	28
Figura N°2.2 Componentes del LPS	30
Figura N°2.3 Relaciones entre niveles de planificación en el sistema LPS	31
Figura N°2.4 Ciclos combinados de DCAP/PDCA	36
Figura N°2.5 Implementación antes del inicio del proyecto	42
Figura N°2.6 Implementación durante la ejecución del proyecto	43
Figura N°2.7 Procedimiento para la evaluación de la madurez en organizaciones de servicio	45
Figura N°2.8 Procedimiento para la aplicación del modelo de madurez PEMM .	47
Figura N°2.9 Reporte de la evaluación de salud y madurez de LCI.....	48
Figura N°2.10 Reporte de evaluación del LPS.....	49
Figura N°2.11 Comparativo grado de implementación inicial y final	51
Figura N°2.12 Secuencia de rutina para la Kata de mejora	52
Figura N°2.13 Etapas para Kata de mejora	52
Figura N°2.14 Experimentación mediante ciclos rápidos de mejora PDCA.....	54
Figura N°2.15 Formato para ciclos rápido de mejora PDCA.....	54
Figura N°2.16 Modelo Toyota Kata	55
Figura N°2.17 Zona desconocida.....	56
Figura N°2.18 Storyboard para Toyota Kata	57
Figura N°3.1 Adaptación del modelo Toyota Kata a la de implementación del LPS	59
Figura N°3.2 Practica de Toyota Kata en todos los niveles de la organización. .	61
Figura N°3.3 Experimentación hacia el nivel de madurez deseado	63
Figura N°3.4 Ciclos de mejora PDCA para el elemento “Entrenamiento del equipo del proyecto”	64

Figura N°3.5 Registro de Ciclos PDCA	64
Figura N°3.6 Modelo de Storyboard	65
Figura N°4.1 Ubicación de proyecto.....	66
Figura N°4.2 Vista arquitectónica del proyecto.	66
Figura N°4.3 Organigrama funcional del proyecto “Coliseo Polideportivo”	67
Figura N°4.4 Área de ejecución de actividades.	71
Figura N°4.5 Diagrama de sección típica de estructura	71
Figura N°5.1 Storyboard en Gran sala del proyecto	76
Figura N°5.2 Desarrollo de niveles de la organización definido por la empresa .	77
Figura N°5.3 Desarrollo de niveles de la organización definido por la empresa .	78
Figura N°5.4 Implementación durante la ejecución de un proyecto	79
Figura N°5.5 Reporte de condición objetivo 1.....	83
Figura N°5.6 Condición objetivo 1, de la madurez del LPS.	83
Figura N°5.7 Condición objetivo 1: “Entrenamiento del equipo del proyecto”.....	84
Figura N°5.8 Condición objetivo 1: “Planificación de trabajo semanal”.....	85
Figura N°5.9 Reunión semanal	86
Figura N°5.10 Plan de trabajo semana 44	86
Figura N°5.11 Condición objetivo 1: “Indicadores y reportes”.....	87
Figura N°5.12 Condición objetivo 1: “Evaluación y mejora continua”.....	87
Figura N°5.13 Reporte de condición objetivo 2.....	89
Figura N°5.14 Condición objetivo 2, de la madurez del LPS.	89
Figura N°5.15 Condición objetivo 2: “Entrenamiento del equipo del proyecto”...	90
Figura N°5.16 Condición objetivo 2: “Planificación maestra”.	91
Figura N°5.17 Cronograma contractual de obra – Hitos de nivel 1 y 2.	92
Figura N°5.18 Condición objetivo 2: “Planificación pull / de fases / colaborativa”.	93
Figura N°5.19 Definiciones entregables típicos en cada sector.	94
Figura N°5.20 Definición de sectores y paquete de trabajo.	94

Figura N°5.21 Formato de tarjeta Pull complejo	95
Figura N°5.22 Primera sesión pull.....	96
Figura N°5.23 Resultado de primera sesión pull.	97
Figura N°5.24 Condición objetivo 2: “Planificación anticipada”	97
Figura N°5.25 Lookahead semana N°51	98
Figura N°5.26 Reunión de levantamiento de restricción, con uso de tablero lookahead.....	99
Figura N°5.27 Condición objetivo 2: “Planificación del trabajo semanal”	99
Figura N°5.28 Publicación de plan de trabajo semanal	100
Figura N°5.29 Condición objetivo 2: “Gestión de compromisos diarios”	101
Figura N°5.30 Condición objetivo 2: “Indicadores y reportes”	101
Figura N°5.31 Reporte de condición objetivo 3.	103
Figura N°5.32 Condición objetivo 3, de la madurez del LPS.	103
Figura N°5.33 Condición objetivo 3: “Planificación pull / de fases / colaborativa”	104
Figura N°5.34 Tablero de planificación fases-lookahead-plan semanal	105
Figura N°5.35 Formato sencillo de tarjeta Pull.....	105
Figura N°5.36 Segunda sesión Pull	106
Figura N°5.37 Condición objetivo 3: “Planificación anticipada”	107
Figura N°5.38 Presentación de balanceo de cuadrilla.	108
Figura N°5.39 Condición objetivo 3: “Planificación del trabajo semanal”	108
Figura N°5.40 Formatos de reporte llenado por capataces.....	109
Figura N°5.41 Caminata de aprendizaje con equipo y los capataces.....	110
Figura N°5.42 Condición objetivo 3: “Gestión de compromisos diarios”	110
Figura N°5.43 Formato para seguimiento de compromisos diarios	112
Figura N°5.44 Panel de compromisos diarios en gran salón	112
Figura N°5.45 Condición objetivo 3: “Indicadores y reportes”	113
Figura N°5.46 Obra en paralización por motivos climáticos.....	114

Figura N°5.47 Condición objetivo 3: “Evaluación y mejora continua”.....	114
Figura N°5.48 Condición objetivo 3: “Evaluación y mejora continua”.....	115
Figura N°6.1 Nivel de madurez inicial y final.....	117
Figura N°6.2 Evolución de liberación de restricciones (PCR)	120
Figura N°6.3 Evolución semanal del indicador PPC	121
Figura N°6.4 Evolución mensual de la curva S.....	122
Figura N°6.5 Porcentaje de ocurrencia de CNC.....	123

LISTA DE SIGLAS

CK:	Coaching Kata – Kata de entrenamiento
IK:	Improvement Kata – Kata de mejora
IPD:	Integred Project Delivery – Entrega integral de proyectos
LCI:	Lean Construction Institute
LPS:	Last Planner System
PCR:	Porcentaje de Cumplimiento de Restricciones
PDCA:	Plan – Do – Check – Act
PPC:	Porcentaje de Plan Completado
TK:	Toyota Kata
TPS:	Toyota Production System – Sistema de producción Toyota

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

El Last Planner System® (LPS), desarrollado por Ballard y Howell en 1992, se ha implementado con éxito en la construcción para aumentar la confiabilidad de la planificación, mejorar el rendimiento de la producción y crear un flujo de trabajo predecible (Hamzeh, 2009).

Existen múltiples razones que promueven la adopción de LPS en empresas y proyectos, algunas de las cuales son: entregar proyectos de manera más segura, crear un programa de producción más predecible, reducir la duración del proyecto, administrar los costos de una mejor manera, reducir el estrés en la gestión de proyectos, mejore el proceso general de producción, cree confianza entre los clientes, establezca resultados claros y simples, mejore la comunicación y la integración de los participantes, cree transparencia en la información y certeza sobre las actividades y finalmente motive la colaboración del equipo. (Ballard, 2000; Fernandez et al., 2013; Formoso y Moura, 2009; Hamzeh, 2009; Mossman, 2017)

Por otro lado, han surgido una serie de desafíos que minimizan el impacto del LPS, Fernández-Solís et al. (2013) menciona ciertos desafíos que se enfrentan al implementar el LPS como: falta de liderazgo, inercia organizacional, resistencia al cambio, falta de capacitación, problemas contractuales y falta de experiencia y conocimiento; también Lagos (2017) en una investigación bibliográfica de 9 publicaciones, observo que la implementación de LPS ha sido sistemáticamente cortoplacista. De hecho, los componentes más ampliamente adoptados de la metodología han sido constantemente la planificación semanal, búsqueda de causas de no cumplimiento y medición del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC). Los estudios hechos por Daniel (2017) a 57 demuestran también el mismo patrón cortoplacista del LPS.

Perez y Ghosh (2018) afirma que, para reconocer una mejora sustancial, el sistema de planificación y control requiere una "implementación holística". Esta implementación influirá en el éxito general del proceso y su efectividad. Hamzeh y Bergstrom (2010) identificaron que el LPS no es una "herramienta

independiente" que se debe poner en funcionamiento cuando sea necesario, lo que enfatiza aún más la necesidad de una implementación integral. Ballard y Tommelein (2016) insistieron en que la implementación holística que describe el LPS es un sistema de partes interconectadas y "la omisión de una parte destruye la capacidad del sistema para cumplir sus funciones".

Porwal et al. (2010) declaró que el desarrollo de planes de acción para la implementación podría considerarse pasos importantes para el éxito de la implementación y uso de LPS. Además, Fernandez-Solis et al. (2018) revela mediante una encuesta a 44 empresas que aplican el LPS, solo el 59% de las organizaciones tiene una estrategia para implementar el LPS, este porcentaje demuestra la falta de una metodología para la aplicación del LPS incluso en empresas involucradas con la filosofía Lean Construction.

Para ello el Lean Construction Institute (LCI) propone un modelo de madurez LPS – LCI, el cual permite evaluar el estado de la implementación del LPS en las organizaciones y a partir de ellos trazar planes de acción para su mejora (Ahlstrom et al., 2016). Rother (2009) en su libro "Toyota Kata" (TK) critica la forma de uso de estos planes, pues al plantear acciones a largo plazo (a nivel de meses) para alcanzar un objetivo sin contar con la experiencia para ello, no garantiza que se logre el objetivo. Para ello Rother (2009) propone usar dos herramientas: (1) Kata de Mejora, para planificar y ejecutar acciones de mejora de corto plazo, para ello se debe: entender la visión, comprender el desafío, establecer las condiciones actuales y objetivo, finalmente planificar y ejecutar pequeñas acciones; (2) Kata de entrenamiento, que permite aprender y mejorar los futuros planes, esto se da a través de un entrenador que realiza preguntas para definir qué plan de acción tomar y permite una reflexión sobre la última acción ejecutada (ciclos rápidos Plan-Do-Check-Act - PDCA).

En base a ello, el sistema propuesto en esta investigación busca relacionar el modelo de madurez LPS – LCI y el enfoque TK con la finalidad de implementar y madurar todos los elementos (enfoque holístico) del LPS – LCI. La relación se refleja en la planificación de las Katas de Mejora entendiendo la visión de la empresa como una organización en busca de la madurez Lean propuesta por el LCI, comprendiendo el desafío de la madurez LPS – LCI como la puerta hacia las demás prácticas Lean, después establecer condiciones actuales y objetivos

tomando como base los niveles de madurez del LPS – LCI, y finalmente ejecutando los ciclos rápidos PDCA en base a TK.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Actualmente el LPS no está siendo implementado de manera holística, puesto no se han adoptado metodologías que faciliten el control y seguimiento del proceso de implementación del LPS, lo que ocasiona que la eficacia y eficiencia del LPS sea menor a la esperada, reduciendo así la competitividad de las empresas que recién adoptan este sistema. Tal como lo mencionan Perez y Ghosh (2018), Fernandez-Solis et al. (2018), Daniel (2017), Lagos (2017), Fernández-Solís et al. (2013), Porwal et al. (2010).

Pregunta: ¿Existen modelos que permitan la implementación holística del Last Planner System durante la ejecución de un proyecto?

1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.3.1 Objetivo general

- Proponer un sistema de mejora continua que facilite la madurez del LPS en la ejecución de un proyecto.

1.1.1 Objetivos específicos

- Aplicar el modelo de maduración en la implementación del LPS durante la ejecución de un proyecto.
- Aplicar un sistema de mejora continua en la implementación del LPS durante la ejecución de un proyecto.
- Propuesta de un modelo acorde a la realidad empresarial en la implementación del LPS durante la gestión de un proyecto.

1.3.2 Hipótesis

Mediante el sistema propuesto de mejora continua se llegará a un nivel competente de maduración en la implementación del LPS durante la ejecución de un proyecto.

1.4 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Koskenvesa y Koskela (2005) plantea un método de facilitación donde la intensidad de la facilitación disminuye progresivamente de acuerdo con los avances y el aprendizaje realizado en el sitio. Es un orden estructurado para la introducción del LPS en el sitio. En su explicación, la introducción se describió como "siete partes, y un orden lógico para su introducción progresiva en el sitio".

Zaina y Ezlin (2013) menciona dos casos de estudio, en los cuales se usó una implementación progresiva, el aumento en la implementación de LPS estabilizó sus elementos y redujo la resistencia contra él y facilitó el cambio. La implementación progresiva, la primera a corto plazo lo que trajo la participación de todos los involucrados, resultado de ella la planificación a largo plazo y otros elementos fueron mejorados y permitieron su fácil implementación y uso.

AlSehaimi, et al. (2014) en un caso de estudio, evidencia los beneficios de realizar una implementación incremental la cual ayudó a estabilizar gradualmente los elementos del LPS, a minimizar la resistencia al cambio y a brindar una oportunidad para evaluar cada fase y recopilar las lecciones aprendidas. Así mismo se ve los beneficios de empezar a partir de la planificación a corto plazo la cual aumenta la confianza entre los participantes y facilita la introducción a los conocimientos sobre LPS. Lo considera un método que estabiliza y respalda la introducción y ayuda a "minimizar y gestionar la resistencia al cambio". La introducción incremental se basa en un enfoque estructurado que no parece haber sido descrito de manera efectiva por el equipo del proyecto. Los investigadores han sugerido que la falla en la planificación efectiva de la implementación del LPS es la "raíz de la implementación fallida".

Rother (2009), propone una forma de aprendizaje dentro de las organizaciones denominada Toyota Kata (TK), basado en ciclos rápidos de PDCA (Plan-Do-Check-Act), este enfoque tiene mucha relación con el modelo de transformación de organizaciones propuesto por Kotter (1995).

Ribeiro (2017) en la industria manufacturera propone un sistema de implementación de Lean Maintenance basado en el TK, obteniendo buenos resultados en la implementación de sistemas y herramientas de Lean Maintenance, así mismo, el cambio cultural dado en las organizaciones.

Silva (2018) en la industria manufacturera propone un método de implementación de Lean Six Sigma basado en TK, obteniendo buenos resultados en la implementación de sistemas y herramientas de Lean Six Sigma, así mismo, el cambio cultural dado en las organizaciones.

Algunas herramientas y técnicas que miden el nivel de implementación del LPS que permiten plantear mejoras, como el grado de implementación del LPS aplicado por el GEPUC basada en Planning Best Practices (PBP) (Lagos, 2017), también está el modelo de madurez planteado por el LCI (Ahlstrom et al., 2016) que permite un seguimiento de la implementación de todos los elementos del LPS.

CAPÍTULO II: CONCEPTOS FUNDAMENTALES

2.1 LEAN CONSTRUCTION

2.1.1 Filosofía Lean

La filosofía de la producción Lean tiene su origen en el Sistema de producción Toyota (TPS) desarrollado por Taaichi Ohno para Toyota en Japón después de la Segunda Guerra Mundial. Desde entonces las técnicas de fabricación japonesas se han utilizado durante más de tres décadas y se consideran como el nuevo sistema de producción, y se denominó producción lean. Este tiene un sistema de planificación y control de la producción que permitió desarrollar la industria automotriz, por lo que la industria de la construcción lo ha adoptado para mejorar su rendimiento (Dag y Garg, 2019).

El concepto Lean se compone de varios principios que se derivaron del Sistema de Producción Toyota, como una relación efectiva entre la cadena de valor, la mejora continua, la reducción de desperdicios, la adaptación al cambio, el justo a tiempo y la calidad total (Salem et al., 2006).

Las razones principales para implementar la producción lean son aumentar la productividad, mejorar la calidad, acortar los plazos de entrega, reducir los costos y lograr un control de producción eficiente. Los determinantes de la producción lean son las acciones tomadas, los principios implementados y los cambios realizados en la organización Mossman (2018).

La producción Lean se describe desde una perspectiva filosófica relacionada con objetivos y principios. (Womack y Jones, 1996).

El objetivo de la producción ajustada es agregar valor y eliminar el desperdicio del producto desde el diseño hasta la etapa de fabricación o producción (Womack y Jones, 1996).

Los principios de la filosofía lean, proporcionan un marco para comprender la producción lean. Womack y Jones (1996) mencionan cinco principios Lean. Estos principios representan los aspectos físicos del proceso de la producción lean (ver Tabla N°2.1).

Tabla N°2.1 Los 5 principios Lean
Fuente: Womack y Jones (1996)

Principios Lean
1. Valor específico a los productos específico
2. Identifique el flujo de valor para cada producto
3. Haga que el valor fluya sin interrupción
4. Los clientes deben jalar la producción
5. Búsqueda de la perfección

2.1.2 Lean construction

Lean construction surge de la filosofía lean, es decir, minimización de desperdicios y maximización del valor final para los usuarios que utilizan enfoques específicos al aplicarlos en el nuevo concepto de entrega de proyectos de construcción Mossman (2018).

Koskela et al. (2002) definieron la Lean construction como una forma de diseñar el sistema de producción de construcción con el menor desperdicio de materiales, tiempo y esfuerzo para generar el máximo valor posible.

Pillai, Shukla y Magar (2016) lo define como el proceso continuo de eliminación de desperdicios, cumpliendo o excediendo todos los requisitos de los clientes, enfocándose en todo el flujo y buscando la perfección en la ejecución del trabajo del proyecto.

Koskela (1992) y Sacks et al. (2010) proporcionan 15 principios que rigen el marco para entender la Lean construction (ver Tabla N°2.2).

2.1.3 La filosofía Lean construction en la planificación y control de la producción en la construcción

La planificación y el control se han considerado una función de gestión importante y se han utilizado ampliamente en la gestión de la construcción. La planificación determina lo que hay que hacer y el control se enfoca en monitorear la tarea que se ha planificado y modificarla a medida que evoluciona la información. Sin embargo, el enfoque actual utilizado en la gestión de proyectos de construcción separa la "planificación" del proyecto del "control", lo que contribuye a las incertidumbres en el entorno del proyecto de construcción (Ballard y Howell, 2003). Por ejemplo, Ballard y Howell (1988) observaron que, en la construcción, solo el 54% de la tarea planificada se logra según lo planificado.

Tabla N°2.2 Los 15 principios de la Lean construction
Fuente: Adaptado de Koskela L. (1992) y Sacks R., et al. (2010).

Principios de Lean construction
1. Reduzca las actividades sin valor agregado (también llamadas residuos): reduzca las actividades sin valor agregado (también llamadas residuos) que requieren tiempo, recursos o espacio, pero no agregan valor.
2. Requisitos del cliente: aumentar el valor de salida a través de la consideración sistemática de las necesidades del cliente.
3. Reduzca la variabilidad: reduzca la variabilidad controlando las incertidumbres en el proceso.
4. Reducir el tiempo: Reducir el tiempo del ciclo.
5. Simplifique: simplifique, minimice la cantidad de pasos y enlaces.
6. Flexibilidad: aumentar la flexibilidad de salida.
7. Estandarizar: reducir las variables que pueden afectar los resultados de entrega.
8. Transparencia: Incrementa la transparencia del proceso.
9. Controlar el proceso: enfocar el control en el proceso completo.
10. Desarrolle la mejora continua: cree una cultura de mejora continua desde abajo hacia arriba y donde se produzcan procesos valiosos.
11. Flujo de balance: Mejora del flujo de balance con mejora de conversión.
12. Benchmark: procesos de referencia continua.
13. Ve y ve por ti mismo: ve y ve por ti mismo para comprender la situación.
14. Decida por consenso: tome decisiones lentamente por consenso, considerando a fondo todas las opciones.
15. Cultive una red extendida: respete su red de socios desafiándolos y ayudándolos a mejorar

La mayoría de las veces, los planes son demasiado detallados, demasiado tempranos y demasiado rígidos con menos cuidado por la incertidumbre inherente en el entorno de la construcción. Además, se ha observado que los planificadores de la construcción tienden a ignorar la incertidumbre inherente en el proceso de construcción en la planificación (Ballard y Howell, 2003)

En el año 2000 el Doctor Glenn Ballard en su tesis doctoral "*The Last Planner System of Production Control*" plantea un proceso integrado entre la "planificación" y el "control" de la producción, denominado Last Planner System (LPS). Esto hace que el programa de construcción planificado sea más predecible y confiable, lo que lleva a una reducción en el tiempo de entrega en la fase de construcción.

2.2 LAST PLANNER SYSTEM (LPS)

Ballard (1993) introdujo por primera vez el desarrollo del LPS, estableciendo varios cambios en la forma en que se planificaron y controlaron los proyectos de construcción. Desde su desarrollo, se realizaron varios estudios con el objetivo de analizar y desarrollar el LPS, abordando diferentes temas. Según Ballard (2000), el LPS es una técnica con reglas, procedimientos y un conjunto de herramientas

que facilita la implementación de procedimientos de control con un enfoque en el flujo de trabajo de los trabajadores. Este sistema puede entenderse como el mecanismo para transformar "lo que DEBE hacerse" en "lo que PUEDE hacerse", formando así un inventario de trabajo listo, a partir del cual se pueden elaborar planes semanales "se HARÁ" (ver Figura N°2.1).



Figura N°2.1 Esquema del Debe – Se Hará – Se Puede
Fuente: Pons y Rubio (2019)

Ballard (2000) afirma que el LPS cubre dos áreas de procedimientos: control de la unidad de producción y control del flujo de trabajo. El control de la unidad de producción se enfoca en la mejora continua de la producción, a través de capacitación y medidas correctivas, y el control del flujo de trabajo analiza el mejor flujo de trabajo para que tenga la mejor secuencia de ejecución y productividad. La falta de control de la unidad de producción aumenta la incertidumbre y priva a los trabajadores de utilizar la planificación como un plan, haciendo necesario centrarse en el control del flujo de trabajo y no en los trabajadores.

Pons y Rubio (2019) menciona que el LPS es un sistema en el que los últimos planificadores miden y analizan el nivel de cumplimiento de sus compromisos sobre el plan de producción semanal, se identifican y resuelven las restricciones, se eliminan actividades que no añaden valor y se analiza la causa raíz de los problemas, lo que contribuye a generar flujo continuo de trabajo y obtener un aprendizaje rápido. De esta manera, con este sistema se administra mejor la incertidumbre de los proyectos, reduciendo la variabilidad en la ejecución de las tareas definidas en el proyecto (Pons y Rubio, 2019).

2.2.1 Principios del Last Planner System

Koskela (1999) propone los siguientes criterios o principios de diseño para un sistema de control de producción (1) las asignaciones deben de ser liberadas de acuerdo al cumplimiento sus requisitos previos, (2) medir la realización de las tareas, (3) Investigar las causas de variabilidad y eliminarlas, (4) mantener un buffer de tareas disponibles a ejecutar de acuerdo a las cuadrillas, (5) realizar una planificación anticipada para preparar asignaciones.

Ballard et al. (2009), en su publicación sobre los principios del control de la producción, describe 5 principios del LPS: (1) planea con mayor detalle a medida que te acerques más al trabajo, (2) producir planes en colaboración con aquellos que harán el trabajo, (3) revelar y eliminar restricciones en tareas planificadas como un equipo, (4) hacer y asegurar promesas confiables, (5) aprender de las averías.

Posteriormente Ballard y Tommelein (2016), proponen 12 principios que rigen las funciones de planificación y control de la producción:

Tabla N°2.3 Principios del LPS
Fuente: Adaptado de Ballard y Tommelein (2016)

Principios del LPS
1. Mantenga todos los planes, en todos los niveles de detalle, a la vista del público en todo momento.
2. Mantenga la programación maestra a nivel de detalle de hitos
3. Planifique con mayor detalle a medida que se acerca la fecha de inicio de las tareas planificadas.
4. Producir planes en colaboración con aquellos que deben hacer el trabajo que se está planeando.
5. Vuelva a planificar según sea necesario para ajustar el plan a las realidades del futuro en desarrollo.
6. Revelar y eliminar restricciones en tareas planificadas como un equipo.
7. Mejorar la confiabilidad del flujo de trabajo para mejorar el rendimiento operativo.
8. No comience las tareas que no debe o no puede completar. Comprométete a realizar solo aquellas tareas que estén correctamente definidas, correctas, secuenciadas y dimensionadas
9. Haga y asegure promesas confiables, y exprese su opinión inmediatamente en caso de que pierda la confianza de que puede cumplir sus promesas (en lugar de esperar el mayor tiempo posible y esperar que alguien más lo haga primero).
10. Aprenda de las averías (consecuencias no deseadas de las acciones tomadas).
11. Cargar recursos para aumentar la fiabilidad de la liberación de trabajo.
12. Mantener la acumulación de trabajo listo (tareas listas para ejecutarse) para amortiguar la capacidad y la pérdida de tiempo.

2.2.2 Componentes del Last Planner System

Para mostrar la relación entre los niveles de planificación y las diversas funciones realizadas en cada nivel, Ballard y Tommelein (2016) detallan dos diagramas:

La estructura del diagrama en la Figura N°2.2 se basa en Debería-Puedo-Se hará-Hecho. Los programas maestros y de fase especifican qué DEBERÍA hacerse, cuándo y por quién. El trabajo de la planificación anticipada es preparar las tareas programadas para que SE PUEDE realizar cuando estén programadas. Los planes de compromiso se forman seleccionando entre el trabajo listo, expresando lo que SE HARÁ en el período del plan semanal. Las fallas del plan (también conocidas como promesas incumplidas) se identifican comparando SE PUEDE con SE HARÁ, luego se analizan en busca de contramedidas para evitar que vuelvan a ocurrir. Los métodos y las métricas utilizadas para realizar estas funciones se enumeran en el lado derecho del diagrama.

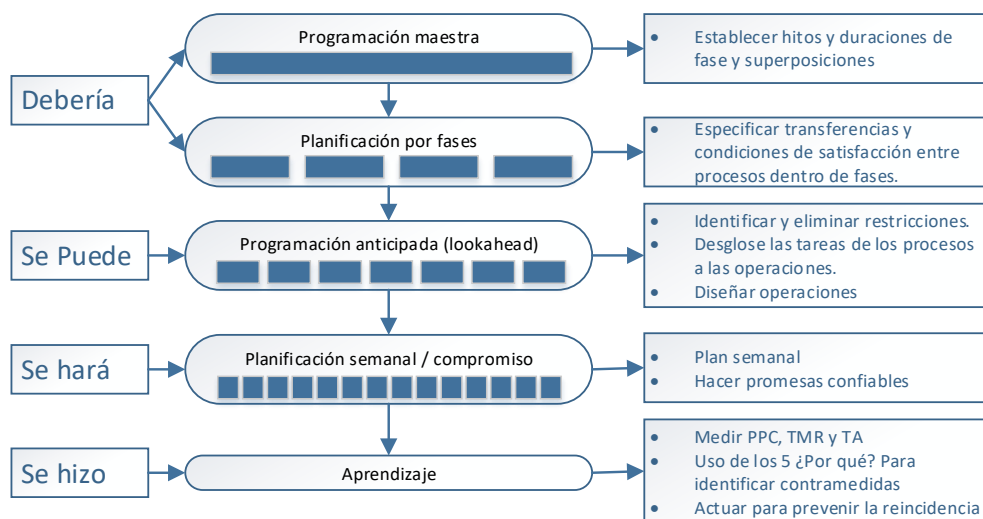


Figura N°2.2 Componentes del LPS
Fuente: Adaptado de Ballard y Tommelein (2016)

La Figura N°2.3 muestra cómo un nivel de planificación alimenta al siguiente. La función # 1 ocurre en estos niveles de desglose de tareas: proyecto, fase, proceso y operación. El horario maestro se expresa en fases. El cronograma de fases se expresa en procesos. La programación anticipada se expresa inicialmente en procesos, pero después del desglose de tareas, la programación anticipada consiste en operaciones. Los diseños de operaciones (cómo se deben realizar) se expresan en pasos que deben llevar a cabo las personas o los equipos. Nota: el plan de trabajo que impulsa inmediatamente la producción es el producto de la

selección de tareas elegibles en la cartera de trabajos factible. Las tareas en los planes de compromiso son operaciones. La ejecución de las operaciones de acuerdo con su diseño es controlada por el supervisor de primera línea (último planificador) y aquellos que ejecutan el trabajo.

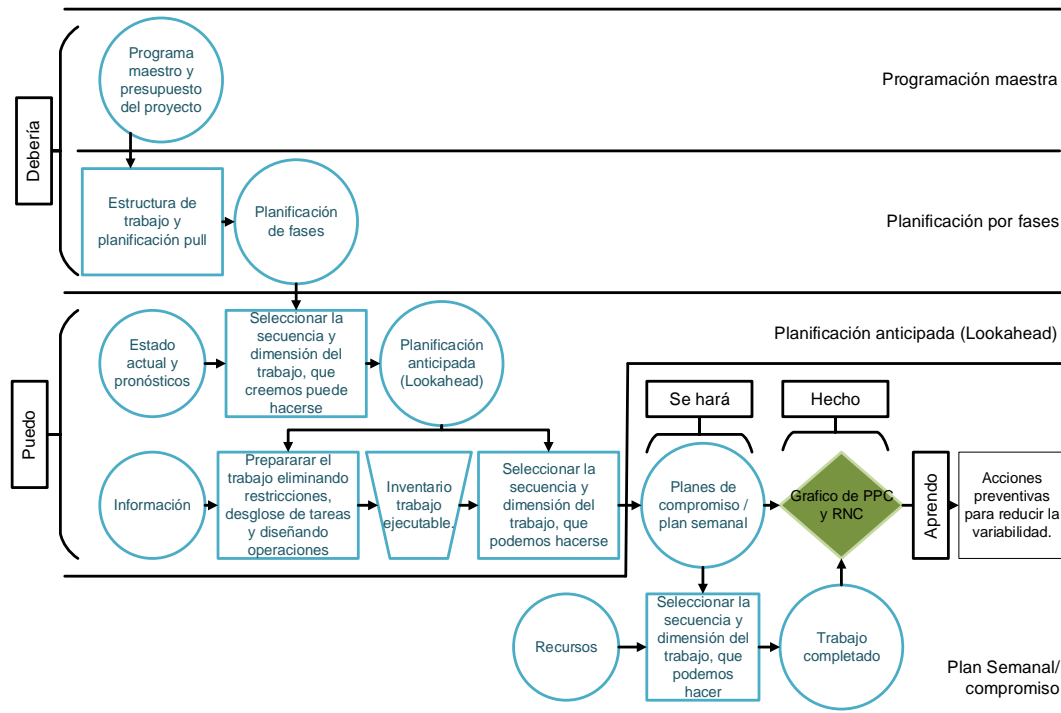


Figura N°2.3 Relaciones entre niveles de planificación en el sistema LPS
Fuente: Adaptado de Ballard y Tommelein (2016)

El sistema de planificación de LPS consiste en un plan a largo plazo (Plan maestro, Programación de fases), a mediano plazo (Lookahead Plan) y planificación a corto plazo (Plan de trabajo semanal).

2.2.2.1 Planificación a largo plazo: planificación inicial / programación maestra

La planificación inicial o programación maestra señala lo que DEBE hacerse. LPS no realizó ningún cambio en este nivel de planificación. Tradicionalmente, un Programa maestro contiene las actividades generales y los hitos, y sirve como guía para el nivel inferior de planificación. Forma la base para el desarrollo del programa colaborativo o la planificación de fases. Por lo tanto, el propósito del Plan Maestro es mostrar el objetivo (hito) para lograr una tarea determinada, y utilizar dicha información para dirigir la entrega del proyecto a través de la programación colaborativa o las reuniones de planificación de fases (Ballard, 2000).

Este también se conoce como programa del contrato y se presenta en un diagrama de Gantt o en Primavera y se basa en restricciones contractuales y, por lo tanto, está fuera del alcance de la administración del sitio. Las entradas al Programa maestro son duraciones estimadas ajustadas para ajustarse a los plazos e hitos establecidos por el contrato. Es importante que los plazos establecidos por el contrato sean realistas, ya que no es deseable un período de tiempo demasiado ajustado y demasiado flojo (Lindhard y Wandahl, 2012b).

2.2.2.2 Planificación a largo plazo: programación de fases

Según Ballard y Tommelein (2016), el propósito de la Planificación de Fase es especificar las actividades y proporcionar las condiciones para que los procesos de una fase determinada del proyecto se ejecuten satisfactoriamente.

A medida que se obtienen los hitos, el proyecto se divide en diferentes fases a través de la programación de fases. La programación de fases es un proceso de planificación colaborativa que cubre cada fase del proyecto, por ejemplo, los cimientos, el casco estructural y los acabados. Es una técnica en la cual se desarrolla un cronograma que funciona hacia atrás desde la fecha de finalización del proyecto. La administración del equipo utiliza una técnica de jalar "Pull" y programación de fase inversa para el desarrollo del cronograma. La planificación Pull es una técnica en el LPS para producir planes coordinados para diferentes fases del proyecto con principios Lean. Las sesiones de planificación Pull generalmente involucran a todos los actores con poder de decisión, así como a aquellos que pueden proporcionar información importante, por ejemplo, seguridad, logística, calidad, etc. A través de la planificación de extracción, se identifican y definen hitos clave (Ballard y Howell 2003).

En una sesión de planificación Pull la secuencia se construye dejando que las empresas involucradas ordenen sus actividades en notas Post-It. Es importante incluir relación y conexión con las actividades anteriores y siguientes en las notas. Luego, las notas se colocan en una pared y se estructuran en colaboración para lograr la mejor secuencia posible (Ballard 2000; Ballard y Howell 2003).

La sesión de planificación Pull se utiliza para identificar duraciones, interrelaciones y transferencias de las actividades más trascendentes. Posteriormente, se aplica el Método de ruta crítica (CPM) para identificar la ruta crítica y la posible flotación

durante el proceso. Seis restricciones se identifican como relevantes para la secuenciación y la selección de actividades. Las limitaciones relevantes incluyen: dotación de maquinaria y material que comprende los recursos necesarios y las condiciones de trabajo, el clima y la seguridad que afectan el ritmo del trabajo (Lindhard y Wandahl, 2012a).

Normalmente, las demandas de las seis restricciones están en conflicto entre sí; por lo tanto, no existe un horario óptimo. Por lo tanto, la red refinada es el resultado de estimar y priorizar entre las restricciones. Por lo tanto, es responsabilidad del administrador del sitio garantizar que se logre la mejor secuencia posible. Es importante afirmar que la incorporación de las seis restricciones en el cronograma es un proceso que tiene lugar después de la sesión de planificación Pull (Lindhard y Wandahl, 2012a).

2.2.2.3 Planificación a medio plazo: planificación anticipada

La planificación anticipada representa un nivel intermedio de planificación. Es un cronograma de tareas potenciales, típicamente para las próximas 6 a 8 semanas. La cantidad de semanas durante las cuales se extiende un proceso de anticipación está determinada por las características del proyecto, la confiabilidad del sistema de planificación y los tiempos de entrega para adquirir información, materiales, mano de obra y equipo (Ballard, 2000).

La planificación anticipada proporciona un vínculo entre el plan maestro o los planes de compromiso a largo plazo y los planes semanales o los planes de compromiso a corto plazo. La planificación anticipada es una herramienta para minimizar la incertidumbre para lograr un flujo de trabajo sin restricciones. Además, después de lograr un flujo de trabajo fluido, es necesario mantener un registro de trabajo de trabajo listo (Ballard y Howell 2003). Para lograr una búsqueda anticipada eficiente, es necesario asegurarse de que el trabajo que se debe realizar en una fecha particular debe estar disponible antes de realizarse sin interrupciones (Ballard y Tommelein, 2016).

- Eliminación de restricciones: las restricciones son barreras físicas o informativas que dificultan el proceso de producción. La responsabilidad de eliminar las restricciones se divide en todo el equipo en lugar de una persona o un determinado grupo de personas. Sin embargo, el momento para

identificar la restricción es un factor crucial. Si las restricciones se identifican por adelantado (por ejemplo, entregas de material tempranas), puede asegurarse la ejecución efectiva del trabajo (Ballard y Tommelein, 2016). Si no se elimina una de las restricciones, la tarea no se puede realizar. Para evitar que se pasen por alto las condiciones previas incumplidas, Lindhard y Wandahl (2012c) clasificaron las condiciones previas en nueve categorías principales: (1) Condiciones conocidas, (2) diseño y gestión de la construcción, (3) trabajos de conexión, (4) mano de obra, (5) equipos y maquinaria, (6) componentes y materiales, (7) ubicación y comodidad de trabajo, (8) clima y (9) seguridad.

- **Desglose de tareas:** este procedimiento considera el desglose de las planificaciones maestras en varios procesos, por ejemplo, fases, procesos de operaciones y operaciones de pasos. Por lo general, la ventana de anticipación en un proyecto es de seis semanas en las que se identifican restricciones. Estas restricciones pueden ser aplicables para todo el proceso o ser aplicables en un proceso específico dependiendo del nivel de restricción. En teoría, la operación del proceso debe comenzar a más tardar 3 semanas antes del tiempo programado para que las restricciones identificadas puedan eliminarse (Ballard y Tommelein, 2016).
- **Diseño colaborativo:** es un método que describe qué pasos deben realizarse en qué secuencia por qué candidato utilizando qué herramienta. Esto lo decide el último planificador que dirige la ejecución del proyecto. El último planificador diseña la operación que involucra tanto a los actores aguas arriba como a las aguas abajo (Ballard y Tommelein, 2016).

2.2.2.4 Planificación a corto plazo: planificación de compromiso / planes de trabajo semanales

Los planes detallados semanales se derivan de los planes anticipados semanalmente. El plan de trabajo semanal tiene como objetivo transformar lo que DEBE hacerse en lo que PUEDE hacerse, formando así un inventario de trabajo listo. Además, el plan de trabajo semanal hace hincapié en el proceso de aprendizaje mediante la investigación de las incertidumbres. Estas incertidumbres se estudian a través del análisis de varianza en el proceso basado en planes semanales anteriores (Ballard y Tommelein, 2016). Un procedimiento típico de planificación semanal del trabajo propuesto por Ballard y Howell (1998) debe

seguir los principios que incluyen:

- **Definición:** los paquetes de trabajo deben especificarse la definición correcta del tipo y la cantidad de material que se utilizará, lo que permite identificar qué paquetes se completaron en la semana.
- **Disponibilidad:** los recursos necesarios deben estar disponibles cuando se soliciten.
- **Secuenciación:** debe haber una secuencia entre los paquetes de trabajo para garantizar la continuidad de los servicios desarrollados por otros equipos de producción.
- **Tamaño:** los tamaños de los paquetes de trabajo deben ser compatibles con la productividad de cada equipo de producción.
- **Aprendizaje:** los paquetes semanales que no se completan deben analizarse, verificando sus causas reales de retraso, para definir las acciones correctivas necesarias.

Estos principios protegen la producción de las incertidumbres del flujo de trabajo. El incumplimiento de los principios expone demoras no productivas en la unidad de producción. (Ballard y Howell, 1998).

De acuerdo con el flujo de trabajo, la confiabilidad del plan semanal se garantiza a través de:

- **Promesas confiables:** es un enfoque disciplinario hacia la planificación del compromiso donde la gerencia y el capataz interactúan y aseguran que los objetivos decididos sean claros para todos (Ballard y Tommelein, 2016).
- **Controles visuales:** estos controles son necesarios como indicadores visuales que indican la condición del proceso de producción en cualquier período de tiempo y proporcionan una comprensión de las acciones necesarias. Las señales visuales que se proporcionan son mediciones apropiadas, notas de publicación codificadas por colores, información reciente, gráficos y tablas de la información creada a través de la producción y el software (Ballard y Tommelein, 2016). **Reunión diaria de reunión:** estas son las reuniones que se realizan a diario donde los empleados describen el progreso en el trabajo, los problemas que ocurren y las medidas de prevención.
- **Las reuniones diarias son esfuerzos hacia la participación de los empleados a**

través del proceso de comunicación bidireccional. Este proceso también es beneficioso para la satisfacción laboral de los empleados, ya que contribuyen a la resolución de problemas y la mejora del proceso (Salem et al., 2005; Ballard y Tommelein, 2016).

Una de las funciones del LPS, que está directamente relacionada con el plan a corto plazo, es aprender de las fallas en la planificación. Para lograr esta función, se utilizan algunos métodos (Ballard y Tommelein, 2016):

- Análisis de fallas para comprender por qué ocurrieron e identificar el nivel en el cual las contramedidas pueden ser más efectivas para prevenir la recurrencia, normalmente, la causa de la falla inicialmente identificada no proporciona una base suficiente para analizar por qué la actividad no se llevó a cabo. Por ello se necesita un análisis más profundo para llegar a la verdadera causa raíz, se puede requerir varias entrevistas para llegar a contramedidas efectivas utilizando la técnica 5 Whys (Ballard y Tommelein, 2016).
- Uso de las metodologías PDCA (Plan-Do-Check-Act) y DCAP (Detect-Correct-Analyze-Prevent); las contramedidas se pueden probar utilizando la metodología PDCA, para formular y probar hipótesis, siendo la herramienta más utilizada para probar la efectividad de las contramedidas identificadas, mientras que el DCAP en el que la idea principal es detectar fallas de planificación (Detectar), tomar medidas correctivas para que la producción avance sin interrupciones (Correcto), analizar las causas raíz de las fallas (Analizar) y desarrollar y probar contramedidas para prevenir la recurrencia de estas fallas (Prevenir) (Ballard y Tommelein, 2016).

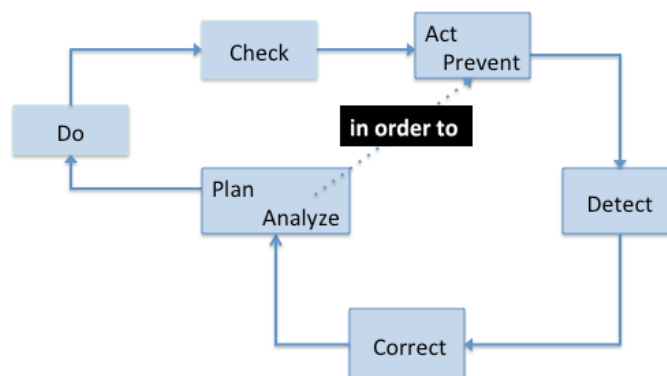


Figura N°2.4 Ciclos combinados de DCAP/PDCA
Fuente: Ballard y Tommelein (2016)

- Uso de indicadores de desempeño, tienen como objetivo mejorar

continuamente los procesos. Desde esta perspectiva, los indicadores de desempeño se utilizan para identificar planes que no se han ejecutado en la duración y forma planificadas, lo que facilita los pasos para identificar fallas de planificación, contribuyendo al análisis de contramedidas para evitar la recurrencia (Ballard y Tommelein, 2016).

2.2.3 Herramientas y métodos del Last Planner System

Ballard y Tommelein (2016) mencionan varias herramientas y métodos, que hasta ese momento eran los más utilizados. La Tabla N°2.4 muestra las herramientas y métodos mencionados.

Tabla N°2.5 Métodos y herramientas del LPS
 Fuente: Adaptado de Ballard y Tommelein (2016)

Función	Métodos y herramientas
Para especificar lo que Debo	Planificación pull / planificación colaborativa
Para la planificación anticipada (lookahead / make ready)	Análisis y eliminación de restricciones
	Desglose de tareas: se realizan compromisos para ejecutar operaciones de las condiciones de satisfacción de los clientes inmediatos y finales. Las tareas programadas se desglosan, según sea necesario, en operaciones.
	Diseño colaborativo de operaciones: qué pasos y en qué secuencia diseñadas por las mismas personas que lo harán: Prototipo virtual. Prototipo físico (operaciones de construcción). First Run Studies.
Para aumentar la confiabilidad del flujo de trabajo	Promesa confiable: enfoque disciplinado para el compromiso, en el que el solicitante y el ejecutante interactúan en una conversación de acción para garantizar que queda todo claro lo que se solicita, qué se debe hacer y qué condiciones de satisfacción (por ejemplo, tiempo de finalización).
	Controles visuales
	Sub cargar recursos
	Reuniones diarias
Para aprender de los fallos del plan	Análisis de las averías para comprender por qué ocurrieron e identificar el nivel de causa en el que las contramedidas pueden ser eficaces para prevenir la recurrencia.
	PDCA: Planificar-Hacer-Verificar-Actuar
	DCAP: Detectar-corrregir-analizar-prevenir
Métricas	Porcentaje de plan completo (PPC)
	Tareas listas (TMR)
	Tareas Anticipadas (TA)
	Frecuencia de los fallos del plan

2.2.4 Medidas y mejora continua

Según Ballard y Tommelein (2016), el indicador clave de rendimiento de un sistema de planificación es la calidad de salida. Para medirlo, LPS utiliza el PPC, que es el porcentaje de las actividades planificadas completadas sobre el total de

actividades planificadas. PPC mide en qué medida se ejecutó el plan.

$$PPC = \frac{\text{Actividades completadas de plan semanal}}{\text{Plan Semanal}} \times 100\%$$

Posteriormente, se analizan las actividades planificadas que no se llevaron a cabo para identificar las razones de la no finalización para aprender y mejorar el PPC y el rendimiento del proyecto en el futuro. Las herramientas para dicho análisis pueden ser la identificación de la Causas de No Cumplimiento (CNC) o 5 Por qué.

2.3 IMPLEMENTACIÓN DE LAST PLANNER SYSTEM

2.3.1 Implementación de las prácticas del Last Planner System

Lagos (2017) realiza un análisis bibliográfico para el grado de implementación de los componentes del LPS de 9 autores los que se muestran en la Tabla N°2.6, abarcando más de 100 casos en los que se implementó el LPS, concluyendo que la implementación de LPS ha sido constantemente cortoplacista. Revelando, que los componentes constantemente implementados de la metodología han sido la planificación semanal, búsqueda de CNC y medición del PPC.

Componente	(Soares et al. 2002)	(Alarcón et al. 2003)	(Alarcón et al. 2005)	(Viena et al. 2010)	(Priven et al., 2013)	(López, 2013)	(Salvatierra et al., 2015)	(Dave et al., 2015)	(Daniel et al., 2015)	Literatura
Plan maestro	/	100%	/	69%	81%	81%	100%	/	60%	82%
Lookahead	/	75%	38%	66%	25%	32%	91%	70%	90%	61%
Make-ready process (gestion de restricciones)	0%	38%	38%	41%	6%	32%	27%	/	80%	33%
Uso de ITE	0%	35%	6%	22%	6%	/	36%	/	30%	19%
Plan de corto plazo	100%	100%	100%	66%	63%	49%	100%	100%	/	85%
Causas de no cumplimiento	50%	100%	100%	81%	25%	/	64%	/	90%	73%
Acciones correctivas	0%	22%	/	81%	25%	/	36%	/	68%	39%
Gestion de la informacion para la mejora continua	0%	5%	6%	81%	38%	17%	/	40%	/	27%
Reunion de planificacion	0%	100%	100%	88%	63%	43%	100%	/	93%	73%

Tabla N°2.6 Grado de implementación de los componentes del LPS
Fuente: Lagos (2017)

Daniel (2017) demuestra un aumento en la implementación del LPS al analizar 57 estudios de casos publicados a través del IGLC. En la investigación se descubrió que a lo largo de los años el uso reportado de varios elementos LPS ha aumentado; sin embargo, la implementación completa permanece fuera del alcance de muchas organizaciones. En la Tabla N°2.7 se aprecia que la medición

del PPC, la reunión semanal de planificación del trabajo y el registro de las razones de no cumplimiento (RNC) se encuentran entre los componentes comúnmente implementados del LPS en los documentos revisados del IGLC, lo cual muestra una tendencia a llegar a tener una implementación parcial del LPS, y que el foco de la implementación de LPS ha sido sistemáticamente cortoplacista.

Tabla N°2.7 Implementación de elementos del LPS en 57 casos
 Fuente: Daniel (2017)

Practicadas implementadas en 57 casos	Casos
Medición PPC	39
Reunión de plan de trabajo semanal	38
Tomar información y RNC	36
Lookahead (6-8 semanas)	34
Análisis de restricciones / Anticipación de procesos	32
Tomar medidas para corregir las RNC	28
Uso del programa maestro	22
Programación colaborativa / Planificación de fases	16
Reunión diarias de planificación	12
Inventario de trabajo preparado	11
Consideraciones de Flujo	7
Gestión visual	6
First Run Studies	4

2.3.2 Factores de éxito en la implementación del Last Planner System

Daniel (2017) en el mismo estudio de 57 casos, identifica 14 factores de éxito en la implementación del LPS. En la Tabla N°2.8 se aprecia que entre los factores más relevantes se encuentran: la capacitación sobre los principios del LPS, la participación temprana de los interesados y el apoyo de la gerencia.

Tabla N°2.8 Factores éxito en la implementación del LPS en 57 casos
 Fuente: Daniel (2017)

Factores de éxito en 57 casos	Casos
Capacitación sobre principios de LPS y participación temprana de los interesados	24
Apoyo de la gerencia	17
Comprensión temprana del objetivo del proyecto por parte del equipo	13
Compromiso de empleados y cadena de suministro	13
Coaching y seguimiento continuo del proceso.	9
Comunicar resultados	9
Adoptar una ruta de adquisición que favorezca la colaboración.	8
Formación interna de personal	7
Plan de empresa definida	7
Atención en el Flujo	5
Conocimientos académicos y prácticos previos del LPS, antes de iniciar el proyecto	4
Asociación para investigación entre empresa - institutos	2
Disciplina	2
Implementación progresiva	2

Esto muestra que la implementación de LPS en la construcción tiene el potencial de mantener un flujo de trabajo estable. Según Ballard (2000), el objetivo del LPS es estabilizar el flujo de producción.

2.3.3 Beneficios de la implementación del Last Planner System

En el mismo estudio Daniel (2017) identifica 12 beneficios obtenidos por la implementación de LPS, la Tabla N°2.9 revela que la implementación de LPS apoya el desarrollo de un programa confiable y predecible, mejora el flujo de trabajo y desarrolla una comprensión común del objetivo del proyecto, entre otros.

Tabla N°2.9 Beneficios de la implementación del LPS en 57 casos
 Fuente: Daniel (2017)

Beneficios en 57 casos	Casos
Programa más confiable y predecible	15
Flujo de trabajo de construcción mejorado	13
Compromiso mejorado del equipo	12
Reducción del programa y entrega temprana	11
Comprensión común desarrollada del proyecto	11
Calidad / desempeño mejorados	8
Reduce relaciones adversas	8
Mejor asignación de recursos	5
Coordinación mejorada de las partes interesadas del proyecto	5
Proporcionar señal temprana de desviación del plan	3
Aprendizaje mejorado	3
Cliente seguro confianza en el equipo	3
Hace que la organización sea más competitiva	1

2.3.4 Desafíos en la implementación del Last Planner System

En cuanto a los desafíos, el mismo estudio realizado por Daniel (2017) identifica 16 desafíos. La Tabla N°2.10 indica los desafíos de implementación de LPS.

Los hallazgos muestran la necesidad de capacitación para mejorar la implementación de LPS. La capacitación como se enfatiza aquí no es solo tener un mero conocimiento técnico del proceso LPS, sino más bien, una capacitación de cambio de mentalidad, que podría ayudar aún más a superar algunos de los otros desafíos identificados. Sin embargo, tan crucial como la capacitación es para la implementación de LPS, inicialmente es un costo adicional para la organización, aunque puede compensarse con un rendimiento mejorado. (Daniel, 2017)

Ballard y Tommelein (2016) mencionan la importancia de realizar una

implementación holística del LPS puesto que cada parte del sistema esta interconectada con otra y "la omisión de una parte destruye la capacidad del sistema para cumplir sus funciones".

Tabla N°2.10 Desafíos en la implementación del LPS en 57 casos
 Fuente: Daniel (2017)

Desafíos en los 57 casos	Casos
Baja comprensión del concepto y los principios de LPS	22
Uso de estrategias de adquisición inadecuadas	12
Falta de vínculo entre la planificación del compromiso y la planificación a largo plazo	9
Falta de comprensión compartida del objetivo del proyecto	9
Habilidad de planificación inadecuada	8
Uso del personal situacional como Últimos Planificadores	7
Combinando la gestión de contratos con la producción en campo	7
Resistencia al cambio	6
Cultural y problemas estructurales	5
Visión a cortoplacista	5
Copiar implementaciones del LPS	4
Bajo compromiso de los subcontratistas	3
Duración corta del proyecto	3
Participación parcial de las partes interesadas	3
Falta de compromiso de la empresa	3
Costo de la implementación del LPS	2

2.3.5 Marco para la implementación del Last Planner System

Según Greg Howell, para un buen inicio es vital obtener la aceptación de:

- La alta gerencia - o sus esfuerzos serán despedidos
- Los gerentes intermedios - o sus esfuerzos serán socavados
- Los últimos planificadores - o sus esfuerzos serán infructuoso

Una vez que se tenga el apoyo, Mossman (2017) diferencia dos rutas posibles para comenzar:

2.3.5.1 Implementación antes del inicio del proyecto

Si el proyecto aún no está en el sitio, es posible comenzar con el plan de hitos, acordar las fases clave (generalmente de 2 a 3 meses), usar la Programación Colaborativa para la primera fase que involucra más de tres intercambios aproximadamente seis semanas antes del inicio del trabajo. para comenzar en el sitio y luego eliminar sistemáticamente las restricciones para hacer que las tareas en las primeras seis semanas estén listas para que el trabajo esté listo para

completarse tan pronto como comience la fase. Una semana antes del inicio de la fase acordada, los jefes de comercio se reúnen para acordar el plan de producción para la primera semana de la fase. El segundo día de la fase tiene lugar la primera reunión de gestión de producción y, a la tercera semana, el sistema completo está en funcionamiento. Esto suena fácil, pero, para la mayoría de las personas, la forma de trabajar del LPS implica cambiar su forma de pensar. Cambiar tus hábitos de pensamiento es muy difícil. Le ayudará a tener un buen entrenamiento cuando comience a poner en práctica ideas y una buena capacitación y facilitación para al menos el taller inicial de Planificación Colaborativa. Un buen entrenador también puede ayudarlo con la redacción de los contratos y subcontratos que le permiten al equipo saber que así es como administrará su proyecto. La Figura N°2.1 muestra un esquema de la implementación antes del inicio del proyecto.

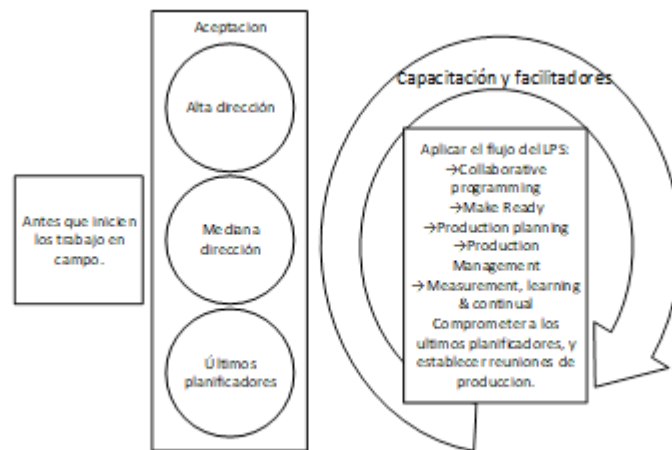


Figura N°2.5 Implementación antes del inicio del proyecto
Fuente: Elaboración propia, basado en Mossman (2016)

2.3.5.2 Implementación durante la ejecución del proyecto

Si su proyecto se está retrasando y desea ver si LPS lo ayudará a volver a encarrilarlo, puede comenzar como se indica arriba si tiene una nueva fase que comenzará pronto. Pero es posible que desee tomar medidas incluso antes comenzando con la reunión de Planificación de la producción y usar PPC para medir cómo le está yendo. Para el trabajo que no se entrega cuando se planifica, averigüe por qué no: CNC. Regrese esta información a la reunión de Planificación de Producción (o réunala en la reunión) y observe cuántas de las razones son el resultado de una falla en la preparación del trabajo. Una vez que esté claro, puede introducir un proceso de preparación (su equipo verá por qué es importante). Continúe recopilando información sobre PPC y la CNC. Si el proceso de

preparación está funcionando, la naturaleza de las causas raíz cambiará; tal vez el plan para el que está trabajando no sea adecuado para su propósito. Esa es una señal para presentar la Programación Colaborativa para crear un plan que sea adecuado para su propósito. Ahora tendrá todas las piezas en su lugar para que sus capataces de Comercio hagan promesas sobre el trabajo que harán en el próximo período. Para que esto suceda, presénteles las ideas de Conversaciones para la acción y guíelos en cómo preparar y presentar propuestas para el trabajo que ellos y sus equipos harán en el próximo período. Una vez más, un entrenador experto lo ayudará en este esfuerzo. La Figura N°2.6 muestra un esquema de la implementación antes del inicio del proyecto.

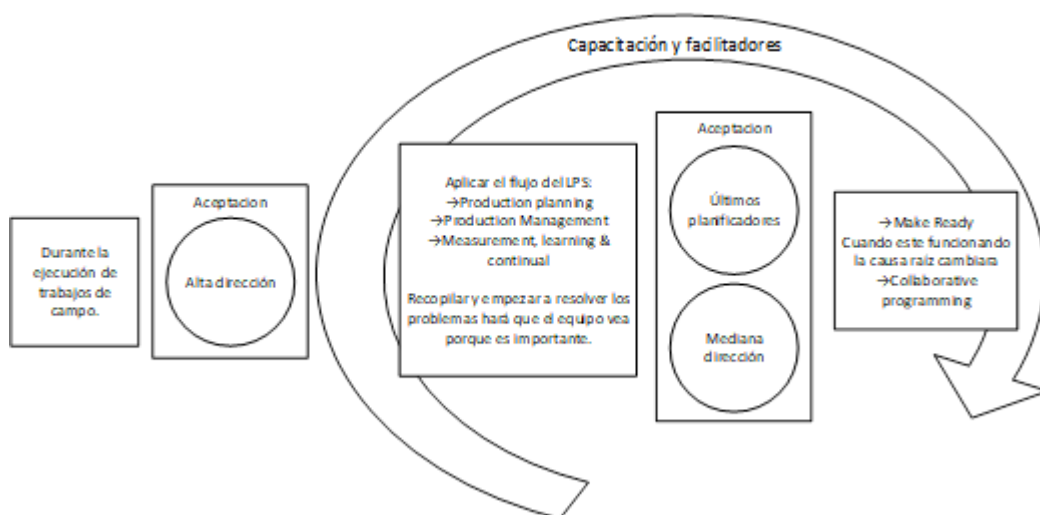


Figura N°2.6 Implementación durante la ejecución del proyecto
 Fuente: Elaboración propia, basado en Mossman (2016)

2.4 MADUREZ DEL LAST PLANNER SYSTEM

2.4.1 Concepto de madurez

El diccionario de la Real Academia Española (RAE) define madurez de tres formas (1) "condición o estado de maduro", (2) "buen juicio o prudencia, sensatez", (3) "edad de la persona que ha alcanzado su plenitud vital y aún no ha llegado a la vejez".

La madurez desde una perspectiva del proceso implica una capacidad de proceso creciente (Humphrey, 1993). La madurez de los procesos es cuantificable y puede ilustrarse a través de un ciclo de vida. Esto lleva a definir la madurez del proceso como la medida en que una organización es capaz de definir, administrar, medir y

controlar explícitamente sus procesos específicos (Lockamy III y McCormack, 2004).

La madurez desde una perspectiva de proyecto debe entenderse como la capacidad de la organización para gestionar diferentes tipos de proyectos de manera efectiva y eficiente mientras se alcanzan los objetivos del proyecto (Andersen y Jessen, 2003).

2.4.1.1 Madurez e inmadurez de una organización de construcción

La literatura conceptualiza las características de una organización de construcción madura como una que se comunica con todos los participantes para gestionar las actividades de diseño, construcción y mantenimiento para cumplir con los procesos planificados (Sarshar et al., 2000).

Las organizaciones de construcción inmaduras, por el contrario, se caracterizan por tener procesos de construcción improvisados que están llevando a cabo los gerentes y profesionales del proyecto independientemente de si el proceso se ha especificado dentro del proyecto o no (Sarshar et al., 2000).

Dado que los proyectos de construcción se consideran organizaciones temporales y cada proyecto es único hasta cierto punto, al igual que con otras organizaciones, pueden compartir las características generales de madurez e inmadurez (Sarshar et al., 2000).

2.4.2 Modelo de madurez

Nesensohn (2014) concluye que los modelos de madurez aplican un enfoque de ciclo de vida en el que un área o proceso se desarrolla con el tiempo hasta que alcanza un nivel de madurez más alto. Establecer una medida del progreso, conforme al avance en niveles de madurez ya definidos, nos permite medir con un grado de objetividad el nivel de madurez.

Perez et al. (2014) describen al modelo de madurez como un mapa que guía a la organización en la implementación de buenas prácticas, ofreciendo un punto de partida. Además de describir un camino de mejoramiento evolutivo, desde los procesos inconsistentes hasta los más maduros de la organización. La cual permite evaluar el estado de desarrollo de una organización o proceso de negocio,

y así trazar claramente estrategias de mejoras para lograr los objetivos previstos e identificar las áreas donde la organización debe enfocarse para mejorar.

2.4.3 Aplicación de modelos de madurez

Perez et al. (2014) menciona que a pesar que los modelos de madurez contienen un grupo de buenas prácticas integradas, que indican qué se debe hacer, es decir, con qué parámetros debe cumplir la organización para asumir determinados niveles de madurez; no se explica explícitamente cómo evaluarlos, dificultando su aplicación. Sin embargo, a pesar de ello la aplicación de modelos de madurez se da, pero no de manera efectiva.

Perez et al. (2014) describe 3 procedimientos para la aplicación de modelos de madurez:

2.4.3.1 Procedimiento para la evaluación de la madurez en organizaciones de servicio

El procedimiento presentado está dirigido a evaluar la madurez basada en un modelo de madurez para sistemas de servicios. En la Figura N°2.7 se resumen sus pasos (Perez et al., 2014):

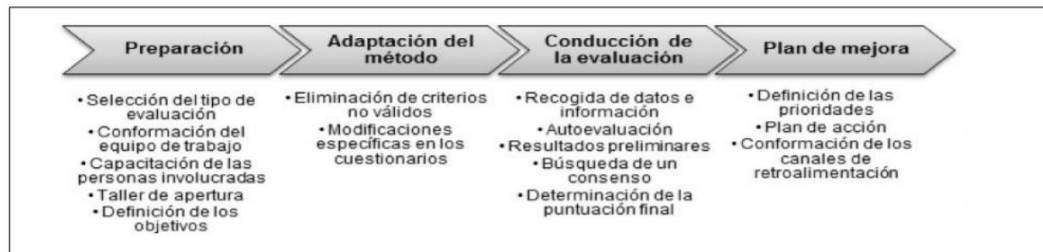


Figura N°2.7 Procedimiento para la evaluación de la madurez en organizaciones de servicio
 Fuente: Perez et al. (2014)

Este procedimiento considera el trabajo en equipo, la mejora de los procesos a partir de los resultados de la evaluación y se define un plan de acción para las medidas de mejora, cuya ejecución debe ser valorada regularmente. Resulta bastante simple pero no se encuentran disponibles herramientas o métodos para ejecutar sus pasos (cuestionarios). Además, es diseñado específicamente para un modelo de madurez cuya información disponible es escasa (Perez et al., 2014).

2.4.3.2 Metodología de evaluación SCAMPI

Para el modelo de madurez CMMI, el SEI desarrolla una metodología para la evaluación con este modelo, denominado Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI) (Perez et al., 2014). Su medición se da en tres fases, resumidas en la Tabla N°2.11.

Tabla N°2.11 Metodología de evaluación SCAMPI
 Fuente: Perez et al. (2014)

Fase	Proceso
Planificación y preparación para la evaluación	Analizar requerimiento
	Desarrollar plan de evaluación
	Seleccionar y preparar equipo
	Obtener y analizar evidencia objetiva inicial
	Preparar la recolección de evidencia objetiva
Conducción de la evaluación	Examinar la evidencia objetiva
	Verificar y validar la evidencia objetiva
	Documentar la evidencia objetiva
	Generar los resultados de la evaluación
Reporte de los resultados	Entregar los resultados de la evaluación
	Archivar los activos de la evaluación

Esta metodología es compleja de aplicar y muy rigurosa y no ofrece herramientas para su aplicación. Solo puede ser aplicada por auditores autorizados o personal entrenado en su aplicación. En comparación con la anterior, esta no contempla una etapa de mejora, limitándose solo a reportar los resultados de la evaluación (Perez et al., 2014).

Cabe resaltar, que ni el procedimiento, ni la metodología descritos, ponen a disposición las herramientas o formas de recogida de información que utilizan (Perez et al., 2014).

2.4.3.3 Procedimiento para la aplicación del modelo de madurez PEMM

El procedimiento mostrado en Figura N°2.8 fue realizado para guiar la aplicación del modelo PEMM, específicamente para el que se emplea para evaluar la madurez de los procesos (Perez et al., 2014).

Perez et al. (2014) consideran otros procedimientos, y se establecen procedimientos para la implementación con las siguientes premisas:

1. El compromiso de la alta dirección de la organización en cuanto al suministro de la información necesaria y su participación en el proceso de evaluación.

2. El proceso debe estar identificado, de no ser así, se ubicaría en un "nivel de madurez cero". En este caso la organización debe definir sus procesos y luego realizar las acciones necesarias para alcanzar un nivel de madurez P-1.

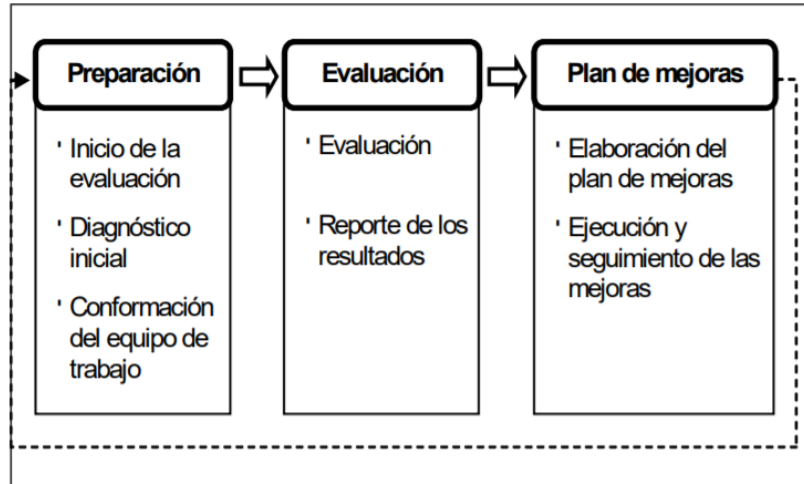


Figura N°2.8 Procedimiento para la aplicación del modelo de madurez PEMM
Fuente: Perez et al. (2014)

El diseño de este procedimiento es cíclico, enfoque que posibilita la mejora continua (Perez et al., 2014).

2.4.4 Medidas de madurez del Last Planner System

Daniel (2017) recalca la importancia de medidas constantes de los procesos en el LPS cuando se esté aplicando en un proyecto.

Como lo menciona el Lean Construction Institute (2016) “La evaluación, o diagnóstico, es una parte integral del proceso PDCA (Plan, Do, Check, Adjust) de mejora continua en las metodologías Lean. Para apoyar el viaje de un equipo o un individuo hacia la mejora continua”.

2.4.4.1 Modelo de madurez – Lean Construction Institute

El Lean Construction Institute ha desarrollado un instrumento de evaluación para evaluar el uso de las mejores prácticas de Lean: Evaluación de la fuerza del equipo, así como las prácticas y herramientas Lean para que tenga una línea de base y un camino claro para medir la mejora continua. Transformar el proceso con el que entregamos proyectos, así como la cultura de la industria, es de lo que se trata esta tecnología de evaluación (Ahlstrom et al., 2016).

“El objetivo de la herramienta de evaluación de salud y madurez de LCI Lean IPD es proporcionar al equipo del proyecto una instantánea de su progreso en la adopción de las prácticas más conocidas de Lean Integrated Project Delivery. La herramienta se desarrolló con el conocimiento de que la madurez de Lean / IPD es de hecho una progresión y no un interruptor binario que se activa o desactiva al insertar algunas herramientas. Un proyecto puede llamarse "Lean" y, sin embargo, solo estar en los primeros niveles de madurez Lean para muchos de los métodos y enfoques Lean. Una evaluación, como esta, es una de las pocas formas de cuantificar con cierta objetividad cómo "inclinarse" un proyecto elemento por elemento. El Marco para los elementos se desarrolló dentro de la Comunidad de Práctica del Instituto de Lean construction; Las descripciones de los elementos están integradas en la herramienta y se muestran a medida que se evalúa cada elemento” (Ahlstrom et al., 2016).

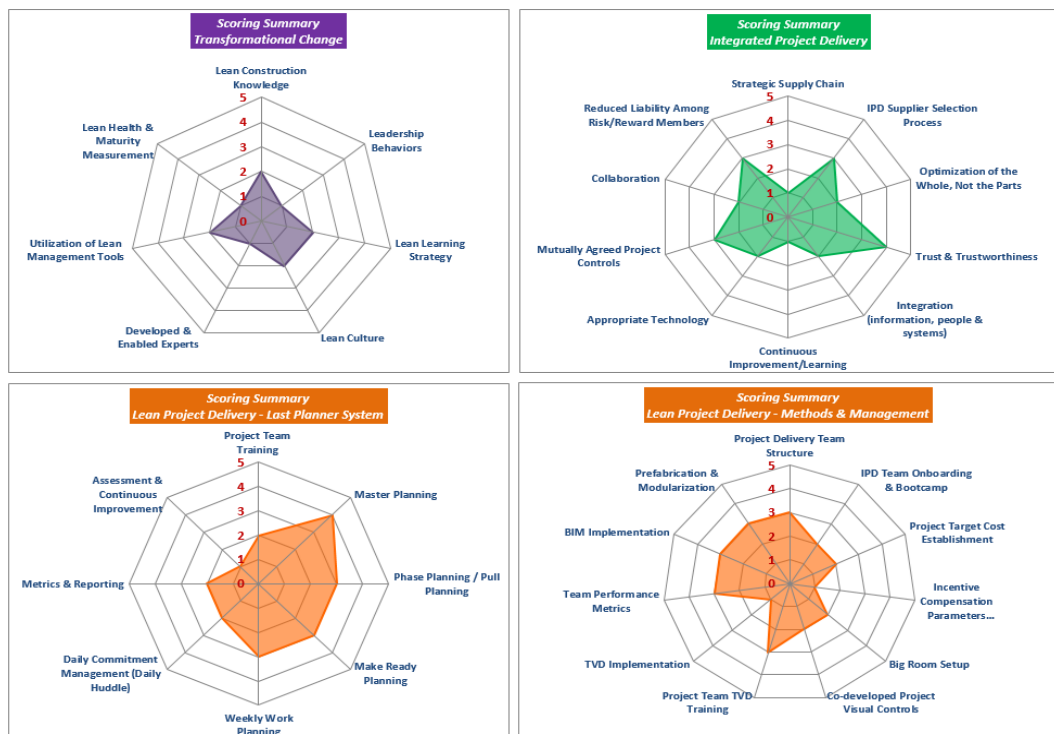


Figura N°2.9 Reporte de la evaluación de salud y madurez de LCI.
Fuente: Ahlstrom et al. (2016)

La Tabla N°2.12 Niveles de madurez del LPS – LCI muestra los seis niveles de madurez del LPS-LCI que cada uno de los elementos dentro de las prácticas más conocidas de Lean Integrated Project Delivery.

Tabla N°2.12 Niveles de madurez del LPS – LCI
Fuente: Adaptado de Ahlstrom et al. (2016)

Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
---------	---------	---------	---------	---------	---------

Desconocimiento Sin conocimiento o comprensión del elemento Lean	Consciente Se demuestra el conocimiento del elemento Lean pero no se implementa	Aprendiendo La mayoría del elemento no se implementa o se implementa de forma ad- hoc	Competente El elemento se implementa principalmente en un nivel competente	Enseñando El Elemento se implementa con éxito en un nivel robusto de sofisticación con los líderes clave del proyecto que entrenan activamente la implementación	Innovando El Elemento se implementa por completo y el proyecto aporta las mejores prácticas conocidas a la industria para este elemento
--	--	---	---	---	---

2.4.4.2 Modelo de madurez Last Planner System – Lean Construction Institute (LPS – LCI)

El modelo de madurez del LPS – LCI, forma parte de “LCI Lean IPD Health and Maturity Assessment Approach”. Una evaluación, como esta, es una de las pocas maneras de cuantificar con cierta objetividad cómo "Lean" un proyecto es elemento a elemento. El Marco para los elementos se desarrolló dentro de la Comunidad de Práctica del Instituto de Lean construction; las descripciones de los elementos se encuentran en el marco de la herramienta y se muestran a medida que se evalúa cada elemento. En el Anexo N°1 se describen los niveles de cada componente del modelo de madurez del LPS. Una evaluación incluye un resumen ejecutivo y observaciones generales del LPS que respalda la calificación del diagnóstico. La Figura N°2.10 muestra un ejemplo de gráficos que ilustran los resultados de la evaluación que incluye el reporte típico.

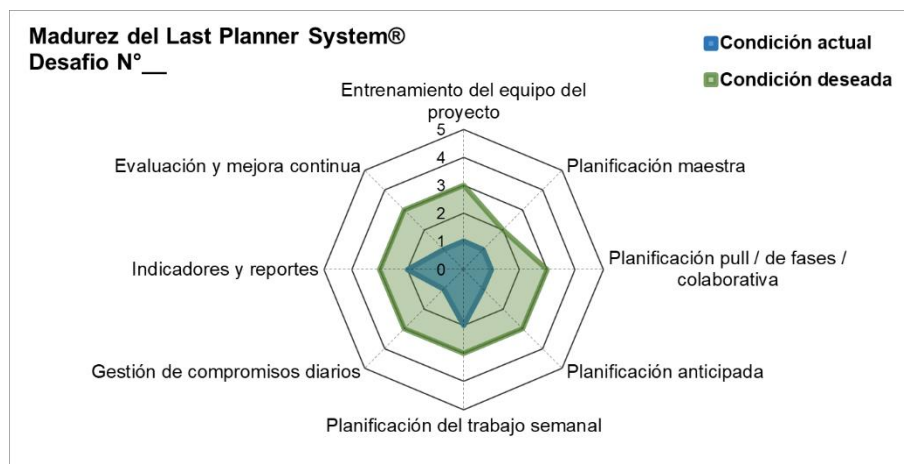


Figura N°2.10 Reporte de evaluación del LPS
Fuente: Adaptado de Ahlstrom et al. (2016)

Los 8 elementos evaluados y agrupados dentro del flujo de trabajo del LPS se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla N°2.13 Elementos evaluados en la madurez del LPS – LCI
Fuente: Adaptado de Ahlstrom et al. (2016)

Niv.	Comp.
	Entrenamiento del equipo
Debería	Planificación maestra
	Planificación pull / de fases / colaborativa
Puedo	Planificación anticipada
Se hará	Planificación del trabajo semanal
	Gestión de compromisos diarios
Hecho	Indicadores y reportes
	Evaluación y mejora continua

2.4.4.3 Guía de Planning Best Practice

Lagos (2017), describe la guía de Planning Best Practice (PBP), como una medida del nivel de implementación del proyecto. La guía PBP desarrolla la aplicación de los principios de LPS en la construcción. En la misma tesis se detalla una encuesta que consta de 80 parámetros en una escala de Likert, que permiten evaluar la implementación de los 16 componentes del LPS. En la Tabla N°2.14 se aprecian los 16 criterios del PBP.

Tabla N°2.14 Componentes del Planning Best Practices (PBP)
Fuente: Lagos (2017)

Evaluación grado de implementación	
N°	Criterio
1	Estandarización del proceso de planificación y control
2	Estandarización de las reuniones de planificación de corto plazo
3	Participación de los últimos planificadores en reunión de planificación y toma de decisiones
4	Uso de indicadores para evaluar el cumplimiento de la planificación
5	Análisis crítico de la información
6	Gestión visual de información
7	Definición correcta de paquetes de trabajo
8	Uso de un plan maestro fácil de entender y transparente
9	Planificación de Fases
10	Estandarización de la planificación intermedia
11	Análisis y remoción sistemática de restricciones
12	Uso de un Inventario de Trabajo Ejecutable
13	Uso exclusivo del ITE en planificación de corto plazo
14	Planificación y control de flujos físicos de trabajo
15	Acciones correctivas basadas en CNC
16	Comunicación y trabajo en equipo

Para la presentación de la información Lagos (2017) hace uso de un diagrama tipo araña. En la Figura N°2.11 se muestra un ejemplo del reporte.

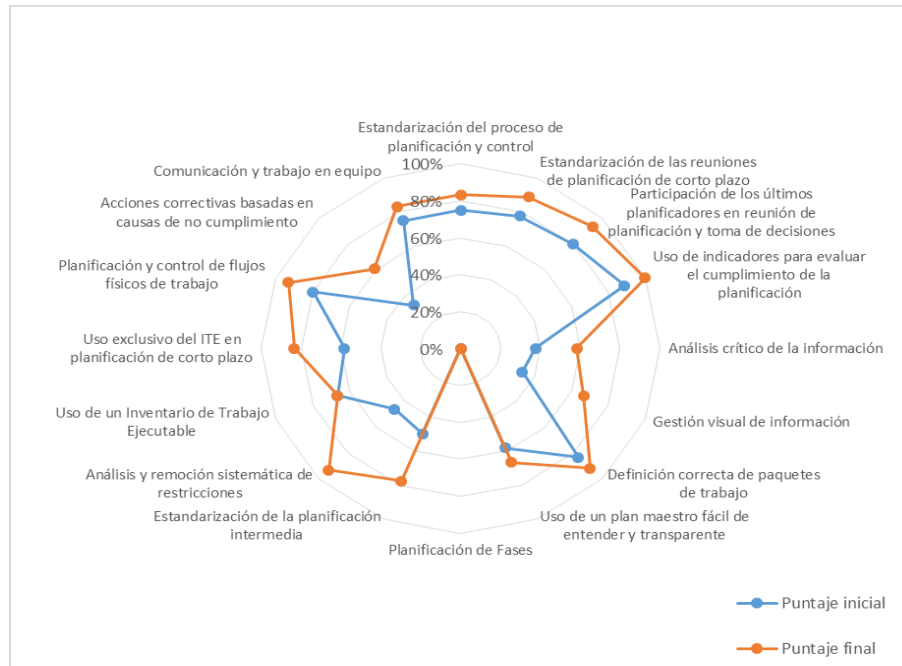


Figura N°2.11 Comparativo grado de implementación inicial y final
Fuente: Lagos (2018)

2.5 TOYOTA KATA (TK)

Mike Rother (2009) en su libro "Toyota Kata" introdujo el concepto de los Katas en Toyota al mundo. Al hacerlo, reveló un lado muy práctico, pero disciplinado de Toyota. Una cultura disciplinada de mejora continua es una forma de vida para los empleados de Toyota basada en la sencilla pero poderosa metodología PDCA que utiliza el pensamiento científico para avanzar en su conocimiento y desarrollar a cada empleado para que pueda resolver mejor los problemas. La idea del pensamiento científico se trata de reunir e interpretar nueva información para refinar nuestra comprensión y evolucionar nuestro pensamiento.

La palabra "kata" se refiere a secuencias de movimiento en artes marciales utilizadas para entrenar combatientes para que sus acciones se vuelvan instintivas, esencialmente de segunda naturaleza (Rother, 2009)

En Lean, Kata se refiere a las rutinas de comportamiento que se practican para convertirse en hábitos naturales (Rother, 2009).

Para Gisi (2018) Kata se basa en una tutoría entre un entrenador y un alumno con la intención de desarrollar las habilidades de mejora de procesos de un individuo a través del pensamiento crítico, la ejecución disciplinada y la repetición continua para crear y reforzar un comportamiento, patrón o hábito deseado.

Gisi (2018) describe a TK como un enfoque estándar y estructurado para la mejora continua que implica un pensamiento sistemático y científico que refleja la cultura de Toyota para el desarrollo de las personas y para impulsar mejoras operativas. Su objetivo es cambiar la forma de pensar y resolver problemas de las personas mediante el entrenamiento y el refuerzo de los comportamientos deseados a través de una rutina deliberada y practicada que, tras una repetición extensa, se convierte en un hábito inconsciente. Es una forma de involucrar recursos sin explotar o subutilizados para crear una cultura organizacional de mejoras continuas de procesos.

El enfoque de TK se basa en dos conceptos: Kata de Mejora (IK) y Kata de Entrenamiento (CK) (Rother, 2009). El aprendiz y su equipo realizan el Kata de Mejora, mientras que el Kata de Entrenamiento requiere un entrenador (mentor) para acompañar, guiar y desarrollar habilidades en el aprendiz para asegurar su éxito al aprender a aplicar el Kata de Mejora.

2.5.1 Kata de Mejora

Rother (2009), describe a la Kata de Mejora como una rutina de mejora continua para que el aprendiz y su equipo de trabajo desarrollen un pensamiento científico y creativo, para que enfrenten desafíos en condiciones dinámicas y alcancen sus objetivos. Y para su desarrollo propone los siguientes cuatro pasos para la Kata de mejora representada por en la Figura N°2.12. y la Figura N°2.13.

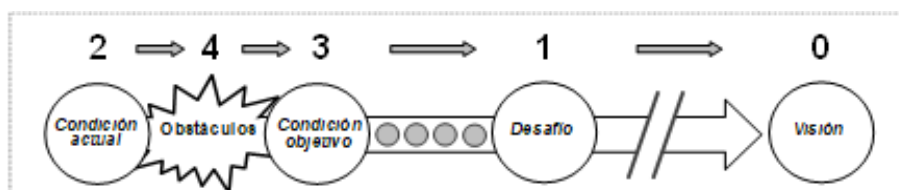


Figura N°2.12 Secuencia de rutina para la Kata de mejora
Fuente: Rother (2016)

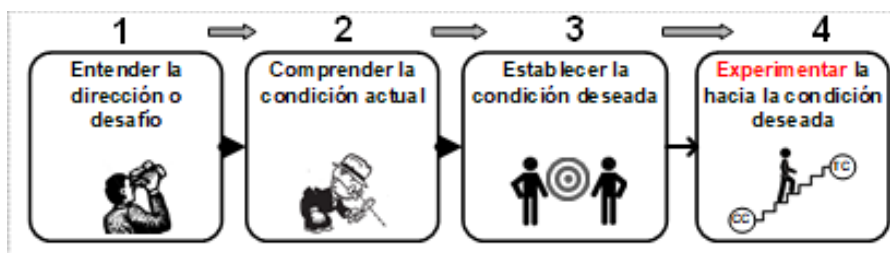


Figura N°2.13 Etapas para Kata de mejora
Fuente: Rother (2016)

2.5.1.1 *Comprender la dirección / desafío.*

Una visión es una descripción de la condición que uno quiere lograr en el futuro; ayuda al pensamiento y la acción a enfocarse en el objetivo y permite evaluar ideas y propuestas con el mismo objetivo, evitando la necesidad de tomar decisiones que se contradicen entre sí (Rother, 2009)

La definición de una visión a largo plazo Figura N°2.12 es complicada e implica riesgos, ya que el futuro no es predecible y, al mismo tiempo, depender exclusivamente de habilidades, paradigmas, tecnologías y productos actuales limita excesivamente la amplitud futura de la condición objetivo (Rother, 2009).

Después de definir la visión, se selección un desafío sin límite establecido, que especifique el que y cuando, pero no el cómo. Esto concentra las energías gastadas por la organización en la mejora de procesos específicos, para evitar el gasto de energía en la selección aleatoria de todo lo que parece urgente

2.5.1.2 *Comprender la condición actual del proceso*

Este paso se considera como el punto de partida para las mejoras, con el objetivo de comprender el patrón de trabajo actual. A través de observaciones y mediciones en el sistema, se pretende obtener conocimiento de los métodos de trabajo, operaciones y datos actuales (Rother, 2009).

2.5.1.3 *Establecer la siguiente condición objetivo*

La condición objetivo es importante para la gestión y mejora eficaz de un proceso que Toyota no suele comenzar tratando de mejorar o avanzar antes de haber definido una condición objetivo. Esto asegura que los esfuerzos de la gente se focalicen en necesidades reales y no en las diversas ideas u opiniones acerca de lo que podemos hacer (Rother, 2009).

2.5.1.4 *Experimente hacia la condición objetivo*

En esta etapa, se llevan a cabo pequeños experimentos que permitirán al aprendiz y su equipo recorrer el camino desconocido entre la condición actual y la condición objetivo. Para ello se toma el ciclo PDCA como un bloque general de mejora, siendo el "Plan" nuestra condición objetivo, El "Do" una constante mejora por medio de ciclos rápidos de mejora PDCA. A través de los ciclos rápidos de mejora

PDCA, la experiencia se planifica, ejecuta, se verifica el resultado y se analiza el aprendizaje adquirido para poder llegar a obtener mejores resultados (Rother, 2009). En la Figura N°2.14 se aprecia el ciclo rápido de mejora PDCA en Toyota.

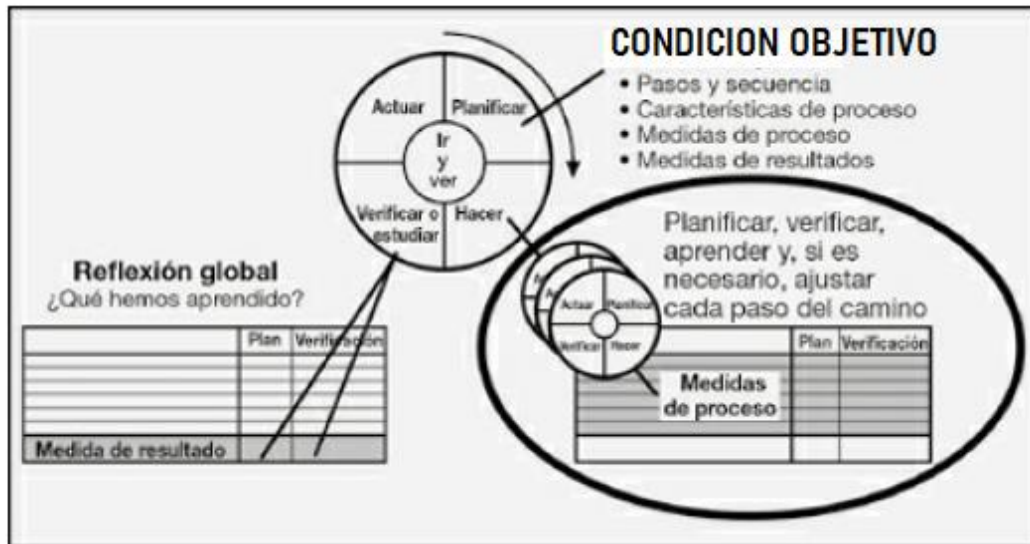


Figura N°2.14 Experimentación mediante ciclos rápidos de mejora PDCA
Fuente: Rother (2009)

La Figura N°2.15 muestra un formato propuesto por Rother (2009) para llevar acabo los ciclos rápidos de mejora PDCA.

Ciclos rápidos de mejora PDCA			
Obstáculo:		Proceso:	
		Aprendiz:	Coach:
Datos, pasos métricas, etc.	¿Qué se espera?	Que paso	Que se aprendió

*Hacer un ciclo coaching
Conducir los experimentos*

Figura N°2.15 Formato para ciclos rápido de mejora PDCA
Fuente: Adaptado de Rother (2016)

2.5.2 Kata de entrenamiento

Según Rother (2009), para que el estándar de mejora de Kata se practique de

manera efectiva y eficiente, el aprendiz necesita orientación, como es el caso en varias actividades diarias. Kata de Entrenamiento requiere que una persona experimentada (entrenador) acompañe al aprendiz durante todo el proceso de mejora de Kata, asegurando que siga y aplique todos los pasos necesarios. El entrenador ayuda al aprendiz a establecer las condiciones objetivo y desarrollar soluciones, pero sin proporcionar la solución final. La Figura N°2.16 representa la relación entre el Kata de Mejora y el Kata de Entrenamiento.

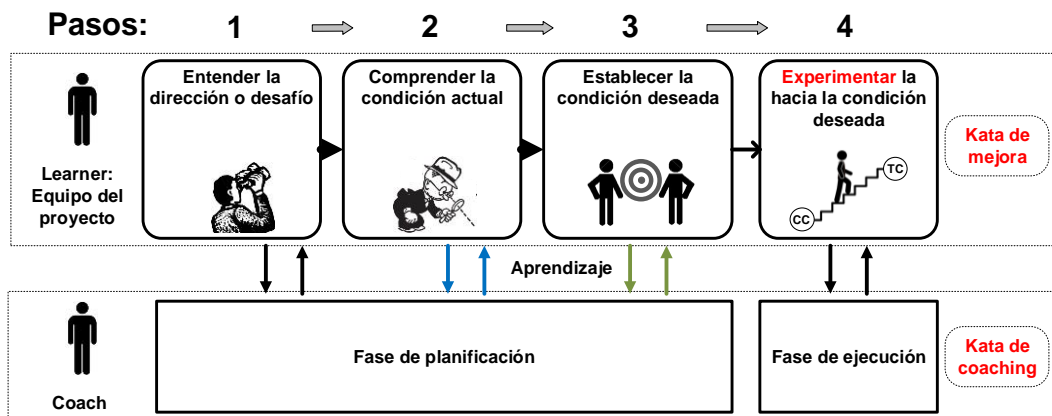


Figura N°2.16 Modelo Toyota Kata
Fuente: Adaptado de Rother (2016)

El Entrenador actúa muy cerca del equipo, usando las preguntas sugeridas por Rother (2009), y por lo tanto acompaña las mejoras. Un paso importante es la definición de la condición objetivo. Esto puede ubicarse en la llamada zona de aprendizaje, donde el objetivo puede ser desafiante, pero no fuera de su alcance. Por lo tanto, el alumno no está frustrado, sino motivado. Cada vez que el aprendiz presenta alguna sugerencia de acción a tomar, y esto no va en la dirección correcta, el Entrenador por su conocimiento y experiencia, y a través de las cinco preguntas, Kata ayuda al equipo a redirigirse y continuar el experimento en la dirección correcta.

Como punto de partida, se identifica la necesidad de llevar a cabo la implementación de manera clara y organizada, así como la necesidad de identificar un medio que haga que la mejora implementada sea permanente. Esto se logrará con la ayuda de la rutina Kata de Entrenamiento, en la cual el Entrenador y el aprendiz trabajan juntos para superar los obstáculos y alcanzar el desafío.

Cuando se experimenta hacia la Condición objetivo hay una serie de obstáculos

entre la Condición actual y la Condición objetivo, que pueden evitar que el proceso se comporte como se esperaba. Estos obstáculos deben superarse mediante experimentos basados en el método científico, en forma de ciclos PDCA y utilizando un *storyboard* como una forma de registrar las actividades realizadas. Para alcanzar el desafío, será necesario superar estos obstáculos, como se muestra en la Figura 14, que se encuentran en la zona de lo desconocido, en la que se desconoce el comportamiento del sistema. El equipo debe superar todos los obstáculos en esta zona, hasta que alcance la Condición objetivo y obtenga el comportamiento deseado en el sistema.



Figura N°2.17 Zona desconocida
Fuente: Adaptado de Rother (2016)

Para llevar a cabo estos ciclos de entrenamiento repetitivos se deben de responder 5 preguntas. (Rother, 2009):

Tabla N°2.15 Las 5 preguntas para Kata de Entrenamiento
Fuente: Adaptado de Rother (2016)

5 preguntas de Kata de Entrenamiento
¿Cuál es la condición objetivo? (El desafío) ¿Qué esperamos que suceda?
¿Cuál es la condición actual ahora? ¿Es la descripción de la condición actual medible? ¿Qué aprendimos del último paso? Ve y velo por ti mismo. No confíe en los informes.
¿Qué obstáculos le impiden ahora alcanzar la condición objetivo? ¿A cuál te diriges ahora? Observe cuidadosamente el proceso o situación. Concéntrese en un problema u obstáculo a la vez. Evite la parálisis de Pareto: no se preocupe demasiado por encontrar el mayor problema de inmediato. Si está avanzando en ciclos rápidos, lo encontrará pronto.
¿Cuál es tu próximo paso? (Inicio del próximo ciclo de PDCA) Tome solo un paso a la vez, pero hágalo en ciclos rápidos. El siguiente paso no tiene que ser el más beneficioso, el más grande o el más importante. Lo más importante es que tomes un paso. Muchos de los próximos pasos son un análisis adicional, no contramedidas. Si el siguiente paso es más análisis, ¿qué esperamos aprender? Si el siguiente paso es una contramedida, ¿qué esperamos que suceda?
¿Cuándo podemos ir y ver lo que hemos aprendido al dar ese paso? Tan pronto como sea posible. Hoy no es demasiado pronto. ¿Qué tal si vamos y damos ese paso ahora? (¡Luchen por ciclos rápidos!)

El seguimiento se lleva a cabo junto a un tablero *storyboard*, que debe ubicarse lo más cerca posible del proceso, y visible para que todos los involucrados puedan tener acceso a la información y al progreso de la aplicación del Kata de Mejora. La Figura N°2.18 muestra un ejemplo de un *storyboard*.

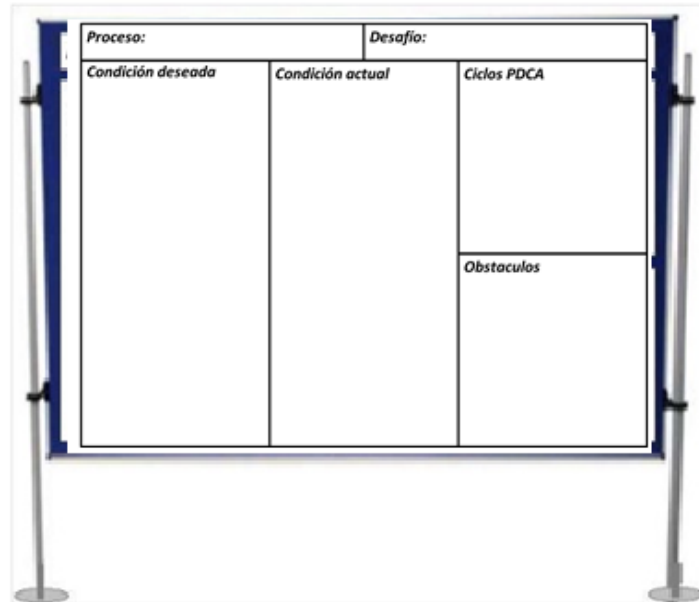


Figura N°2.18 Storyboard para Toyota Kata
Fuente: Adaptado de Rother (2016)

CAPÍTULO III. PROPUESTA DE SISTEMA DE MEJORA CONTINUA PARA FACILITAR LA MADUREZ DEL LAST PLANNER SYSTEM (LPS) DURANTE LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO.

El propósito de este capítulo es presentar la propuesta del sistema de mejora continua, que integra el enfoque de TK y la madurez del LPS. Para lograr este objetivo, el capítulo comienza con una explicación de la estructura del sistema, seguido por la interacción de los ciclos PDCA en la superación de los obstáculos, así como las salidas de las condiciones objetivo para cada fase (definidas por el nivel de madurez del LPS objetivo).

3.1 SISTEMA PROPUESTO

Para esta investigación, el planteamiento de la estructura del sistema se basó en el diamante de Shigeo Shingo, el que menciona que todo trabajo en las organizaciones es el resultado de un sistema, y estos deben diseñarse para producir un objetivo final específico, de lo contrario, evolucionarán por sí solos. Los sistemas impulsan el comportamiento de las personas o, más bien, crean las condiciones que hacen que las personas se comporten de cierta manera. Uno de los resultados de los sistemas mal diseñados es la enorme variación en el comportamiento o incluso el mal comportamiento constante. La variación en el comportamiento conduce a la variación en los resultados. El proceso de transformación de Shingo tiene la necesidad crítica de alinear correctamente los sistemas con los principios, lo que conlleva estratégicamente a comportamientos ideales en las personas (Plenert, 2018).

El comportamiento del sistema desarrollado tiene como objetivo final específico, facilitar la madurez del LPS en una organización, que tiene la intención de implementar el LPS en la planificación de obra, con el fin de garantizar el tiempo de entrega, reducir los costos resultantes de las paradas de producción y mejorar el uso de recursos. Además, la propuesta sistemática abordar los problemas de la implementación y madurez del LPS con una perspectiva sistémica, de modo que las acciones de transformación y salida del sistema estén orientadas a un desafío

(condición objetivo) y un propósito (visión). No solo se busca implementar el LPS sino desarrollar la madurez en el equipo del proyecto, para que tenga la capacidad de seguir realizando mejoras continuas en busca del nivel 5 de madurez.

Los principios, el sistema que rigen el sistema propuesto se describen en base a los principios del LPS planteados por Ballard y Tommelein (2016). Estos fueron mencionados en el capítulo II de esta investigación.

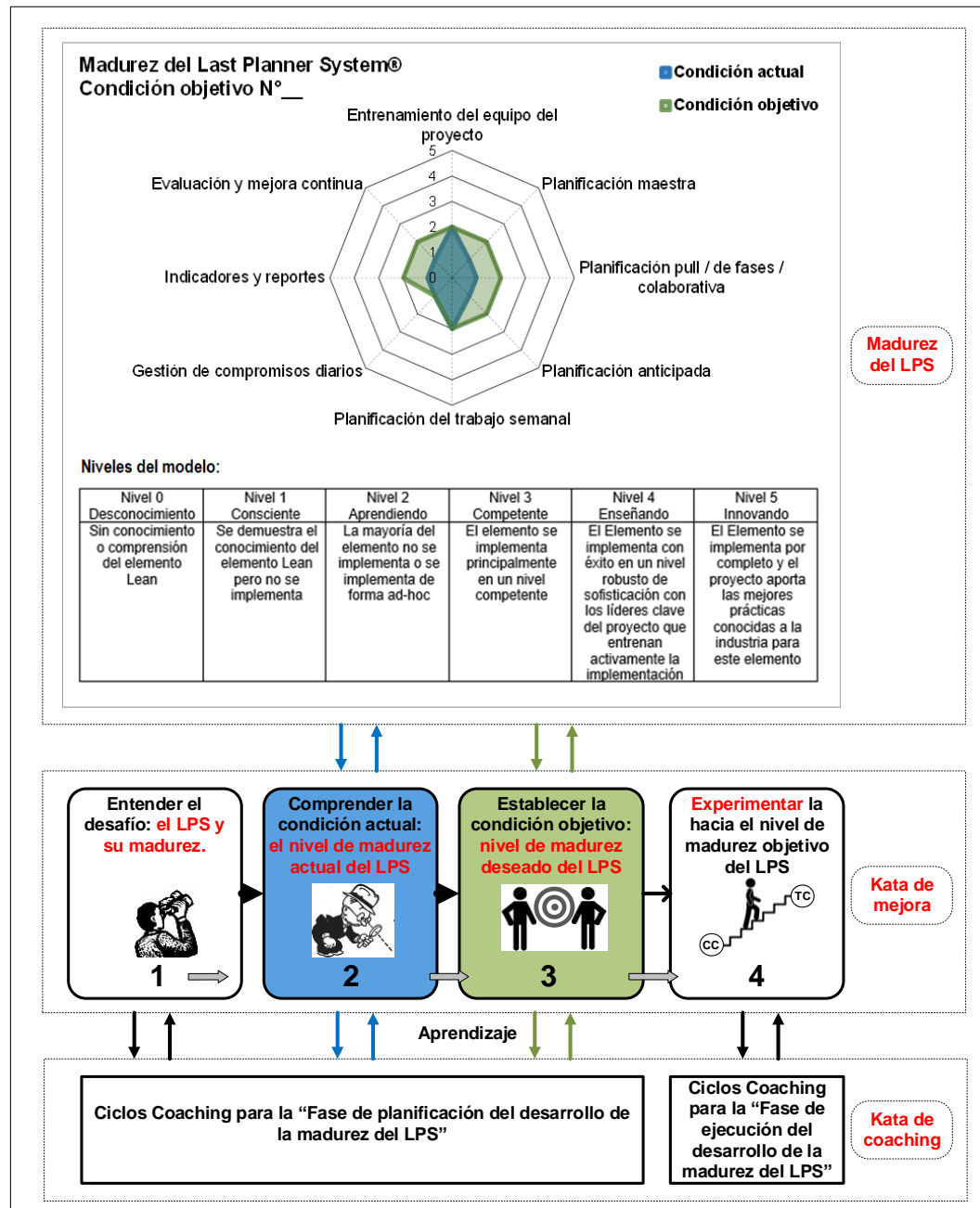


Figura N°3.1 Adaptación del modelo Toyota Kata a la de implementación del LPS
Fuente: Elaboración propia

El sistema propuesto se basa en rutinas de comportamiento que continuamente se enseñan a todos los miembros del proyecto y esta se fundamenta en el TK y el modelo de madurez del LCI-LPS. La Figura N°3.1 muestra el esquema del sistema propuesto.

A continuación, se detallará el esquema propuesto.

3.1.1 Fase de planificación del desarrollo de la madurez del LPS

3.1.1.1 Paso 1: Entender la visión y el desafío.

La visión propuesta para las empresas que deseen adoptar el sistema, es ser una Organización en busca de una salud y madurez en la adaptación de la filosofía, metodología y herramientas de Lean Construction. Para lograr ello se debe hacer uso de la herramienta completa “*LCI Lean IPD Health and Maturity Assessment Tool*”. Esta fue descrita en el Capítulo II.

El equipo del proyecto deberá conocer esta visión y comprender que la implementación del LPS es la puerta de entrada a los comportamientos Lean dentro de una empresa. El LPS promueve tres grupos de comportamientos: (1) construir redes sociales, (2) abordar múltiples necesidades en un entorno dinámico y (3) tratar los proyectos de construcción como sistemas de producción. Algunos comportamientos que enseña el LPS son: la colaboración, transparencia, planificación a largo, planificación a mediano y corto plazo, preparar el trabajo, hacer compromisos claros, promesas confiables, indicadores y reportes, gestión visual y mejora continua (Fauchier y Alves, 2013). La Figura N°3.2 muestra la relación de la visión de la empresa, el desarrollo del desafío del proyecto y la madurez de los procesos del LPS.

Por ejemplo, cuando se implementa el LPS en un proyecto que se encuentra en plena ejecución, lo recomendado es comenzar con una planificación cortoplacista y después seguir con la planificación a largo plazo e intermedio, este marco de implementación servirá como guía para evaluar que elemento del LPS madurar primero, en este caso lo lógico sería comenzar con el elemento “entrenamiento del equipo del proyecto” seguido por los elementos “Plan de trabajo semanal” e “indicadores y reportes”; después de madurar estos elementos, seguiría la madurez de los elementos de “planificación maestra”, “planificación pull”,

“planificación anticipada”, “Gestión de compromisos diarios” y demás, todo ello deberá ser definido por equipo.

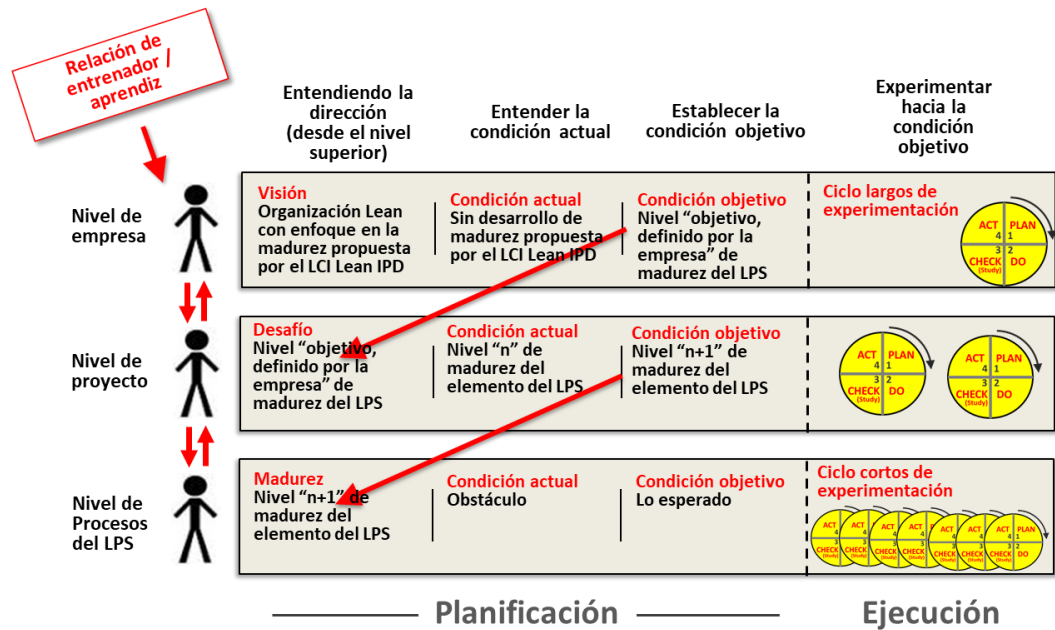


Figura N°3.2 Práctica de Toyota Kata en todos los niveles de la organización.
Fuente: Elaboración propia basada en Rother (2016)

Todo el camino que recorre el equipo en busca de madurar el LPS en el proyecto, se deberá de generar mediante ciclos Kata de entrenamiento, entre el entrenador y el equipo.

3.1.1.2 Paso 2: Comprender la condición actual

La comprensión de la primera condición actual en el proyecto, será definida por el nivel de madurez actual del proyecto. Mientras que las demás condiciones actuales serán definidas por el ultimo nivel de madurez del LPS alcanzado. El diagrama de la izquierda (color celeste) mostrando en la Figura N°3.3, muestra el ejemplo de la presentación de una condición actual establecida, y el diagrama de la derecha muestra la nueva condición actual, después de superar los obstáculos de la condición objetivo.

El entrenador estará a cargo de evaluar el nivel de madurez del LPS, para ello deberá de evidenciar el nivel de madurez del LCI mediante: conversaciones con el equipo del proyecto y los últimos planificadores, corroborando el uso de las herramientas/métodos del LPS y evaluando los indicadores del LPS. Después de dicho análisis se procederá a reunir al equipo del proyecto para generar una

conversación sobre el nivel de madurez de cada elemento del LPS, la información recaba por el entrenador previamente servirá como evidencia para determinar un nivel de madurez más objetivo junto al equipo del proyecto. Para una mejor evaluación se seguirá la guía completa expuesta por el LCI (ver Tabla N°3.1)

Tabla N°3.1 Guía para determinar el grado de madurez
Fuente: Adaptado de Ahlstrom et al. (2016)

1.- Identifica y reúne recursos
Identificar e invitar a un grupo diverso de personas del equipo del proyecto para la sesión de trabajo. Planifique una sesión de trabajo de 2-3 horas dependiendo del tamaño y la complejidad del proyecto y la cantidad de participantes. Distribuya las características para la lectura previa si es posible.
2.- Llevar a cabo la evaluación
Para cada uno de los 7 elementos, solicite a los participantes de la sesión de trabajo que lean los criterios (descripción de nivel) de las Características que comienzan en el nivel 1 para cada elemento y que discutan si se aplica a la realidad actual de este grupo. Si lo hace, vaya al nivel 2 y repita. Si no todos los descriptores se observan de manera significativa, aplique el puntaje de nivel anterior para ese elemento. Esté atento a las siguientes trampas: hay dos tendencias a tener en cuenta, ambas conducen al desperdicio: Ser demasiado conservador: <ul style="list-style-type: none"> • Creer que el equipo del proyecto es mucho más alto que el real cuando, en realidad, está más cerca de la calificación general. Esto llevará al departamento a tomar medidas adicionales para alcanzar un nivel superior cuando el departamento aún no esté listo. Además, el departamento dedicará tiempo a esto en lugar de trabajar con el resto de la organización para avanzar al próximo nivel apropiado. Esto conducirá a la reelaboración. • Creer que el equipo del proyecto es más bajo que la organización en general, cuando en realidad está más cerca de la calificación general. Esto llevará al departamento a realizar esfuerzos innecesarios para alcanzar un nivel que ya se haya alcanzado. Esto conducirá a un procesamiento excesivo. Use evidencia basada en la evaluación, no en lo que el equipo piensa hacer. Los artefactos del proyecto de observación y revisión lo ayudarán a determinar una evaluación precisa para cada elemento.
3.- Documenta los resultados y desarrolla un plan de acción
Capture las observaciones en la sección de comentarios de la herramienta para su uso posterior para respaldar el puntaje de evaluación si se le solicita. Generar un informe del evaluador para ver e imprimir el resumen de notas y comentarios. Enumere los elementos para los cuales el equipo del proyecto obtuvo una puntuación baja en comparación con otros elementos.

3.1.1.3 Paso 3: Comprender la condición objetivo

El establecimiento de la condición objetivo durante la implementación y/o madurez del LPS en el proyecto, será definida por el siguiente nivel de madurez al que se desea llegar. Esta condición objetivo será elegida por el equipo junto al entrenador. La Figura N°3.3 muestra el ejemplo de la presentación de una condición objetivo establecida de color verde.

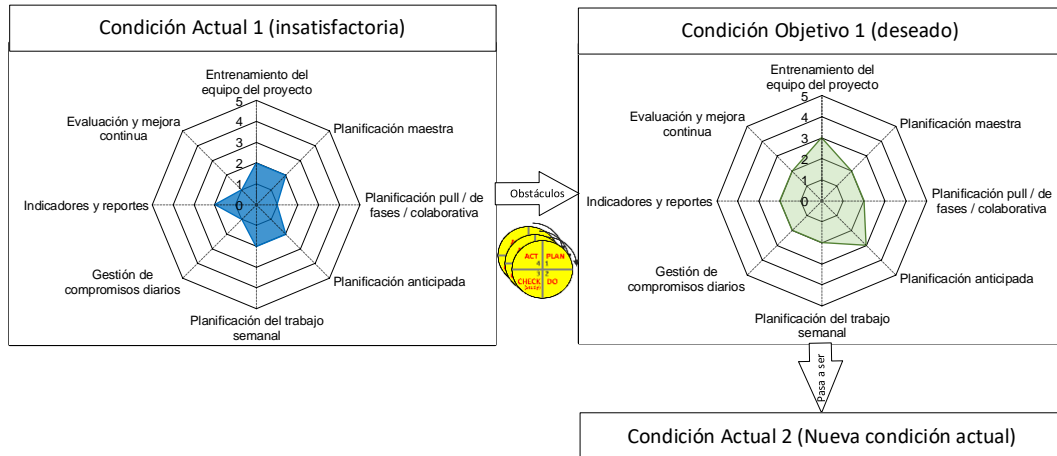


Figura N°3.3 Experimentación hacia el nivel de madurez deseado
Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Fase de ejecución del desarrollo de la madurez del LPS

3.1.2.1 Paso 4: Experimentar hacia la condición objetivo

Es necesario llevar a cabo experimentos frecuentes para movernos de la condición actual a la condición objetivo. No podemos prever el camino a recorrer debido a que está en la zona desconocida. Ir removiendo los obstáculos que nos encontremos en el camino será la guía a seguir.

Se hacen ciclos PDCA donde se define un experimento que busca remover un obstáculo entre la condición actual y la condición objetivo del elemento del LPS, se ejecuta el experimento planeado y se aprende de lo ocurrido.

El número de obstáculos a superar es desconocido y puede ser resuelto por varios experimentos. Cabe señalar que los ciclos de los experimentos deben ser cortos, de modo que, en caso de que la respuesta o el comportamiento del sistema se desvíen de la dirección establecida, es fácil planificar acciones que puedan redirigir el comportamiento del sistema a la dirección establecida.

La Figura N°3.4 nos muestra la experimentación hacia la condición objetivo desde la condición actual (nivel de madurez del LPS insatisfactorio) a la condición objetivo (nivel de madurez del LPS deseado) del elemento del LPS: "Entrenamiento del equipo del proyecto".

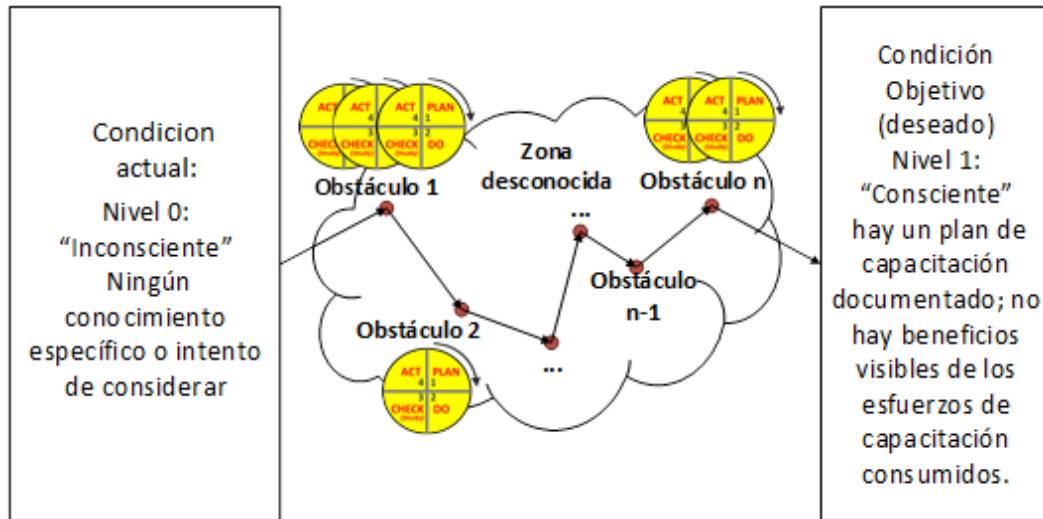


Figura N°3.4 Ciclos de mejora PDCA para el elemento “Entrenamiento del equipo del proyecto”
Fuente: Elaboración propia basada en Rother (2016)

Los ciclos PDCA deben ser documentados en un guion gráfico que ayudará durante la sesión de aprendizaje del entrenador en el ciclo de las Katas de Entrenamiento. Vale la pena mencionar que cada experimento o ciclo PDCA apunta a superar solo un obstáculo, como se muestra en la Figura N°3.5.

Condición de objetivo #1				
Registro de Ciclos PDCA				
Obstáculo	Acción planeada	¿Qué se esperaba?	¿Qué se hizo?	¿Qué se aprende?

Figura N°3.5 Registro de Ciclos PDCA
Fuente: Elaboración propia basado en Rother (2016)

Para apoyar la interacción entre el equipo y el entrenador en los ciclos de aprendizaje PDCA, el *Storyboard* debe usarse para documentar los elementos y el progreso de la historia de la madurez del LPS. En la Figura N°3.6 y en el Anexo N°2 muestra el formato que servirán de ayuda para la aplicación del sistema, en las fases de planificación y ejecución de los desafíos.

Desafío: Implementación Last Planner System			Condicion de objetivo #1				
			Ciclos PDCA				
Elemento	Condición objetivo	Condición actual	Obstáculos	Acción planeada	¿Qué se esperaba?	¿Qué se hizo?	¿Qué se aprende?

Figura N°3.6 Modelo de Storyboard
Fuente: Elaboración propia basado en Rother (2016)

El *Storyboard* deberá de ser impreso en un formato A3 como mínimo, indicando la condición objetivo que se desea, y las condiciones actuales que se deberán ir superando mediante los ciclos PDCA. Los ciclos PDCA se agregará en el Storyboards mediante post it.

3.1.3 Consideraciones previas a la aplicación del sistema

Se deberá realizar esfuerzos para tener desde un inicio el respaldo de la alta dirección de la empresa. Esta debe estar disponible y ser flexible para comprender y permitir el desarrollo del sistema de mejora continua para facilitar la madurez del LPS.

Después del consenso de la alta gerencia, se debe llevar a cabo la preparación necesaria para la aplicación del sistema, es decir, comenzar la transformación en la empresa a través de una capacitación sobre el enfoque TK, a través de información y simulación del sistema junto al equipo involucrado en la planificación. Con esta presentación inicial, se busca promover una mejor comprensión de los conceptos, y de la importancia de su participación para tener éxito.

Por último, se deberán de definir los roles de entrenador, aprendiz y equipo destinado a comenzar la implementación del sistema, y se adecuarán el storyboard dentro de la oficina de reuniones del proyecto.

CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

El propósito de este capítulo es describir el proyecto en el cual se ha aplicado el sistema de mejora continua para facilitar la madurez del LPS.

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El proyecto tiene el nombre de “CREACIÓN DEL COLISEO CULTURAL POLIDEPORTIVO DE LA LOCALIDAD DE PUTINA/ DISTRITO DE PUTINA/PROVINCIA SAN ANTONIO DE PUTINA/PUNO – COLISEO CUBIERTO (COMPONENTE I)”, está ubicado entre Jr. Santiago Giraldo. y Jr. Juan Chávez Molina con un área total de 21'979.18 m².

La siguiente Figura N°4.1 muestra la ubicación del proyecto y en la Figura N°4.2 se aprecia el modelo 3D arquitectónico.



Figura N°4.1 Ubicación de proyecto
Fuente: Consorcio San Antonio

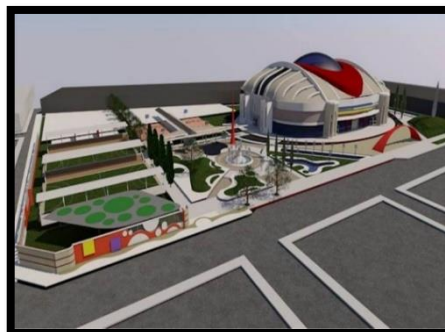


Figura N°4.2 Vista arquitectónica del proyecto.
Fuente: Consorcio San Antonio

4.1.1 Empresa Ejecutora

La ejecución del coliseo polideportivo está a cargo del Consorcio San Antonio, el cual está conformado por 5 empresas constructoras, las que se dedican a la ejecución de proyectos de edificaciones en el sector público y privado.

El consorcio obtuvo la buena pro en un concurso de licitación, llevada a cabo por la Municipalidad Provincial de Putina, para la ejecución del proyecto de “CREACIÓN DEL COLISEO CULTURAL POLIDEPORTIVO DE LA LOCALIDAD DE PUTINA/ DISTRITO DE PUTINA/PROVINCIA SAN ANTONIO DE PUTINA/PUNO – COLISEO CUBIERTO (COMPONENTE I)”.

4.1.2 Organigrama del proyecto de construcción

La siguiente figura muestra la organización funcional en el proyecto.

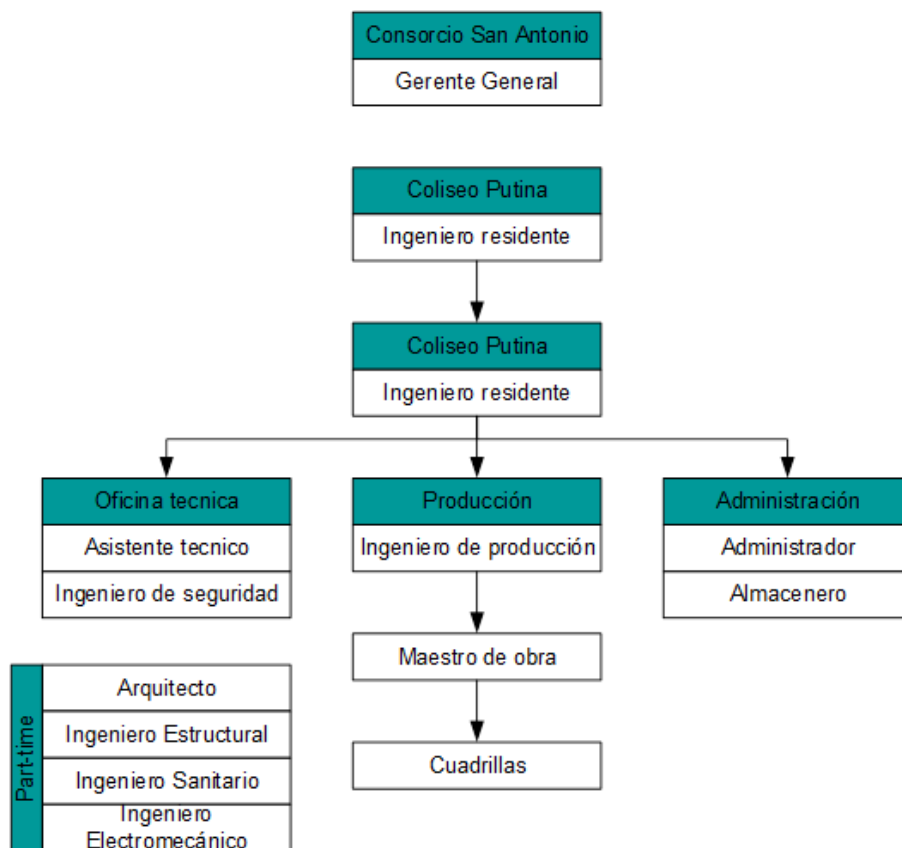


Figura N°4.3 Organigrama funcional del proyecto “Coliseo Polideportivo”
 Fuente: Elaboración Propia

De la Figura N°4.3 se puede observar que la empresa contratista y encargada de la ejecución del proyecto realiza sus actividades mediante el maestro de obra y

las cuadrillas, con personal de las empresas.

4.1.2.1 Datos generales del proyecto

La construcción del coliseo cubierto conlleva la construcción de un área de 4150 m², diseñado para 4000 espectadores aproximadamente. El Proyecto comprende la ejecución de 61 partidas repartidas en 7 ítems según el cronograma presentado en el expediente técnico, siendo:

Tabla N°4.1 Los 7 ítem según cronograma
 Fuente: Elaboración Propia

Ítem	Descripción Item
01	Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud
02	Estructuras
03	Arquitectura
04	Instalaciones sanitarias
05	Instalaciones eléctricas y mecánicas
06	Estructuras metálicas y coberturas
07	Obras exteriores (Componente

Tabla N°4.2 Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud
 Fuente: Elaboración Propia

Ítem	Descripción Partida
01	Obras Provisionales, Trabajos Preliminares, Seguridad Y Salud
01.01	Construcciones Provisionales
01.02	Instalaciones Provisionales
01.03	Trabajos Preliminares
01.04	Movilización De Campamentos, Equipos Y Herramientas
01.05	Trazos, Niveles Y Replanteo
01.06	Seguridad Y Salud

Tabla N°4.3 Estructuras
 Fuente: Elaboración Propia

Ítem	Descripción Partida
02	Estructuras
02.01	Movimiento De Tierras
02.02	Obras De Concreto Simple
02.03	Obras De Concreto Armado
02.04	Varios

Tabla N°4.4 Arquitectura.
 Fuente: Elaboración Propia

Ítem	Descripción Partida
03	Arquitectura
03.01	Muros, Tabiques Y Parapetos Con Sistema Stell Framing
03.02	Revoques Y Revestimientos
03.03	Cielorrasos
03.04	Pisos Y Pavimentos

03.05	Zócalos Y Contrazocalos
03.06	Carpintería De Madera
03.07	Carpintería Metálica Y Herrería
03.08	Cerrajería
03.09	Vidrios, Cristales Y Similares
03.10	Pintura
03.11	Varios, Limpieza Y Jardinería
03.12	Otros

Tabla N°4.5 Instalaciones sanitarias
Fuente: Elaboración Propia

Ítem	Descripción Partida
04	Instalaciones Sanitarias
04.01	Aparatos Sanitarios y Accesorios
04.02	Sistema De Agua Fría
04.03	Sistemas De Drenaje Pluvial
04.04	Desagüe y Ventilación
04.05	Varios

Tabla N°4.6 Instalaciones eléctricas y mecánicas
Fuente: Elaboración Propia

Ítem	Descripción Partida
05	Instalaciones Eléctricas Y Mecánicas
05.01	Conexión A La Red Externa De Medidores
05.02	Salida Para Alumbrado, Tomacorriente, Fuerza Y Señales Débiles
05.03	Instalación De Pararrayos
05.04	Instalación Del Sistema De Puesta A Tierra
05.05	Artefactos
05.06	Equipos Eléctricos y Mecánicos
05.07	Varios
05.08	Red Primaria

Tabla N°4.7 Estructuras metálicas y cobertura
Fuente: Elaboración Propia

Ítem	Descripción Partida
06	Estructuras Metálicas Y Coberturas
06.01	Arcos Metálicos
06.02	Armaduras metálicas
06.03	Vigas metálicas
06.04	Anillos Metálicos (Elipses)
06.05	Celosías metálicas
06.06	Viguetas metálicas (Cúpula)
06.07	Apoyos De Armaduras
06.08	Correas metálicas y Arriostres
06.09	Estructura De Puente Pasarela
06.10	Montaje e Izaje De Estructuras metálicas
06.11	Coberturas y Cerramientos
06.12	Pintura De Estructuras Metálicas
06.13	Protocolo De Pruebas De Control De Calidad
06.14	Elementos Ornamentales Sobre Tijerales Y Cobertura

Tabla N°4.8 Obras exteriores
Fuente: Elaboración Propia

Ítem	Descripción Partida
07	Obras Exteriores
07.01	Trazos, Niveles Y Replanteo
07.02	Movimiento De Tierras
07.03	Obras De Concreto Simple
07.04	Obras De Concreto Armado
07.05	Estructuras Metálicas
07.06	Muros y Tabiques De Albañilería
07.07	Revoques y Revestimientos
07.08	Pisos y Pavimentos
07.09	Carpintería Metálica y Herrería
07.10	Varios, Limpieza y Jardinería
07.11	Instalaciones Sanitarias En Exteriores
07.12	Iluminación Exterior

4.2 ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto, inicio trabajos en los primeros días a mediados del año 2018, teniendo como plazo para su ejecución 12 meses. El sistema propuesto se desarrolló en la etapa de estructuras, etapa que se venía desarrollando antes de ser aplicación.

4.2.1 Etapa de estructuras

Esta fase contempla la ejecución de 24 actividades contenidas en el expediente técnico del proyecto “Creación del Coliseo Cultural Polideportivo de la Localidad de Putina, Provincia de San Antonio de Putina, Puno”, las cuales son:

Tabla N°4.9 Estructuras metálicas y cobertura
Fuente: Elaboración Propia

Actividades
Acero, Encofrado y Concreto de Zapatas.
Acero, Encofrado y Concreto de Vigas de cimentación.
Acero, Encofrado y Concreto de Graderíos.
Acero, Encofrado y Concreto de Columnas.
Acero, Encofrado y Concreto de Muros-Placa.
Acero, Encofrado y Concreto de Vigas.
Acero, Encofrado y Concreto de Losas Aligeradas y losas macizas.
Acero, Encofrado y Concreto de Zapatas.

En la Figura N°4.4 se aprecia en color gris el área en el cual se ejecutarán estas actividades y la Figura N°4.5 muestra la sección típica de la estructura.

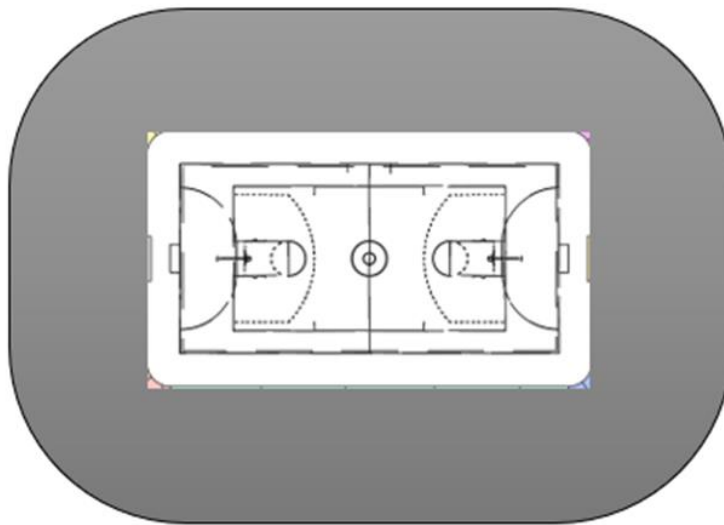


Figura N°4.4 Área de ejecución de actividades.
Fuente: Consorcio San Antonio

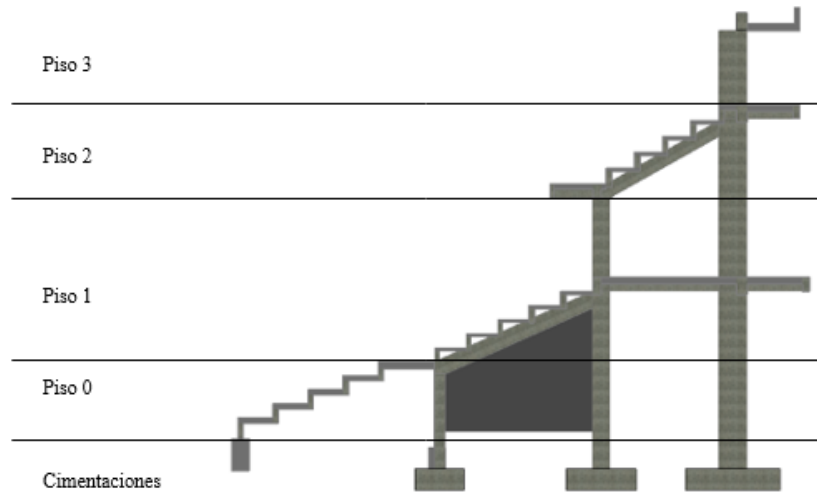





Figura N°4.5 Diagrama de sección típica de estructura
Fuente: Consorcio San Antonio

4.2.2 Estado del proyecto antes de la implementación.

Antes de aplicar el sistema propuesto es necesario conocer el escenario actual y los problemas existentes en el proyecto. Con esa finalidad, se realizó un seguimiento y control a los trabajos ejecutados en obra. A partir de ello, se toma la gestión como base para las soluciones propuestas y el análisis de su evolución en busca de una mejora. La Tabla N°4.10 muestran los resultados obtenidos:

Tabla N°4.10 Resumen de estado actual de la obra
Fuente: Elaboración Propia

RESUMEN DE ESTADO ACTUAL	
La maquinaria que se dispone en el proyecto se dispone de:	
	<p>01 maquina concretera. 03 camión mezclador de concreto 15m3. 01 camión mezclador de 3m3. 01 pluma concretera. 01 retroexcavadora. 01 cargador frontal.</p>
	
Actividades realizadas hasta el momento	
	

	<p>Excavación para cimientos</p>
	<p>Encofrado, acero y concreto de zapatas y columnas de primer nivel. Encofrado, acero y concreto vigas de cimentación.</p>
	<p>Encofrado, acero y concreto de columnas. Encofrado, acero y concreto vigas de muros y placas.</p>

CAPÍTULO V. IMPLEMENTACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM

Con la finalidad de demostrar los beneficios obtenidos utilizar el sistema de mejora para facilitar la madurez del LPS, descrito en el capítulo III, y así poder ser replicado por cualquier persona que opte por la adopción del LPS en sus proyectos. Para ello, se describirá la aplicación del sistema de mejora continua para facilitar la madurez del LPS durante la ejecución en el proyecto “Coliseo Municipal de Putina”, como un caso de estudio.

5.1 CONSIDERACIONES PREVIAS A LA APLICACIÓN DEL SISTEMA

Previa adopción del sistema en la empresa, el autor llevo a cabo varias visitas y entrevistas con la gerencia de la empresa y con el equipo del proyecto en curso, todo ello con la finalidad de tener una comprensión de la empresa, el proyecto y los procesos involucrados en la planificación. Primero, se llevó a cabo una reunión con la gerencia del consorcio, representada por el gerente general del consorcio (gerente general de Arsen S.A.C) y el residente de obra (gerente general de HyO Contratistas Generales S.A.C), en la que se explicó las funciones y beneficios de la implementación del LPS. Después de presentar la intención de implementar el LPS en la compañía, a través de un enfoque TK, como una forma de guiar e implementar las mejoras, el CONSORCIO SAN ANTONIO, tomo la decisión de implementar el LPS en el proyecto “Coliseo Municipal de Putina”, el que estaba en ejecución, motivo por el cual se elige seguir el marco de desarrollo del LPS para proyectos en ejecución.

Después de la aprobación, se comunicó la decisión de las empresas consorciadas, al equipo del proyecto “Coliseo Municipal de Putina”, esta se dio mediante una presentación hecha por el ing. residente (gerente general de HyO Contratistas Generales S.A.C) y un representante de la empresa Arsen S.A.C, mostrando su compromiso con la implementación del LPS en el proyecto; también, el investigador realizo una charla introductoria en la cual muestro los beneficios y casos de éxito del LPS, y dio una breve capacitación sobre conceptos de TK y LPS, así mismo presento la forma de trabajo del “Sistema de mejora continua para facilitar la madurez del LPS”.

La investigación toma como caso de estudio la aplicación del sistema de mejora continua para facilitar la madurez de LPS en las partidas de la etapa de estructuras en el proyecto “Coliseo Municipal de Putina” descritas en el capítulo IV.

Aclaradas las acciones previas y el alcance de la aplicación del sistema propuesto en el proyecto “Coliseo Municipal de Putina”, a continuación, se describe la aplicación del sistema de mejora para facilitar la madurez del LPS, llevada a cabo desde la primera semana de octubre del 2018 hasta la tercera semana de febrero del 2019, debido a la paralización de la obra por motivos climáticos.

5.1.1 Equipo

Primero, el equipo se define para desarrollar la implementación y evaluación del sistema propuesto. Entre el equipo, se debe elegir un aprendiz y él es el representante del equipo en los ciclos del enfoque de Kata de Entrenamiento. El aprendiz será responsable de implementar el LPS a través del Kata de Mejora y Kata de Entrenamiento. El equipo se formó de la siguiente manera: el ingeniero de producción tomará el rol de entrenador de la implementación del LPS y será apoyado por el investigador, mientras que el equipo involucrado en la planificación de obra asumirá roles de aprendices.

Tabla N° 5.1 Cargo y roles del equipo de mejora
Fuente: Elaboración propia (2019)

Cargo	Rol
Ingeniero de producción	Entrenador
Investigador	Segundo Entrenador
Ingeniero residente	Aprendiz 1
Asistente de obra	Aprendiz 2
Administrador de obra	Aprendiz 3
Maestro de obra	Aprendiz 4
Capataces	Aprendiz 5

Este equipo, como se muestra en la Tabla N° 5.1, se hizo responsable de llevar a cabo el proceso de implementación, monitorear los resultados, entre otras actividades.

5.1.2 Big room

Según Cruikshank (2019) el propósito de la Big Room (gran salón) va mucho más allá de ser un lugar de reunión. Es un lugar donde se forman equipos, se definen los comportamientos esperados y las condiciones de satisfacción son lo que

impulsa la toma de decisiones en colaboración. Es un lugar donde se hacen compromisos y se crea confianza a través de la entrega de promesas. El ambiente de la Gran Sala fomenta comportamientos que conducen a altos niveles de colaboración, donde los objetivos del proyecto se vuelven primordiales para el equipo involucrado. La Gran Sala es donde se nutre la cultura de un proyecto exitoso y todos los involucrados se convierten en un equipo cohesionado y de alto rendimiento.

Para la aplicación del sistema propuesto fue necesario registrar toda la información en un *storyboard*, en el que se documentaron los ciclos de *Kata de Mejora* y *Kata de Entrenamiento*. El recuadro de color rojo en la Figura N°5.1 Storyboard en Gran sala del proyecto, muestra el *storyboard* ubicado dentro de la Gran Sala del proyecto, este facilito las sesiones de aprendizaje durante la aplicación del sistema propuesto.

Además, la Gran Sala fue ambientada conforme se dio la madurez del LPS durante la ejecución del proyecto, y a los experimentos asociados a este. Los recuadros de color celeste en la Figura N°5.1 Storyboard en Gran sala del proyecto, muestra las publicaciones del plan semanal, planificación anticipada, planificación de fase y los indicadores del LPS estos están ubicados dentro de la Gran Sala del proyecto, estos permitieron superar los obstáculos detectados durante la madurez del LPS.

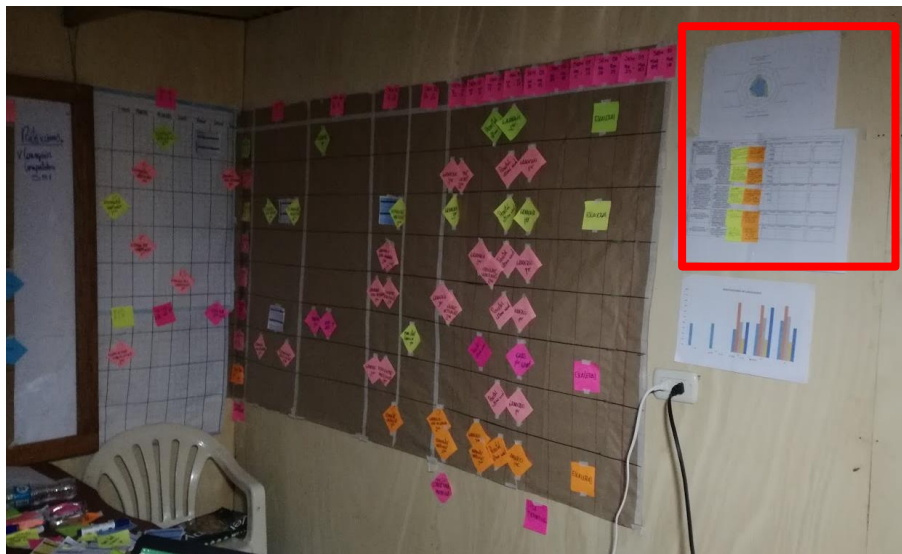


Figura N°5.1 Storyboard en Gran sala del proyecto
Fuente: Elaboración propia

5.2 FASE DE PLANIFICACIÓN DE LA MADUREZ DEL LPS

5.2.1 Paso 1: Entender la visión y el desafío.

La visión y el desafío a perseguir a nivel de la empresa se definió junto a los socios del consorcio, llegando a comprender que la implementación del LPS forma parte de un inicio para que las empresas puedan llegar a una salud y madurez de LCI - Lean - IPD integral (Ahlstrom et al., 2016), como se muestra en la Figura N°5.2. Por ello se decidió llevar por lo menos a un nivel 3 “competente” de madurez en todos los elementos del LPS.

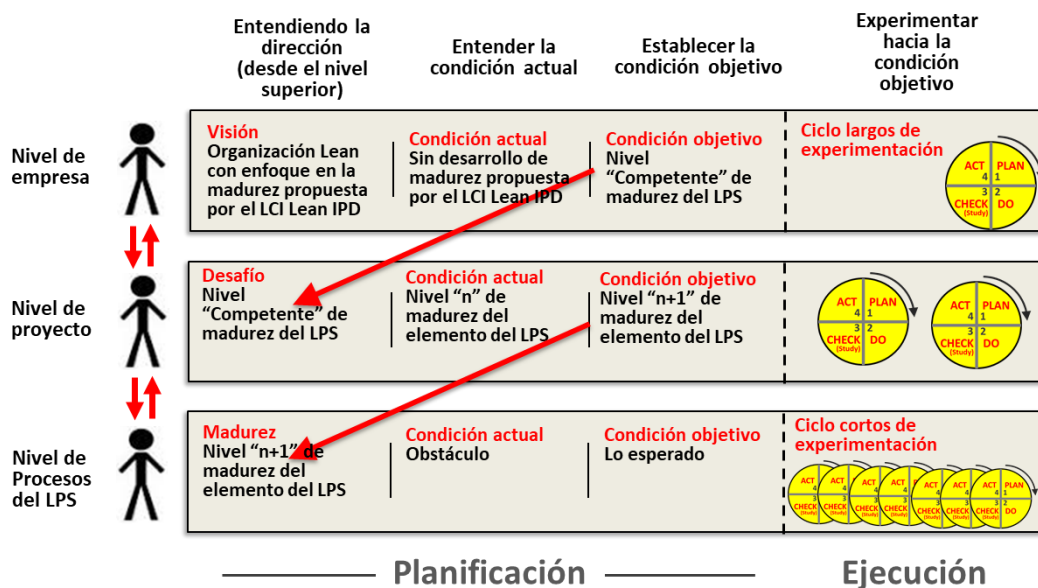


Figura N°5.2 Desarrollo de niveles de la organización definido por la empresa
Fuente: Elaboración propia basada en Rother (2015)

La visión y desafíos definidos por las empresas fueron comunicados a un anuncio en una reunión con el equipo nuclear del proyecto, que está integrado por el ingeniero residente, administradora de obra, logística, ingeniero de producción, asistente de obra, maestro de obra, capataces; en la reunión, se comunicó la visión de la empresa y la intención de implementar el LPS, con un enfoque de TK, para guiar la madurez del LPS, se comunicó que lo que se espera del proyecto es llegar a un nivel 3 “competente” de madurez en cada uno de los elementos del LPS.

5.2.2 Paso 2: Comprender la condición actual

Se hacen uso de la recomendación brindada en el capítulo III, a continuación de

describen las acciones más relevantes para la comprensión de la primera condición actual.

El segundo entrenador representador por el investigador, realizó una conversación individual con el ingeniero residente, administrador de obra, logística, ingeniero de producción, maestro de obra y capataces, con la finalidad de buscar evidencias para medir el nivel de madurez del LPS.

Posterior a la toma de evidencias por parte del facilitador, se reúne al equipo para llegar a una comprensión común sobre el nivel de madurez de cada elemento del LPS, apoyándose de las evidencias detectadas. Producto de esta conversación se define la madurez del LPS en el proyecto, después de ello se documenta lo acordado en una tabla y se representa en un gráfico tipo araña.

Tabla N°5.2 Condición actual N°1
Fuente: Elaboración propia

Elemento del LPS	Condición actual (Nivel de madurez)
Entrenamiento del equipo del proyecto	Nivel 0: Inconsciente
Planificación maestra	Nivel 1: Consciente
Planificación pull / de fases / colaborativa	Nivel 0: Inconsciente
Planificación anticipada	Nivel 1: Consciente
Planificación del trabajo semanal	Nivel 0: Inconsciente
Gestión de compromisos diarios	Nivel 0: Inconsciente
Indicadores y reportes	Nivel 0: Inconsciente
Evaluación y mejora continua	Nivel 0: Inconsciente

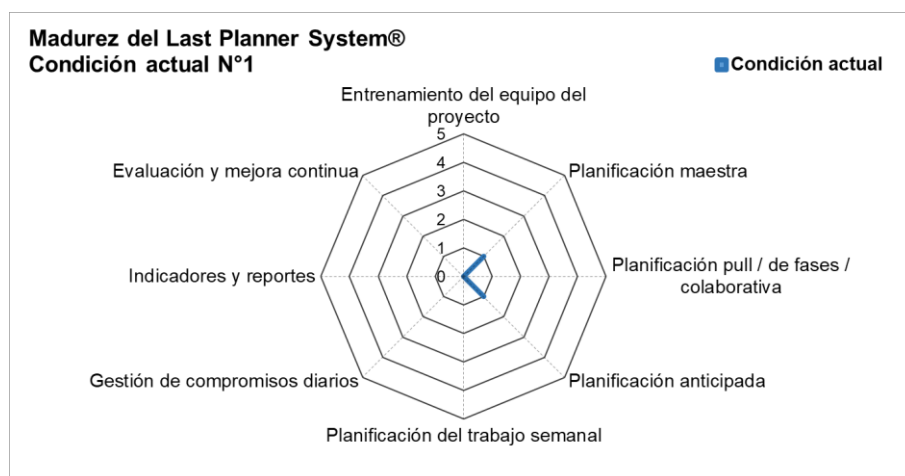


Figura N°5.3 Condición actual N°1
Fuente: Elaboración propia basada en Rother (2015)

Las condiciones objetivo que se llegan a completas, formaran a ser las nuevas

condiciones actuales de sistema.

5.2.3 Paso 3: Comprender la condición objetivo

Al ser un proyecto en el cual la intervención se dio en plena ejecución se optó por seguir el marco de implementación que se muestra en la Figura N°5.4, el cual se enfoca inicialmente en la planificación a corto plazo, para después aplicar la planificación intermedia y planificación a largo plazo.

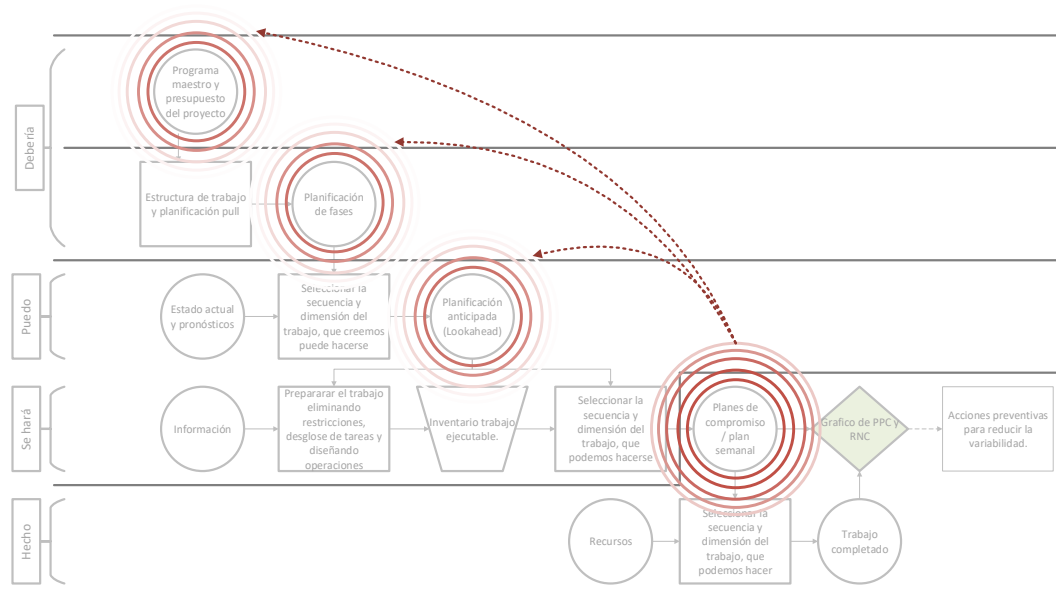


Figura N°5.4 Implementación durante la ejecución de un proyecto
Fuente: Elaboración propia

Este marco de implementación, guio al equipo en la decisión de seleccionar que elemento del LPS se desea mejorar y llevar a un nivel mayor de madurez. Esta fue representada en una tabla de doble, teniendo en las filas los elementos del LPS, y en las columnas las condiciones objetivo que se llevaron a cabo en el proyecto. La

muestra el desarrollo de la madurez de los elementos del LPS, en todas las condiciones objetivo establecida en el proyecto.

A continuación, se describirá la planificación del desarrollo de la madurez del LPS para cada las 4 condiciones objetivo definidas durante la aplicación del sistema propuesto, mencionar que la condición objetivo “n” fue realizada por el equipo y el entrenador, después de haber completado la condición objetivo “n-1”.

Tabla N°5.3 Nivel de elementos del LPS definidos en cada condición objetivo
Fuente: elaboración propia

Elementos del LPS	Condiciones	Condición actual	Condición objetivo 1	Condición objetivo 2	Condición objetivo 3	Condición objetivo 4
Entrenamiento del equipo del proyecto		Nivel 0: Inconsciente	Nivel 2: Aprendiendo	Nivel 3: Competente		
Planificación maestra		Nivel 1: Consciente		Nivel 2: Aprendiendo		Nivel 3: Competente
Planificación pull / de fases / colaborativa		Nivel 0: Inconsciente		Nivel 2: Aprendiendo	Nivel 3: Competente	
Planificación anticipada		Nivel 1: Consciente		Nivel 2: Aprendiendo	Nivel 3: Competente	
Planificación del trabajo semanal		Nivel 0: Inconsciente	Nivel 1: Consciente	Nivel 2: Aprendiendo	Nivel 3: Competente	
Gestión de compromisos diarios		Nivel 0: Inconsciente		Nivel 1: Consciente	Nivel 2: Aprendiendo	Nivel 3: Competente
Indicadores y reportes		Nivel 0: Inconsciente	Nivel 1: Consciente	Nivel 2: Aprendiendo	Nivel 3: Competente	
Evaluación y mejora continua		Nivel 0: Inconsciente	Nivel 1: Consciente		Nivel 2: Aprendiendo	Nivel 3: Competente

5.2.3.1 Condición objetivo 1

Inicialmente, se planeó empezar la madurez del LPS capacitando al equipo y siguiendo el marco iniciar con un enfoque cortoplacista, con el objetivo de generar un sentido de urgencia en el equipo, esto incluye realizar una planificación a corto plazo, medir el PPC y las CNC, para después evaluar y plantear mejoras. Por tanto, se empezó con la madurez de los siguientes elementos: (1) “entrenamiento del equipo del proyecto” desde un nivel 0 (inconsciente) al nivel 2 (aprendiendo), aclarando que para este objetivo se planteó superar dos niveles de madurez; (2) “Planificación del trabajo semanal” desde un nivel 0 (inconsciente) al nivel 1 (consciente); (3) “Indicadores y reportes” desde un nivel 0 (inconsciente) al nivel 1 (consciente).

Para cada una de estos niveles de madurez objetivo, el equipo identificará los obstáculos, y responderá las preguntas "¿qué acción se planea?", "¿Qué se espera?". Después de que el equipo supere los obstáculos, se preguntara "¿qué se hizo?" y "¿qué se aprende?". Si con la acción planeada no se logró superar el obstáculo se planeará otra acción, esto se repetirá tantas veces sea necesario para superar el obstáculo.

5.2.3.2 Condición objetivo 2

Se planea con respecto a la madurez del LPS, seguir con las capacitaciones al equipo, además el equipo deberá relacionar la planificación de corto plazo con la planificación a largo y mediano plazo, con el objetivo de poder cumplir con las fecha de entrega de los hitos. Por tanto, se empezó con la madurez de los siguientes elementos: (1) “entrenamiento del equipo del proyecto” desde un nivel 2 (aprendiendo) al nivel 3 (competente); (2) “Planificación maestra” desde un nivel 1 (consciente) al nivel 2 (aprendiendo); (3) “Planificación pull” desde un nivel 0 (inconsciente) al nivel 2 (aprendiendo), aclarando que para este objetivo se planteó superar dos niveles de madurez; (4) “Planificación anticipada” desde un nivel 1 (consciente) al nivel 2 (aprendiendo), (5) “Planificación del trabajo semanal” desde un nivel 1 (consciente) al nivel 2 (aprendiendo), (6) “Gestión de compromisos diarios” desde un nivel 0 (inconsciente) al nivel 1 (consciente), (7) “Indicadores y reportes” desde un nivel 1 (consciente) al nivel 2 (aprendiendo).

Para cada una de estos niveles de madurez objetivo, el equipo identificará los obstáculos, y responderá las preguntas "¿qué acción se planea?", "¿Qué se espera?". Después de que el equipo supere los obstáculos, se preguntara "¿qué se hizo?" y "¿qué se aprende?". Si con la acción planeada no se logró superar el obstáculo se planeará otra acción, esto se repetirá tantas veces sea necesario para superar el obstáculo.

5.2.3.3 Condición objetivo 3

Se plantea que el equipo consolide la planificación pull, y esta sirva como base para poder consolidar la planificación anticipada y la planificación de trabajo semanal, también se espera reforzar la planificación diaria, todo ello deberá tener un evolución en paralelo con los indicadores y reportes, e ir evaluando y mejorando mediante los plus/delta, además de estar creando hábitos de mejora en todo el equipo. Por tanto, se empezó con la madurez de los siguientes elementos: (1) “Planificación pull” desde un nivel 2 (aprendiendo) al nivel 3 (competente); (2) “Planificación anticipada” desde un nivel 2 (aprendiendo) al nivel 3 (competente); (3) “Planificación del trabajo semanal” desde un nivel 2 (aprendiendo) al nivel 3 (competente); (4) “Gestión de compromisos diarios” desde un nivel 1 (consciente) al nivel 2 (aprendiendo), (5) “Indicadores y reportes” desde un nivel 2 (aprendiendo) al nivel 3 (competente), (6) “Evaluación y mejora

continua” desde un nivel 1 (consciente) al nivel 2 (aprendiendo).

Para cada una de estos niveles de madurez objetivo, el equipo identificará los obstáculos, y responderá las preguntas "¿qué acción se planea?", "¿Qué se espera?". Después de que el equipo supere los obstáculos, se preguntara "¿qué se hizo?" y "¿qué se aprende?". Si con la acción planeada no se logró superar el obstáculo se planeará otra acción, esto se repetirá tantas veces sea necesario para superar el obstáculo.

5.2.3.4 Condición objetivo 4

Por último, se planeó que se dará enfoque a la planificación a largo plazo, puesto esta se soportará de la planificación pull, también que el equipo llegue a completar la madurez de la gestión de compromisos diarios, en este punto también se espera que el equipo tenga interiorizado la continua evaluación y mejora. Por tanto, se empezó con la madurez de los siguientes elementos: (1) “Planificación maestra” desde un nivel 2 (aprendiendo) al nivel 3 (competente); (2) “Gestión de compromisos diarios” desde un nivel 2 (aprendiendo) al nivel 3 (competente); (3) “Evaluación y mejora continua” desde un nivel 2 (aprendiendo) al nivel 3 (competente).

Para cada una de estos niveles de madurez objetivo, el equipo identificará los obstáculos, y responderá las preguntas "¿qué acción se planea?", "¿Qué se espera?". Después de que el equipo supere los obstáculos, se preguntara "¿qué se hizo?" y "¿qué se aprende?". Si con la acción planeada no se logró superar el obstáculo se planeará otra acción, esto se repetirá tantas veces sea necesario para superar el obstáculo.

5.3 FASE DE EJECUCIÓN DE LA MADUREZ DEL LPS

5.3.1 Paso 4: Experimentar hacia la condición objetivo

A partir del desafío presentado y establecidos las condiciones actuales y objetivo, los ciclos de Kata de Mejora y Kata de Entrenamiento se comenzaron a ejecutar de manera efectiva. Siguiendo el sistema propuesto, los registros del ciclo se presentan de acuerdo a las condiciones objetivo que se fueron definiendo en reuniones de evaluación de la maduración del LPS.

5.3.1.1 Condición objetivo 1

En la primera condición objetivo, que se muestra en la Figura N°5.6 Condición objetivo 1, de la madurez del LPS., se ejecutaron los experimentos para los 4 elementos del LPS planificados, la duración para completar la condición fue de 1 mes. Dichos experimentos se dieron en ciclos con la finalidad de superar cada obstáculo entre las condiciones actual y objetivo de los elementos del LPS.

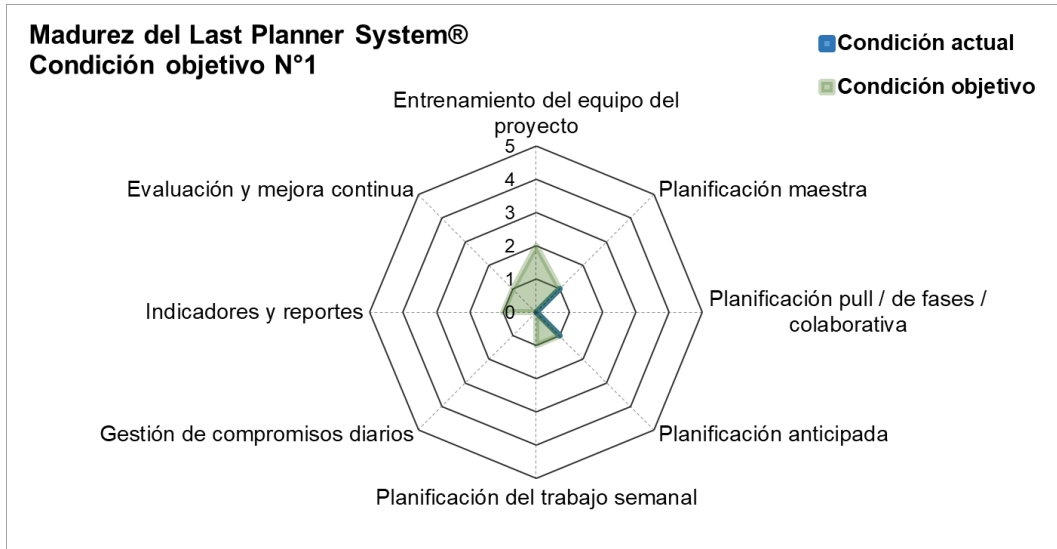


Figura N°5.5 Reporte de condición objetivo 1.
Fuentes: Elaboración propia.

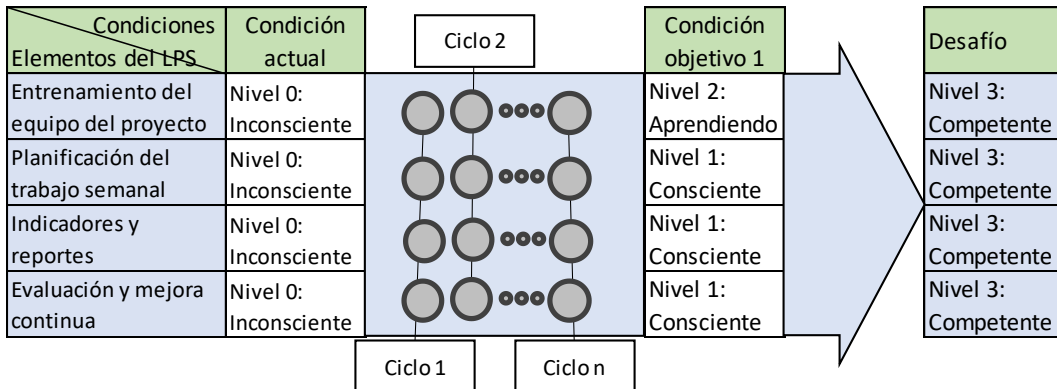


Figura N°5.6 Condición objetivo 1, de la madurez del LPS.
Fuentes: Elaboración propia.

A continuación, se desarrollará los ciclos PDCA ejecutados para cada uno de los 4 elementos del LPS, correspondientes a la condición objetivo 1.

- Entrenamiento del equipo del proyecto

En la primera condición objetivo del “Entrenamiento del equipo del proyecto”, que se muestra en la Figura N°5.7, se ejecutaron cuatro ciclos PDCA.

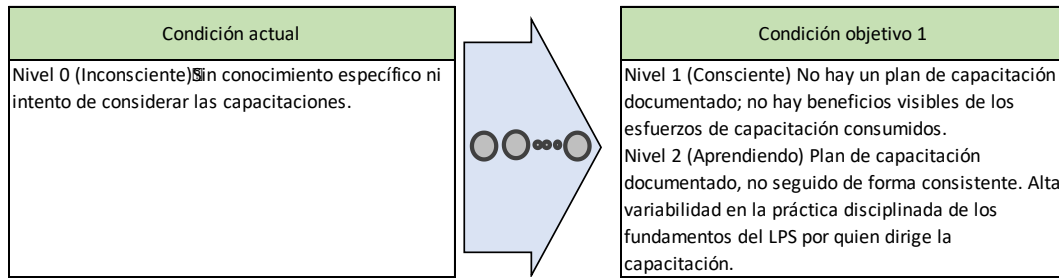


Figura N°5.7 Condición objetivo 1: “Entrenamiento del equipo del proyecto”.
Fuentes: Elaboración propia.

El primer obstáculo identificado para madurar a un nivel 2 (Aprendiendo), fue la falta de conocimiento para llevar a cabo capacitaciones, además de no tener definido cual será el alcance específico de las capacitaciones, saber el contenido y el orden que se deberá llevar para el proyecto.

Para el primer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistía en recopilar y revisar planes de capacitación en tesis, publicaciones y demás, con el objetivo de tener los conocimientos suficientes para tener una idea clara de lo que conllevan las capacitaciones, además de tener nociones de como realizar un plan de capacitación; producto de dicha acción el equipo tiene la capacidad de poder generar un plan de capacitaciones.

El segundo obstáculo identificado para madurar a un nivel 2 (Aprendiendo), fue la falta de un plan de capacitaciones que guie al equipo.

Para el segundo ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistía en documentar el plan de capacitaciones estableciendo los objetivos, temas, medios, recursos y frecuencia, el plan tuvo dos iteraciones para que se diera la aprobación por parte del residente de obra y el ingeniero de producción; producto de ejecutar dicha acción el equipo cuenta con un plan de capacitaciones específico para el proyecto. El plan de capacitación se detalla en el Anexo N°3.

El tercer obstáculo identificado para madurar a un nivel 2 (Aprendiendo), fue la falta de ejecución de capacitaciones.

Para el tercer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el tercer obstáculo, fue asignada al administrador de obra, quien adecuo la gran sala para poder realizar las capacitaciones, para ello se solicitó sillas, proyecto y una pizarra;

producto de ejecutar la acción el equipo cuenta con un espacio adecuado para poder realizar cualquier tipo de reunión.

Para el cuarto ciclo PDCA, la acción planificada para superar el tercer obstáculo, fue asignada al investigador, quien tuvo a cargo la ejecución del plan de capacitaciones y asumió el rol de capacitador; durante la ejecución de varias capacitaciones se observó que el equipo no tenía una predisposición hacia las capacitaciones (resistencia al cambio).

- Planificación de trabajo semanal

En la primera condición objetivo de la “Planificación de trabajo semanal”, que se muestra en la Figura N°5.8, se ejecutaron dos ciclos PDCA.

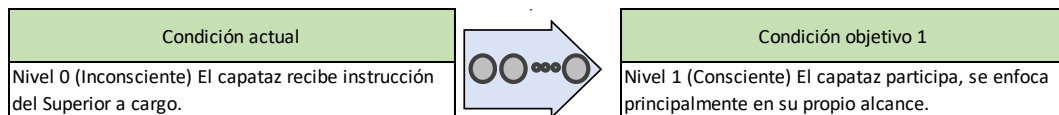


Figura N°5.8 Condición objetivo 1: “Planificación de trabajo semanal”.

Fuentes: Elaboración propia.

El primer obstáculo identificado para madurar a un nivel 1 (Consciente), fue la falta de procedimiento para la planificación semanal de actividades, relación débil entre el ingeniero de producción y los capataces.

Para el primer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al maestro de obra y capataces, la cual consistió en generar un plan para la semana siguiente de trabajo; lo que se espera es involucrar al equipo y tener una línea base de control; este plan fue definido en una reunión llevada el día lunes de la semana 43, en dicha reunión estuvieron presentes el residente de obra, el ingeniero de producción, el maestro de obra y los capataces de cada cuadrilla; producto de ejecutar dicha acción el equipo cuenta con un plan de ejecución de la semana 43, y con los compromisos de cumplimiento por parte de los capataces y maestro de obra.

El segundo obstáculo identificado para madurar a un nivel 1 (Consciente), fue la falta de consciencia de la necesidad del plan semanal.

Para el segundo ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al ingeniero de producción, la cual consistió en discutir el PPC y las CNC de la semana 43, así mismo planificar el trabajo para la semana

44; lo que se espera es generar la necesidad de tener una planificación integral y empezar a dar soluciones a los problemas; esta acción fue llevada en una reunión en la que estuvieron presentes el residente de obra, el ingeniero de producción, el maestro de obra y los capataces de cada cuadrilla; producto de ejecutar dicha acción el equipo es consciente de la necesidad de mejorar en la planificación de obra. En la figura 48 se muestra al equipo reunido ejecutando la planificación de trabajo semanal.



Figura N°5.9 Reunión semanal
Fuente: Elaboración propia

La Figura N°5.10 muestra el plan de trabajo correspondiente a la semana N°44, y la medición del PPC y detección de CNC.

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO		Nombre del proyecto:		Último planificador - plan semanal										Análisis del PPC y CNC	
Empresa:		Comercio San Antonio de Padua		Comercio San Antonio											
Item	Cuadrilla Responsable	Descripción de actividad	SEM 44					PPC	CNC	Si	No	Recepción	Medidas correctivas		
			Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes								
1	José Luis	Excavación, Sector: 5, Subsector: 35-38, Nivel 1	16:37	37:34							SI				
2	José Luis	Excavación, Sector: 4, Subsector: 23-28, Nivel 1		23:25	25:27	27:28					NO	Mala programación	Retraso por trabajos generados en excavaciones abiertas, por las lluvias	Modificar cuadrillas	
3	José Luis	Excavación, Sector: 6, Subsector: 29-42, Nivel 1				34:41	41:43				NO	Mala programación	Retraso por trabajos generados en excavaciones abiertas, por las lluvias	Modificar cuadrillas	
4	Eddy Caluana	Acero Zapatas, Sector: 5, Subsector: 35-36, Nivel 1		35:37	37:38						SI				
5	Eddy Caluana	Acero Zapatas, Sector: 4, Subsector: 36-38, Nivel 1			23:25	25:27	27:28				NO	Mala programación	Retraso por trabajos generados en excavaciones abiertas, por las lluvias no se abrió frente	Modificar cuadrillas	
6	Eddy Caluana	Acero Zapatas, Sector: 6, Subsector: 23-25, Nivel 2					34:41				NO	Mala programación	Retraso por trabajos generados en excavaciones abiertas, por las lluvias no se abrió frente	Modificar cuadrillas	
7	Eber Calla	Concreto Zapatas y vigas de cimentación, Sector: 5, Subsector: 35-38, Nivel 1			16:37	17:38					SI				
8	Eber Calla	Concreto Zapatas y vigas de cimentación, Sector: 4, Subsector: 23-27, Nivel 1				23:25	25:27				NO	Mala programación	Retraso por trabajos generados en excavaciones abiertas, por las lluvias no se abrió frente	Modificar cuadrillas	
9	José Luis	Limpieza, Sector: 5, Subsector: 31-38, Nivel 1													
10	José Luis	Excavación, Sector: 1, Subsector: 7-10, Nivel 2	7:9	9:10							SI				
11	José Luis	Excavación, Sector: 2, Subsector: 11-15, Nivel 1		11:11	11:15	11:16					NO	Mala programación	Retraso por trabajos generados en excavaciones abiertas, por las lluvias	Modificar cuadrillas	
12	Eddy Caluana	Acero Vigas de cimentación, Sector: 1, Subsector: 5-10, Nivel 1	5:7	7:9	9:10						SI				
13	Eddy Caluana	Acero Vigas de cimentación, Sector: 2, Subsector: 11-15, Nivel 1			11:11	11:15	11:16				NO	Mala programación	Retraso por trabajos generados en excavaciones abiertas, por las lluvias no se abrió frente	Modificar cuadrillas	
14	Eber Calla	Concreto Zapatas y vigas de cimentación, Sector: 3, Subsector: 3-10, Nivel 1	3:5	5:7	7:9	9:10					SI				
15	Eber Calla	Concreto Zapatas y vigas de cimentación, Sector: 3, Subsector: 11-14, Nivel 1				11:11	11:15				NO	Mala programación	Retraso por trabajos generados en excavaciones abiertas, por las lluvias no se abrió frente	Modificar cuadrillas	
16	Eddy Caluana	Acero Vertical, Sector: 1, Subsector: 1-10, Nivel 1	1:3	3:5	5:7	7:9	9:10				NO	Mala programación	Retraso por trabajos generados en excavaciones abiertas, por las lluvias no se abrió frente	Modificar cuadrillas	
17	Eddy Caluana	Acero Vertical, Sector: 2, Subsector: 11-12, Nivel 1				11:11	11:15				NO	Mala programación	Retraso por trabajos generados en excavaciones abiertas, por las lluvias no se abrió frente	Modificar cuadrillas	
18	Eddy Caluana	Encochado vertical, Sector: 1, Subsector: 1-9, Nivel 1		1:3	3:5	5:7	7:9				NO	Mala programación	Retraso por trabajos generados en excavaciones abiertas, por las lluvias no se abrió frente	Modificar cuadrillas	
							6	11							

Figura N°5.10 Plan de trabajo semana 44
Fuente: Elaboración propia

• Indicadores y reportes

En la primera condición objetivo de los "Indicadores y reportes", que se muestra en la Figura N°5.11, se ejecutaron dos ciclos PDCA.

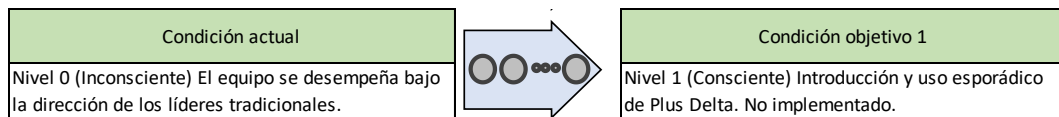


Figura N°5.11 Condición objetivo 1: “Indicadores y reportes”.
Fuentes: Elaboración propia.

El primer obstáculo identificado para madurar a un nivel 1 (Consciente), fue el desconocimiento y la falta de aplicación de los indicadores o reportes que se pueden aplicar en la planificación de obra.

Para el primer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió en la aplicación de los plus/delta en las reuniones de planificación semanal; lo que se espera del equipo es comenzar con la adopción de mejoras mediante los plus/delta; este se llevó acabo en las reuniones de planificación semanal 43 y 44; producto de ejecutar dicha acción el equipo es capaz de evaluar lo que se está haciendo bien y en lo que se puede seguir mejorando.

Para el segundo ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada ingeniero de producción, la cual consistió en determinar el PPC, y guiar la detección de CNC; lo que se espera es tener indicadores que nos permitan medir el estado de la planificación en obra y saber cuáles son las causas; este se llevó acabo en las reuniones de planificación semana; producto de ejecutar dicha acción el equipo puede medir su desempeño en base a datos reales.

- Evaluación y mejora continua

En la primera condición objetivo de los “Evaluación y mejora continua”, que se muestra en la Figura N°5.12, se ejecutaron dos ciclos PDCA.

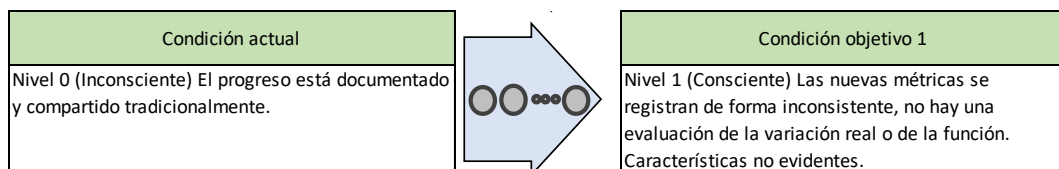


Figura N°5.12 Condición objetivo 1: “Evaluación y mejora continua”.
Fuentes: Elaboración propia.

El primer obstáculo identificado para madurar a un nivel 1 (Consciente), fue el desconocimiento y la falta aplicación de los Plus / Delta en el proyecto.

Para el primer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió en la aplicación de los plus/delta en las reuniones de planificación semanal; lo que se espera del equipo es comenzar con la adopción de mejoras mediante los plus/delta; este se llevó a cabo en las reuniones de planificación semanal 43 y 44; producto de ejecutar dicha acción el equipo es capaz de evaluar lo que se está haciendo bien y en lo que se puede seguir mejorando.

El segundo obstáculo identificado para madurar a un nivel 1 (Consciente), fue la falta de consciencia de la necesidad del plan semanal.

Para el segundo ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al ingeniero de producción, la cual consistió en discutir el PPC y las CNC de la semana 43, así mismo planificar el trabajo para la semana 44; lo que se espera es generar la necesidad de tener una planificación integral y empezar a dar soluciones a los problemas; esta acción fue llevada en una reunión en la que estuvieron presentes el residente de obra, el ingeniero de producción, el maestro de obra y los capataces de cada cuadrilla; producto de ejecutar dicha acción el equipo es consciente de la necesidad de mejorar en la planificación de obra.

5.3.1.2 Condición objetivo 2

En la segunda condición objetivo, que se muestra en la Figura N°5.14, se ejecutaron los experimentos para los 7 elementos del LPS planificados, la duración para completar la condición fue de 1 mes y 2 semanas, desde la semana 46 hasta la semana 51. Dichos experimentos se dieron en ciclos con la finalidad de superar cada obstáculo entre las condiciones actual y objetivo de los elementos del LPS.

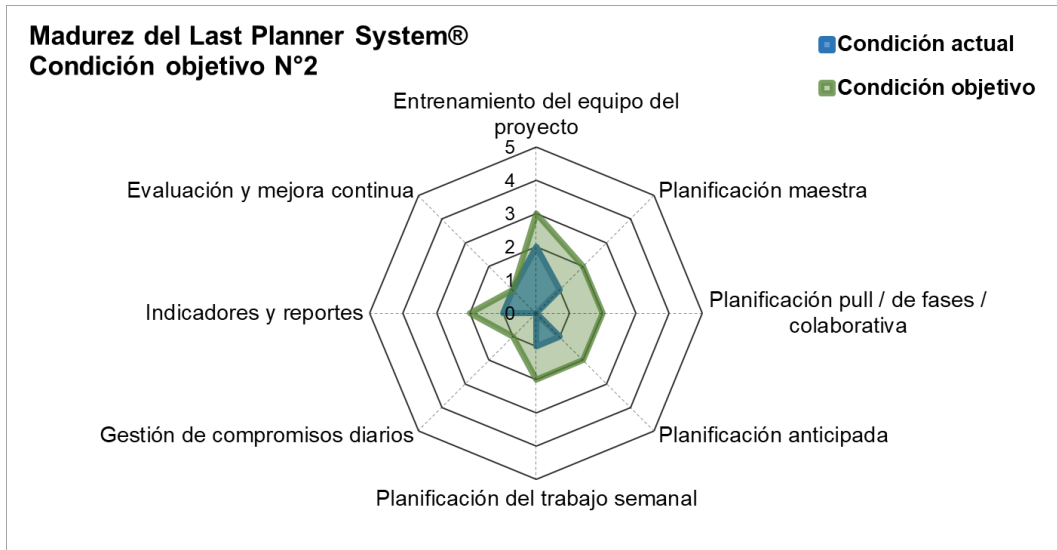


Figura N°5.13 Reporte de condición objetivo 2.
Fuentes: Elaboración propia.

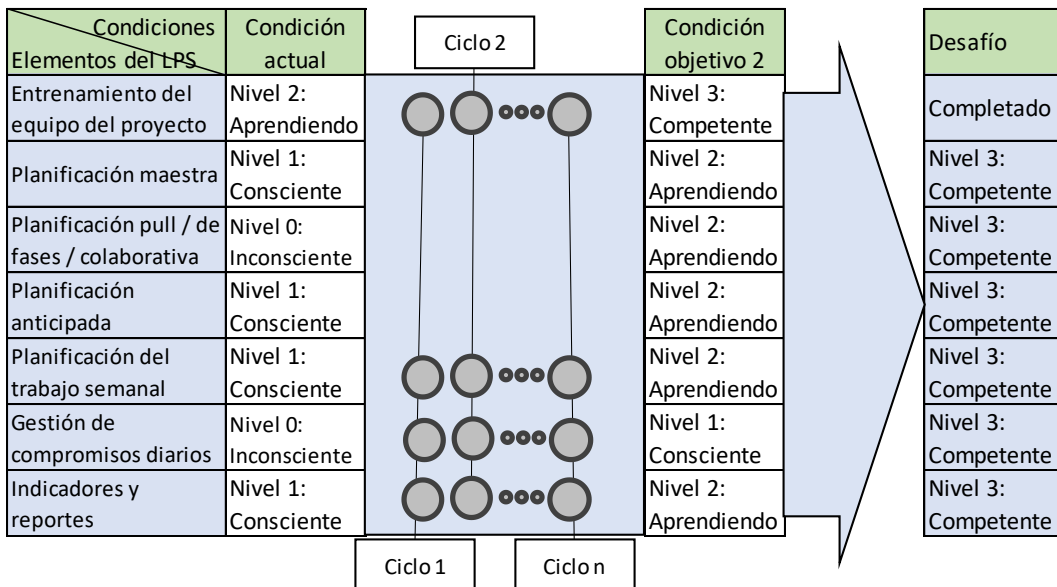


Figura N°5.14 Condición objetivo 2, de la madurez del LPS.
Fuentes: Elaboración propia.

A continuación, se desarrollará los ciclos PDCA ejecutados para cada uno de los 7 elementos del LPS, correspondientes a la condición objetivo 2.

- Entrenamiento del equipo del proyecto

En la primera condición objetivo del “Entrenamiento del equipo del proyecto”, que se muestra en la Figura N°5.15, se ejecutaron tres ciclos PDCA.

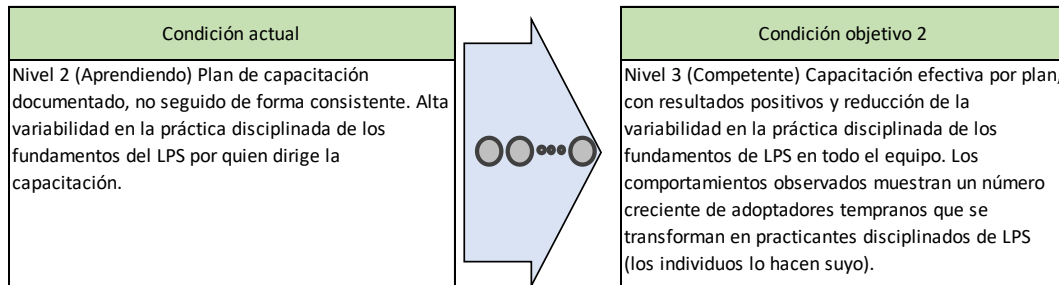


Figura N°5.15 Condición objetivo 2: "Entrenamiento del equipo del proyecto".
Fuentes: Elaboración propia.

El primer obstáculo identificado para madurar a un Nivel 3 (Competente), fue la falta de material estandarizado para capacitaciones propio de la empresa, lo que ocasiona que los conceptos sean variables entre los miembros del equipo.

Para el primer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió en buscar información y generar un material propio de la empresa; lo que se espera es tener un lenguaje común sobre concepto del LPS en todo el equipo; este fue ejecutado por el encargado y fue aprobado por el ingeniero de producción; producto de ejecutar dicha acción el equipo cuenta con material de capacitación con un lenguaje común.

El segundo obstáculo identificado para madurar a un Nivel 3 (Competente), fue la falta de compromiso de algunos miembros del equipo hacia las capacitaciones, debido a la falta de costumbre o resistencia al cambio, para superar este obstáculo se realizaron 2 acciones.

Para el segundo ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al ingeniero residente y ingeniero de producción, la cual consistió en la mostrar su apoyo a todas las capacitaciones; lo que se espera del equipo es un cambio de actitud a la predisposición a aprender nuevas formas de hacer la cosas; este se llevó acabo en charlas motivacionales al inicio de las reuniones de planificación semanal 45 y 46; producto de ejecutar dicha acción el equipo mostro mayor interés y seriedad en la capacitaciones.

Para el tercer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignado investigador, preparar dinámicas de integración de equipo; lo que se espera es generar un ambiente de integración y predisposición al aprendizaje; para esta acción se utilizó la dinámica llamada "Energía", se incrementó la integración y el entusiasmo en el equipo., el ingeniero de producción, el maestro

de obra y los capataces de cada cuadrilla; producto de ejecutar dicha acción el equipo participa e interviene en las capacitaciones con mayor frecuencia.

- Planificación maestra

En la primera condición objetivo de la “Planificación maestra”, que se muestra en la Figura N°5.16, se ejecutaron tres ciclos PDCA.

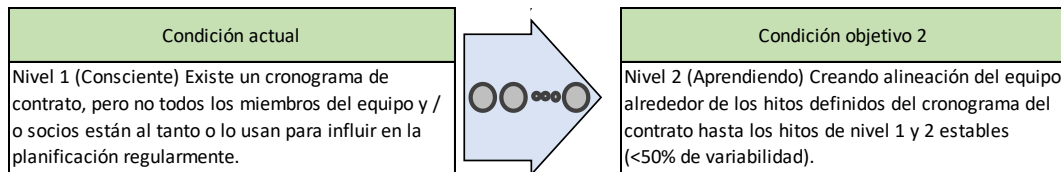


Figura N°5.16 Condición objetivo 2: “Planificación maestra”.
Fuentes: Elaboración propia.

El primer obstáculo identificado para madurar a un Nivel 2 (Aprendiendo), fue el desuso y desconocimiento del cronograma contractual por algunos miembros del equipo, a pesar de tener el cronograma pegado en la pared de la oficina (práctica típica en la ejecución del proyecto de las empresas), esto se evidenció en las entrevistas individuales al equipo, realizadas por el segundo investigador. Para superar este obstáculo se realizaron dos ciclos PDCA.

Para el primer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió en generar el cronograma contractual mostrando hasta los hitos de nivel 1 y 2, después repartir el cronograma al equipo y solicitar que piensen en las más grandes restricciones para una próxima reunión; lo que se espera del equipo es que conozca y haga uso del cronograma contractual y en especial de los hitos de nivel 1 y 2, para poder alinear las metas hacia el cumplimiento de dichas fechas; el segundo investigador entregó a cada miembro el cronograma hasta los hitos de nivel 1 y 2, y explicó la importancia de conocerlo y usarlo; producto de ejecutar dicha acción el equipo conoce las fechas de entrega de los hitos de nivel 1 y 2. En la Figura N°5.17 se aprecia el cronograma contractual hasta los hitos de nivel 1 y 2.

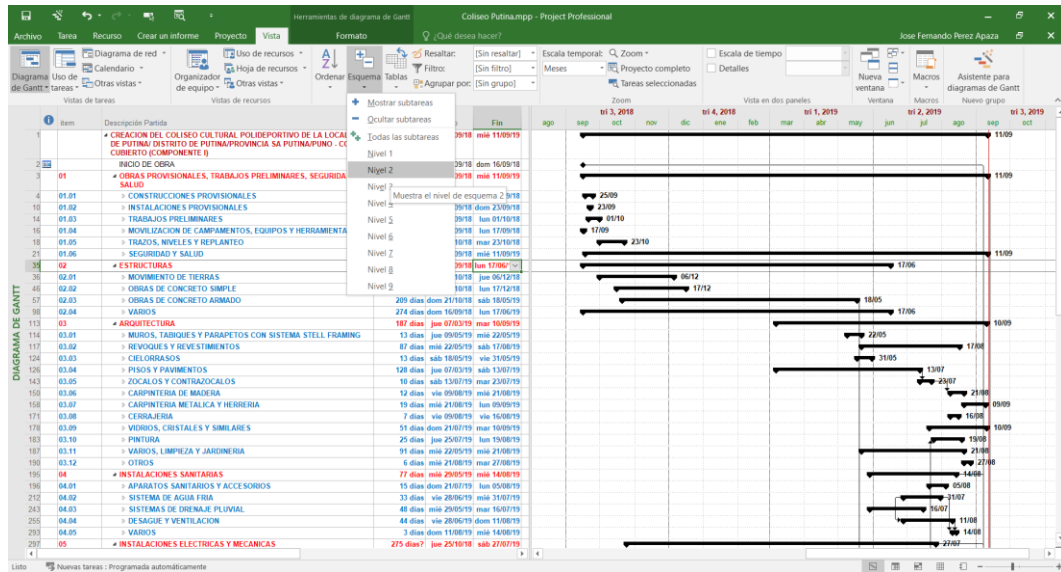


Figura N°5.17 Cronograma contractual de obra – Hitos de nivel 1 y 2.
Fuente: Consorcio San Antonio.

Para el segundo ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al ingeniero de producción, en liderar y preparar la primera reuniones de planificación maestra del equipo; lo que se espera del equipo es que colaborativamente absuelva todas la dudas del proyecto y sea consciente de los retrasos o adelantos que tiene actualmente el proyecto, además de discutir las más grandes restricciones en el proyecto; la reunión se dio a cabo el día miércoles de la semana 45, se llegaron a completar los dos puntos en la agenda, absolver las dudas de todos los miembros, y se detectaron 2 grandes restricciones: (01) la utilización de procedimientos no convencionales en el Perú como lo es el Steel Framing para tabiquería, (02) se considera que según el cronograma la fecha de inicio de la fabricación de la cobertura metálica era muy corta; producto de ejecutar dicha acción el equipo alinea sus objetivos alrededor de los hitos de nivel 1 y 2.

El segundo obstáculo identificado para madurar a un Nivel 2 (Aprendiendo), fue la falta de publicación y desuso de la curva S, pues solo es generada para el informe mensual a supervisión, y usado eventualmente por el ingeniero residente y el ingeniero de producción. Para superar este obstáculo se realizó un ciclo PDCA.

Para el tercer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al ingeniero asistente, la cual consistió en publicar la curva S en el gran salón y después discutir dicha curva en la reunión de planificación maestra; lo que se espera es hacer consciente al equipo del estado del proyecto, y generar en ellos un sentido de urgencia para seguir con implementación del LPS; esta

acción fue llevada en la reunión de planificación maestra y sirvió para evidenciar el estado del proyecto; producto de ejecutar dicha acción el equipo es consciente del estado de retraso en el proyecto.

- Planificación pull / de fases / colaborativa

En la primera condición objetivo de la “Planificación pull / de fases / colaborativa”, que se muestra en la Figura N°5.18, se ejecutaron 5 ciclos PDCA.

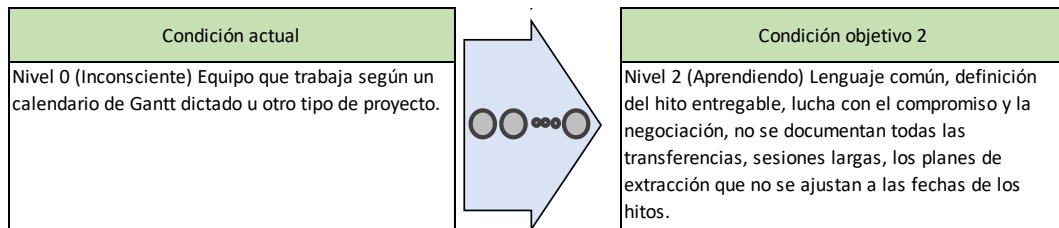


Figura N°5.18 Condición objetivo 2: “Planificación pull / de fases / colaborativa”.
Fuentes: Elaboración propia.

El primer obstáculo identificado para madurar a un nivel 1 (Consciente), es que no se cuenta con rendimientos empíricos, no están definidas las secuencias de trabajo a nivel operativo, no se ha dividido el trabajo.

Para el primer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, se realizó en equipo, la cual consistió en definir los entregables de la fase de estructuras y realizar trenes de actividad, después definir una estimación de rendimientos para los trabajos definidos junto al equipo; lo que se espera es contar con rendimientos reales basado en lo ejecutado en campo, y a partir de ellos poder realizar una planificación de la fase de estructuras más real; este acción conllevó definir la secuencia los paquetes de trabajo y actividades entre el investigador y el ingeniero de producción, después realizar entrevistas al ingeniero residente, ingeniero de producción, maestro de obra y capataces de cada cuadrilla para poder estimar el rendimiento de las actividades definidas, los resultados obtenidos fueron discutidos por el ingeniero de producción y maestro de obra para determinar los rendimientos que se usaran en los trenes de trabajo; producto de ejecutar esta acción el equipo define los paquetes de trabajo y las actividades que se deberán ejecutar en la fase de estructuras. La Figura N°5.19 muestra los entregables típicos de cada sector y la Figura N°5.20 muestra la definición de los sectores y paquetes de trabajo.



Figura N°5.19 Definiciones entregables típicos en cada sector.
Fuente: Elaboración propia



Figura N°5.20 Definición de sectores y paquete de trabajo.
Fuente: Elaboración propia

Para el segundo ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue realizada por el ingeniero residente, ingeniero de producción, maestro de obra y el investigador, la cual consistió en generar una planificación base para la fase de estructuras en base a sectores de trabajo; lo que se espera es tener una planificación base para la sesión pull; este acción fue generada en un intento de planificación pull, por el equipo, el que establecido una plan de fase de estructuras en base a los rendimientos estimados; producto de ejecutar dicha acción el equipo cuenta con un plan de fase de estructuras, este servirá para tener un base de la que partir en la sesión pull.

El segundo obstáculo identificado para madurar a un Nivel 1 (Consciente), fue la

falta de experiencia del equipo en la ejecución de sesiones colaborativas pull.

Para el tercer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió en la búsqueda de información y preparación mediante simulación de sesiones pull, generar una agenda de la sesión y el material necesario; lo que se espera es que tenga preparación para liderar la sesión pull; el investigador genero la agenda y material que se usara en la sesión pull, esta fue aprobada por el ingeniero de producción; producto de ejecutar dicha acción el equipo está preparado, en parte, para tener una sesión pull. La Figura N°5.21 muestra el formato aprobado para la realización de la primera sesión pull.

Responsable:		
Especialidad:	¿Quién recibirá este trabajo?	
Esto es lo que hare		
¿Dónde lo hare?		
¿Qué hare?	¿En cuánto tiempo lo hare?	
	#trabajadores	
Para hacerlo necesito...		
¿Qué tareas previas necesito?	¿De quién?	
¿Qué recursos necesito?	¿De quién?	

Figura N°5.21 Formato de tarjeta Pull complejo
 Fuente: Elaboración propia

El tercer obstáculo identificado para madurar a un nivel 1 (Consciente), fue la falta de consciencia de la necesidad de la planificación pull.

Para el cuarto ciclo PDCA, la acción planificada para superar el tercer obstáculo, fue completada al mostrar al equipo el estado del proyecto, que fue planificada en el elemento “Planificación maestra”.

El cuarto obstáculo identificado para madurar a un nivel 2 (Aprendiendo), la falta de ejecución de una sesión pull.

Para el quinto ciclo PDCA, la acción planificada para superar el cuarto obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió en comunicarse con personas clave y consensuar una fecha para tener la sesión pull, después definir un horario para la ejecución de la primera sesión pull; lo que se espera es tener una primera reunión y desarrollar el plan de fase de la estructura con los últimos planificadores, además de generar experiencia en el líder de la sesión; esta acción fue llevada en la primera sesión pull, esta tuvo una larga duración aproximada de 3.5 horas, con buena acogida por el equipo, poca fluidez debido al mal llenado de los formatos, la intervención del equipo fue desordenada y se tomaba mucho tiempo discutiendo de un punto, tampoco se pudo llegar a ajustar la fecha de los hitos, no participaron en la sesión: el ingeniero estructural, sanitario y eléctrico, se realizaron cambios en el orden de la ejecución de los sectores para facilitar trabajo de bomba, se llegaron a acuerdos sobre incremento de cuadrillas para poder cumplir los hitos. Se llegó a documentar toda la sesión por escrito y mediante fotografías; producto de la acción, el líder ganó experiencia en la ejecución de sesiones pull, los capataces realizaron compromisos en cuanto al cumplimiento de los hitos, la agenda se debe cumplir para no extender la reunión, los formatos deben ser más sencillos, la intervención del líder en la sesión deberá ser menor, realizar un compartir para aligerar la reunión, usar plumones en lugar de lápiz para que se tenga una mayor visibilidad. En la Figura N°5.22 se aprecia la primera sesión pull del equipo, y en la Figura N°5.23 se muestra el resultado de la sesión pull.



Figura N°5.22 Primera sesión pull.
Fuente: Elaboración propia



Figura N°5.23 Resultado de primera sesión pull.
Fuente: Elaboración propia

- Planificación anticipada

En la primera condición objetivo de la “Planificación anticipada”, que se muestra en la Figura N°5.24, se ejecutaron cuatro ciclos PDCA.

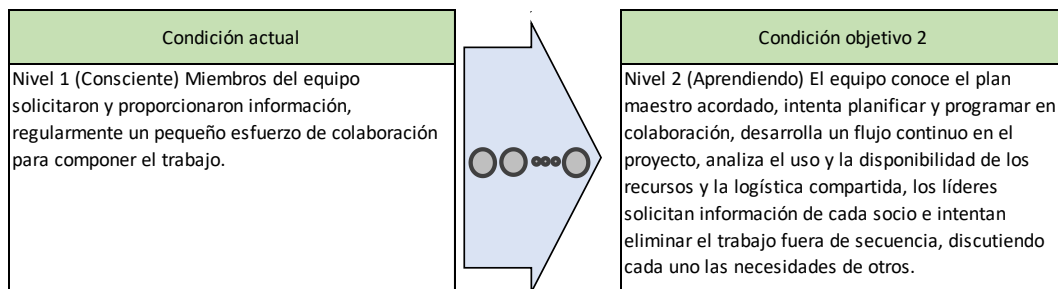


Figura N°5.24 Condición objetivo 2: “Planificación anticipada”
Fuentes: Elaboración propia.

El primer obstáculo identificado para madurar a un Nivel 2 (Aprendiendo), fue la falta de estándares para la planificación anticipada.

Para el primer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió generar estándares para la planificación anticipada; lo que se espera es tener estándares aprobados por el equipo; el investigador iteró 2 veces los estándares para la aprobación por parte del ingeniero de producción; el equipo aprendió a generar estándares para el lookahead.

El segundo obstáculo identificado para madurar a un Nivel 2 (Aprendiendo), fue la falta de aplicación del lookahead ni análisis de restricciones.

Para el segundo ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al equipo, la cual consistió ejecutar los estándares sobre la planificación anticipada propuestos; lo que se espera comenzar con el uso del lookahead y el análisis de restricciones; esta acción llevo a cabo los días lunes para la realización del Lookahead y los días jueves para la reunión de análisis restricciones, con la asistencia de: ingeniero residente, ingeniero de producción, ingeniero de oficina técnica, administradora de obra, maestro de obra y seguridad; el equipo aprendió a definir el lookahead y a realizar el análisis de restricciones, el seguimiento por materiales es engorroso. La Figura N°5.25 muestra el lookahead de la semana N°51.

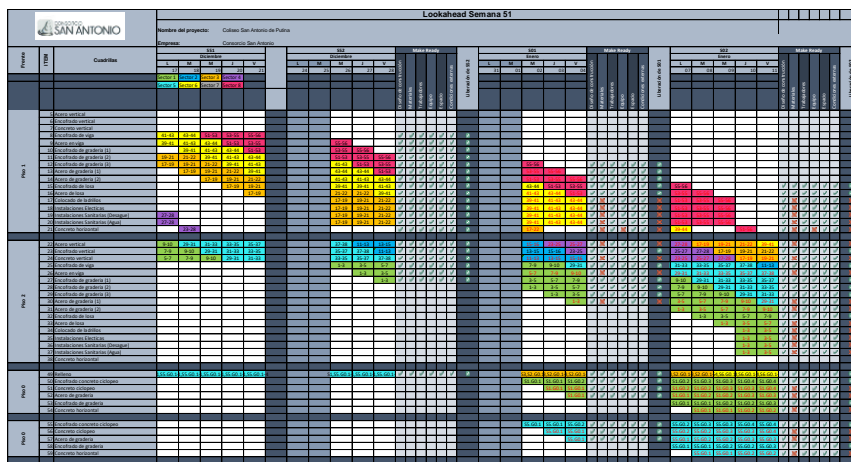


Figura N°5.25 Lookahead semana N°51
 Fuente: Elaboración propia

Para el tercer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al ingeniero asistente, el cual deberá de adecuar el antiguo formato de requerimiento; lo que se espera tener un formato que facilite la documentación del lookahead; esta acción se completó; el equipo aprendió que es mejor adecuados formatos usados para facilitar la aplicación del LPS.

El tercer obstáculo identificado para madurar a un Nivel 2 (Aprendiendo), fue que el lookahead no es público y no es utilizado por todo el equipo.

Para el cuarto ciclo PDCA, la acción planificada para superar el tercer obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió publicar el lookahead en el gran salón; lo que se espera es que todo el equipo vea y utilice el lookahead; esta acción fue realizada a partir de la semana 48 con el uso de papelotes de papel cartón, post-it y plumones, esto redujo el tiempo para reuniones de lookahead, levantamiento de restricciones y planificación de trabajo semanal; el equipo

aprendió el gran impacto que tiene publicar el lookahead, y se comprometió a tener actualizado. La Figura N°5.26 muestra el tablero lookahead utilizado en la reunión de levantamiento de restricciones.



Figura N°5.26 Reunión de levantamiento de restricción, con uso de tablero lookahead.
Fuente: Elaboración propia

- Planificación del trabajo semanal

En la primera condición objetivo de la “Planificación del trabajo semanal”, que se muestra en la Figura N°5.27, se ejecutaron tres ciclos PDCA.

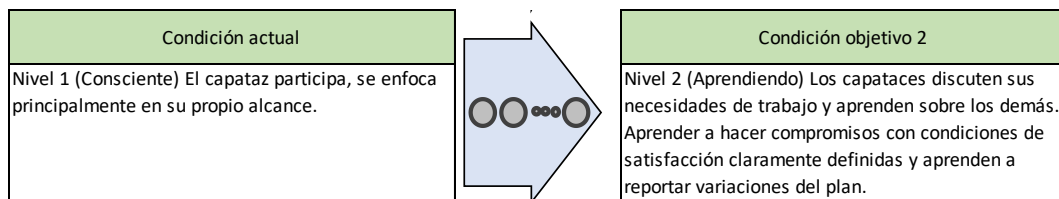


Figura N°5.27 Condición objetivo 2: “Planificación del trabajo semanal”
Fuentes: Elaboración propia.

El primer obstáculo identificado para madurar a un Nivel 2 (Aprendiendo), los compromisos son verbales y generales no se definen las condiciones de satisfacciones, los motivos de variabilidad del plan son generales y no dan mucha información.

Para el primer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió generar estándares para la planificación de trabajo semanal; lo que se espera es tener estándares aprobados por el equipo; el investigador realizó los estándares y fueron aprobados por el ingeniero de producción; el equipo aprendió a generar estándares para la planificación de trabajo semanal.

Para el segundo ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer

obstáculo, fue asignada al equipo, la cual consistió en aplicar los estándares establecidos; lo que se espera es tener reuniones de trabajo semanal más efectivas; esta acción empezó desde la semana 45, mejorando la ejecución de las reuniones de trabajo semanales; el equipo aprendió los estándares de la planificación de trabajo semanal, y se evidencio reuniones más fluidas y efectivas.

El segundo obstáculo identificado para madurar a un Nivel 2 (Aprendiendo), el plan semanal no es publicado con todo el equipo.

Para el tercer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió publicar el plan semanal en el gran salón; lo que se espera es que todo el equipo vea y utilice el plan semanal; esta acción fue realizada la semana 45, esto redujo y facilito las reuniones de trabajo semanal; el equipo aprendió a interpretar y a usar la publicación del plan semanal. La Figura N°5.28 muestra el tablero lookahead utilizado en la reunión de levantamiento de restricciones (este fue actualizado la semana 48 acoplándolo al lookahead).

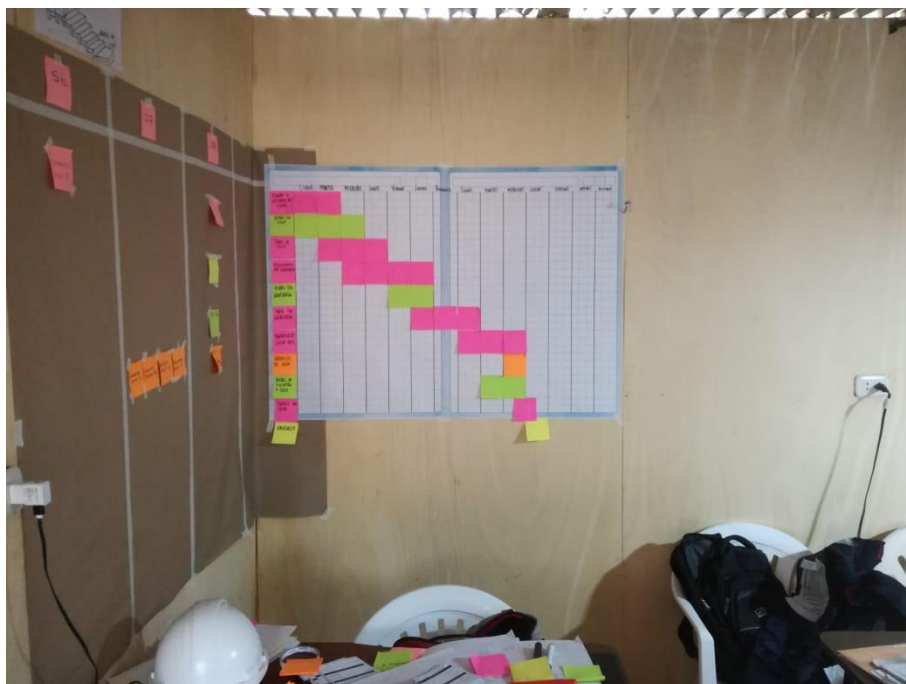


Figura N°5.28 Publicación de plan de trabajo semanal
Fuentes: Elaboración propia

- Gestión de compromisos diarios

En la primera condición objetivo de la “Gestión de compromisos diarios”, que se muestra en la Figura N°5.29, se ejecutaron dos ciclos PDCA.

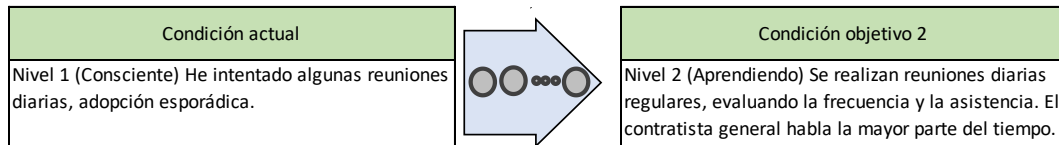


Figura N°5.29 Condición objetivo 2: “Gestión de compromisos diarios”
Fuentes: Elaboración propia.

El primer obstáculo identificado para madurar a un Nivel 2 (Aprendiendo), fue la falta de aplicación de gestión de compromisos diarios

Para el primer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió generar estándares para la gestión de compromisos diarios; lo que se espera es tener estándares aprobados por el equipo; los estándares fueron realizados y aprobados por el ingeniero de producción; el equipo aprendió a generar estándares para la gestión de compromisos diarios.

Para el segundo ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al ingeniero de producción, maestro de obra y capataces, la cual consistió en ejecutar los estándares establecido; se espera que los capataces se comprometan a actividades y continuamente aprendan a generar promesas más confiables; este se llevó a cabo a partir de la semana 48, y se obtuvo buena respuesta de participantes; se aprende a crear promesas confiables y ha preparar actividades para el día siguiente, la publicación del plan semanal facilita el desarrollo de las reuniones.

- Indicadores y reportes

En la primera condición objetivo de los “Indicadores y reportes”, que se muestra en la Figura N°5.30, se ejecutaron cuatro ciclos PDCA.

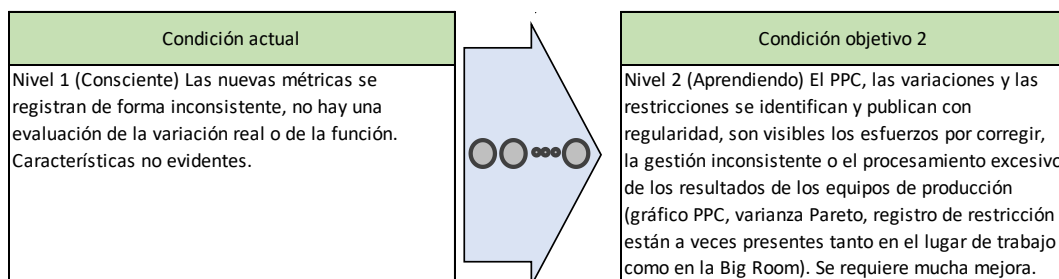


Figura N°5.30 Condición objetivo 2: “Indicadores y reportes”
Fuentes: Elaboración propia.

El primer obstáculo identificado para madurar a un Nivel 2 (Aprendiendo), fue la

falta de estándares, lo que ocasiona que no exista una gestión consistente en el procesamiento de los indicadores del equipo (gráfico PPC, varianza Pareto, registro de restricción).

Para el primer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió generar estándares para los indicadores y reportes; lo que se espera es tener estándares aprobados por el equipo; los estándares fueron realizados y aprobados por el ingeniero de producción; el equipo aprendió a generar estándares para los indicadores y reportes.

Para el segundo ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al ingeniero asistente encargado de la capacitación, la cual consistió en reforzar la capacitación en tema de indicadores; lo que se espera es una mayor comprensión de los indicadores por el equipo; se realizó una capacitación extra la semana 47 referida a los indicadores, y al uso de los estándares propuestos; el equipo evidencia la utilidad de los estándares.

Para el tercer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió en realizar un seguimiento y control periódico de la evolución del cumplimiento de programa, compromisos, restricciones, CNC y acciones correctivas; lo que se espera es aumentar el uso de los indicadores y reportes; se hizo un seguimiento y el investigador incentivaba durante la reuniones el uso de los indicadores y reportes; el equipo usa con mayor frecuencia los indicadores y reportes.

El segundo obstáculo identificado para madurar a un Nivel 2 (Aprendiendo), fue la falta de uso de uso de los indicadores del proyecto por todo el equipo.

Para el cuarto ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió en publicar los resultados de PPC, CNC y registro de restricciones; se espera que el equipo haga uso de estos indicadores en la reunión; este se llevó a cabo a partir de la semana 45, y se observó que el equipo hacía uso de ellos durante las reuniones; el equipo aprendió a utilizar y discutir los indicadores durante las reuniones de planificación.

5.3.1.3 Condición objetivo 3

En la tercera condición objetivo, que se muestra en la Figura N°5.32 , se ejecutaron los experimentos para los 6 elementos del LPS planificados, la duración para completar la condición fue de 1 mes y 2 semanas, desde la semana 52 hasta la semana 05. Dichos experimentos se dieron en ciclos con la finalidad de superar cada obstáculo entre las condiciones actual y objetivo de los elementos del LPS.

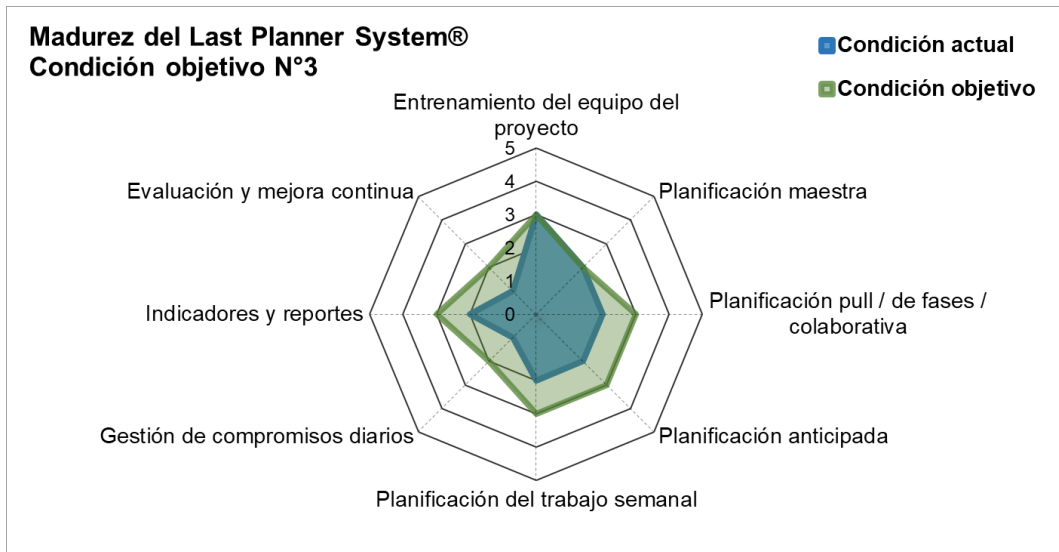


Figura N°5.31 Reporte de condición objetivo 3.
Fuentes: Elaboración propia.

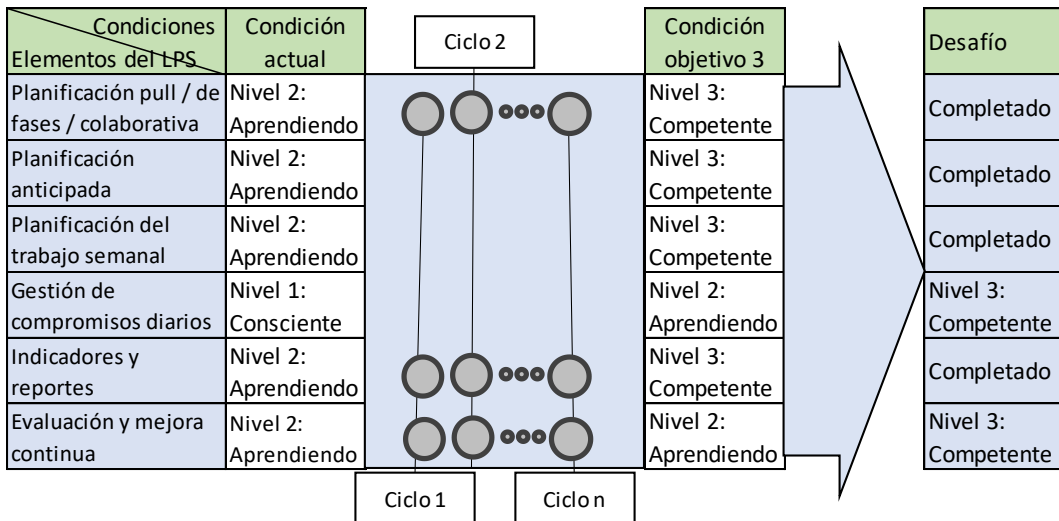


Figura N°5.32 Condición objetivo 3, de la madurez del LPS.
Fuentes: Elaboración propia.

A continuación, se desarrollará los ciclos PDCA ejecutados para cada uno de los 6 elementos del LPS, correspondientes a la condición objetivo 3.

• Planificación pull / de fases / colaborativa

En la tercera condición objetivo de la “Planificación pull / de fases / colaborativa”, que se muestra en la Figura N°5.33, se ejecutaron dos ciclos PDCA.

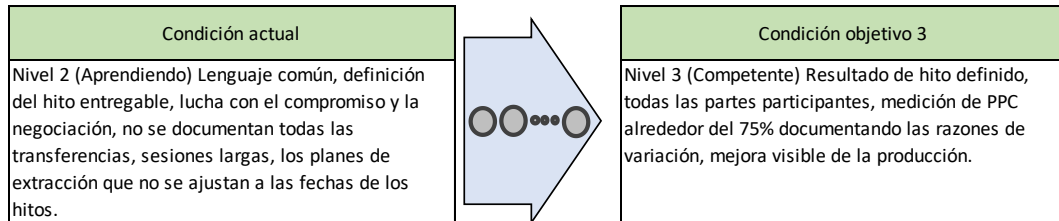


Figura N°5.33 Condición objetivo 3: “Planificación pull / de fases / colaborativa”
Fuentes: Elaboración propia.

El primer obstáculo identificado para madurar a un Nivel 3 (Competente), las fechas de culminación de los entregables aun no son claros para todo el equipo, no hay una gestión visual en el gran salón.

Para el primer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió en publicar la planificación de la fase de estructuras señalan las fechas de los entregables de la fase en el gran salón; se espera que el equipo disponga de la planificación de fase publica, y esta facilite la segunda sesión pull; se publicó en la semana 49, en el gran salón mostrando el hito limite y las fechas de los entregables; el equipo agilizo las reuniones de planificación, pues todos conocían y eran conscientes de las fechas límite, se reforzó la relación entre la planificación de fases y la planificación anticipada. La Figura N°5.34 muestra el tablero que relaciono la planificación anticipada con la planificación de la fase de estructuras.

El segundo obstáculo identificado para madurar a un Nivel 3 (Competente), fue la necesidad de una segunda sesión pull con las personas críticas.

Para el segundo ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió coordinar una fecha con todas las personas críticas y preparar todo lo necesario para sesión; se espera tener un fecha para una segunda reunión pull con la participación de las personas críticas; se concretó un fecha para sesión pull, gracias al apoyo de gerencia y residencia del proyecto al enviar invitaciones, también el investigador realizo modificaciones a los anteriores formatos basado en las Delta de la anterior sesión; el equipo está preparado para una segunda sesión. La Figura N°5.35 muestra la

modificación a los formatos para la sesión pull.



Figura N°5.34 Tablero de planificación fases-lookahead-plan semanal
Fuente: Elaboración propia



Figura N°5.35 Formato sencillo de tarjeta Pull
Fuente: Elaboración propia

Para el tercer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al equipo, la cual consistió en realizar la segunda sesión pull; se espera contar con las personas clave, esclarecer las dudas y dejar en claro las

fechas de los entregables de la fase de estructuras; se realizó una segunda sesión pull de la etapa de estructuras de una duración de 2.5 horas, con todos los involucrados del proyecto (ingeniero residente, administradora de obra, logística, ingeniero de producción, asistente de obra, ingeniero estructural, ingeniero eléctrico, ingeniero sanitario, maestro de obra, capataces), se usaron formatos más sencillos, se dieron plumones lo que generó una mejor visualización, las negociaciones entre los últimos planificadores fue muy fluida, se notó el compromiso de los capataces con respecto a las fechas de los entregables, el líder de la sesión intervino menos y solo facilitó la sesión; el equipo tiene un mayor compromiso y una mejor predisposición a cumplir las fechas límite de los entregables, la participación de las personas clave, incremento las negociaciones y trajeron restricciones que no se observaron en la anterior reunión, los formatos más simples fueron de mayor utilidad. La Figura N°5.36 muestra el resultado de la segunda sesión pull.



Figura N°5.36 Segunda sesión Pull
Fuente: Elaboración propia

- Planificación anticipada

En la tercera condición objetivo de la “Planificación anticipada”, que se muestra en la Figura N°5.37, se ejecutaron tres ciclos PDCA.

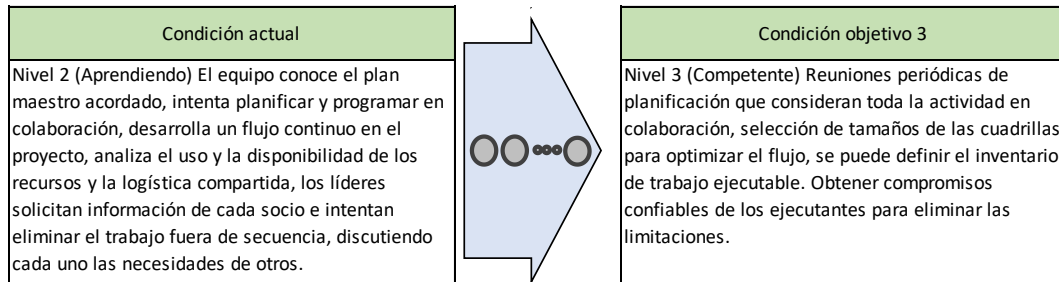


Figura N°5.37 Condición objetivo 3: "Planificación anticipada"

Fuentes: Elaboración propia.

El primer obstáculo identificado para madurar a un Nivel 3 (Competente), no se sigue a cabalidad los estándares, aun se programan actividades cuya liberación esta pendiente para la semana de ejecución.

Para el primer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al ingeniero de producción, la cual consistió en hacer cumplir los estándares, indicando cuando no se cumplían estos y pidiendo volver a realizarlos; se espera el cumplimiento de los estándares; el ingeniero de producción identifico en 2 oportunidad la programación de actividades que no tenían sus restricciones levantadas, solicitando que dichas actividades no sean incluidas en el plan de trabajo semanal, esto hace ver los compromisos incumplido; el equipo aprende a utilizar los estándares e intenta cumplir sus compromisos de levantamiento de restricciones en el plazo pactado.

Para el segundo ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al ingeniero residente (como socio del consorcio), la cual consistió en generar mayor compromiso por parte de la logística del consorcio (la cual no está en oficina, y se encontraba en la distrito de San Román - Juliaca); se espera que no haya más retrasos en la llegada de materiales y equipos solicitados; el ingeniero residente converso con logística y pidió a la empresa Arsen S.A.C. facilite los requerimiento en base a lo solicito en el lookahead y a los requerimientos enviados; el equipo tienes el compromiso por parte de la empresa Arsen S.A.C. y la logística para el cumplimiento de los requerimiento solicitados.

El segundo obstáculo identificado para madurar a un Nivel 3 (Competente), fue la falta de balanceo de cuadrillas

Para el tercer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió en realizar un mapa de flujo valor y

estudios de tiempos productivos, contributarios y no contributarios de las principales actividades; se espera tener la información necesario para poder tener cuadrillas más optimas; se realización estudios a las cuadrillas de encofrado, y vaciado de concreto; se optimizaron los tiempos requeridos para el vaciado así mismo las cuadrillas fueron balanceadas gracias a las cartas balance de esas actividades. La Figura N°5.38 muestra la modificación a los formatos para la sesión pull.

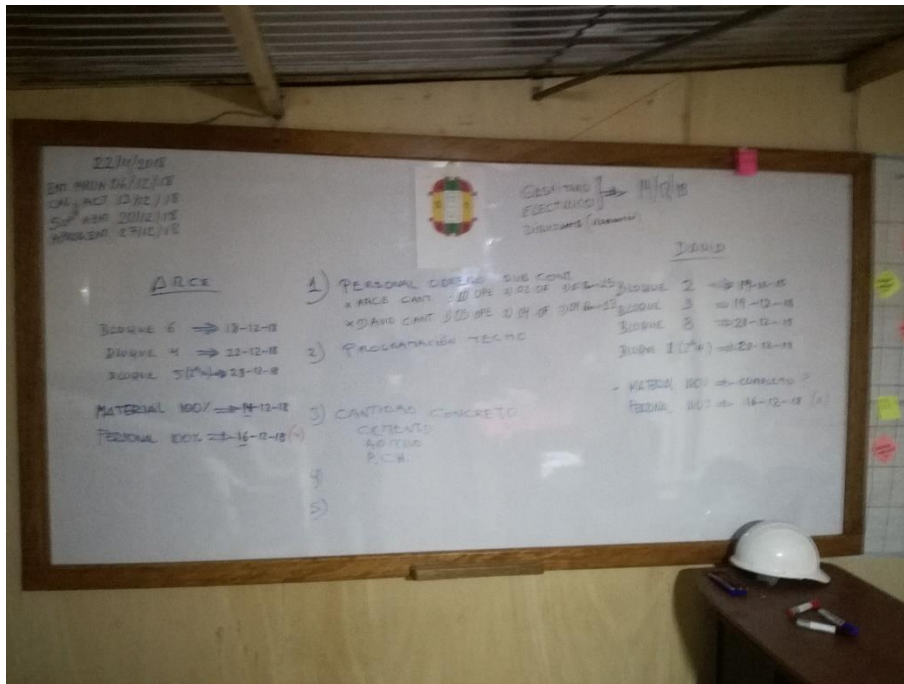


Figura N°5.38 Presentación de balanceo de cuadrilla.
Fuentes: Elaboración propia.

- Planificación del trabajo semanal

En la tercera condición objetivo de la “Planificación del trabajo semanal”, que se muestra en la Figura N°5.39, se ejecutaron dos ciclos PDCA.

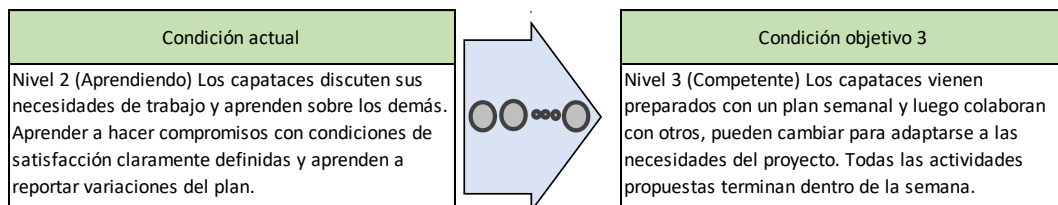


Figura N°5.39 Condición objetivo 3: “Planificación del trabajo semanal”
Fuentes: Elaboración propia.

El primer obstáculo identificado para madurar a un Nivel 3 (Competente), la falta de reportes por parte de los capataces, el maestro de obra aun realiza el recorrido

diario y semanal en busca de información.

Para el primer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió en genera un formato para llenado de avance y CNC de avance diario y semanal; lo que se espera es tener un formato que pueda ser llenado por los capataces; el formato fue presentado y aprobado por el ingeniero de producción, maestro de obras y capataces; el equipo cuenta con un formato que será fácilmente usado por los capataces.

Para el segundo ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió realizar una capacitación y seguimiento al llenado de los formatos; se espera que los capataces llenen el formato de una forma tal que sea entendible por el ingeniero de producción; el investigador condujo el aprendizaje durante las semanas 01 y 02; el equipo aprende una forma de actualizar y controlar los avances diarios del plan semanal. La Figura N°5.40 muestra los formatos reportador por los capataces, ordenados por sector y por hitos.



Figura N°5.40 Formatos de reporte llenado por capataces.
Fuente: Elaboración propia.

El segundo obstáculo identificado para madurar a un Nivel 3 (Competente), fue que los capaces que realizan actividades similares como carpintería y acero no se comunican entre si, debido a falta de confianza y tener un sentimiento de competencia.

Para el tercer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al equipo, la cual consistió en realizar caminatas juntos a los capataces por todos los frentes y observar las mejores prácticas y generar

conversación entre capataces; se espera generar un ambiente de mejora colaborativa; para ello se realizaron caminatas junto a los capataces recorriendo toda la obra, conversando sobre las buenas prácticas y sobre aquellas que se pueden mejorar; El equipo colaboro y compartió buenas prácticas, también se animó al equipo a seguir mejorando. La Figura N°5.41 muestra una caminata con el equipo y los capataces.



Figura N°5.41 Caminata de aprendizaje con equipo y los capataces.
 Fuente: Elaboración propia.

- Gestión de compromisos diarios

En la tercera condición objetivo de la “Gestión de compromisos diarios”, que se muestra en la Figura N°5.42, se ejecutaron tres ciclos PDCA.

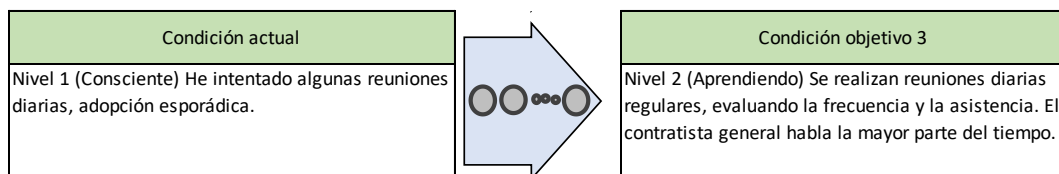


Figura N°5.42 Condición objetivo 3: “Gestión de compromisos diarios”
 Fuentes: Elaboración propia.

El primer obstáculo identificado para madurar a un Nivel 2 (Aprendiendo), fue el que no se cumplen los estándares, y las reuniones son de larga duración (más de 15min).

Para el primer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo,

fue asignada al investigador, la cual consistió adaptar los estándares propuestos con las condiciones experimentadas hasta el momento, haciendo uso de los plus/delta; se espera tener estándares alineados a la realidad del proyecto, y ser fácilmente seguidos por el equipo; lo que se hizo fue adaptar los estándares juntos a los usuarios finales (capataces y maestro de obra); el equipo colaboro y aprobó la realización de estos nuevos estándares (involucramiento).

El segundo obstáculo identificado para madurar a un nivel 1 (Consciente), no hay un seguimiento del cumplimiento de asistencia.

Para el segundo ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al ingeniero de producción, la cual consistió en realizar seguimiento de la frecuencia y la asistencia a las reuniones diarias; se espera hacer consciente a los participantes de las deficiencias en cuanto al cumplimiento de la gestión de los compromisos diarios, y mejorar dichas deficiencias; para ello el ingeniero de producción realiza un lista para su seguimiento, se observo que las personas que incumplían las reuniones fueron cambian de actitud; realizar el seguimiento de cumplimiento de las gestión de compromisos cambio la actitud de la personas frente a la gestión de compromisos diarios.

Para el tercer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al ingeniero de producción, maestro de obra y capataces, la cual consistió en publicar y actualizar el plan semanal; se espera facilitar la reuniones para que sean mucho más ágiles, y de menor duración; para su ejecución se publicó un papelote dentro del gran salón, en el cual los capataces lo llenaban con post-it en los que estaban sus compromisos diarios; el equipo es redujo la duración de la reuniones, los capataces venían preparados para llenar el tablero. La Figura N°5.43 muestra un tablero típico usado en Scrum para el control de compromisos diarios, en la Figura N°5.44 se aprecia el tablero de gestión de compromisos diarios en el gran salón, en la que cada color representa



Figura N°5.43 Formato para seguimiento de compromisos diarios
Fuentes: Elaboración propia.

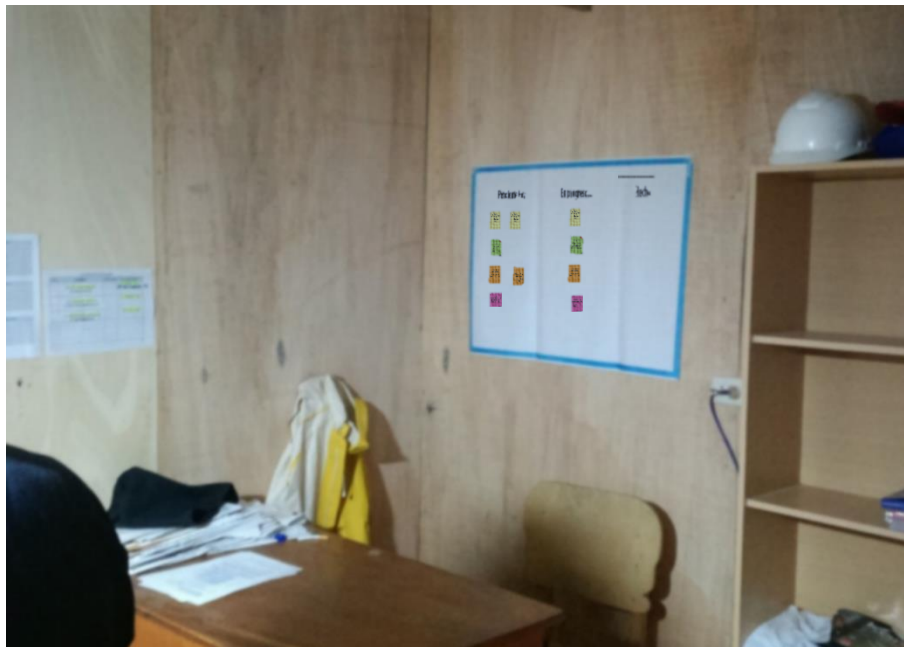


Figura N°5.44 Panel de compromisos diarios en gran salón
Fuentes: Elaboración propia.

- Indicadores y reportes

En la tercera condición objetivo la “Indicadores y reportes”, que se muestra en la Figura N°5.45, se ejecutaron dos ciclos PDCA.

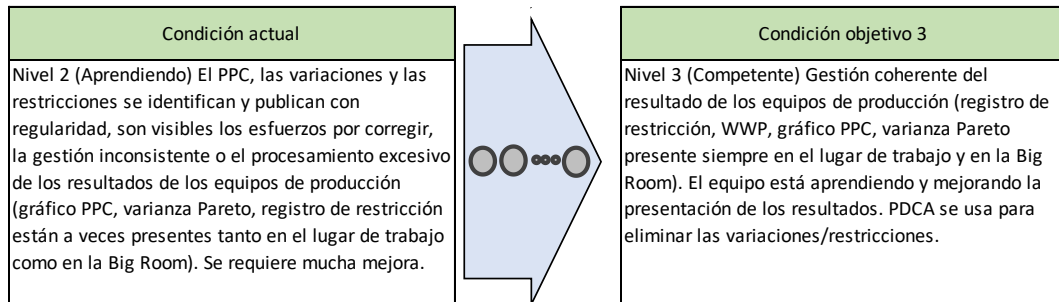


Figura N°5.45 Condición objetivo 3: "Indicadores y reportes"
Fuentes: Elaboración propia.

El primer obstáculo identificado para madurar a un Nivel 3 (Competente), fue el sobre procesamiento y deficiente seguimiento de las acciones correctivas para las CNC.

Para el primer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al ingeniero de producción, la cual consistió en realizar seguimiento a las acciones correctivas; se espera reducir la incidencia de CNC comunes; para ello, el ingeniero de producción genera un formato para la revisión constantemente de cumplimiento de las acciones correctivas; el equipo tiene un seguimiento y sabe cuándo no se realizan o se dejan en desuso las acciones correctivas.

El segundo obstáculo identificado para madurar a un nivel 3 (Competente), la CNC más incidente son las lluvias intensas.

Para el segundo ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al ingeniero residente, el cual solicitó la paralización de la obra por motivos climáticos; lo que se espera es no tener tantas paradas; esta acción fue llevada la semana 05, en la que el PPC fue de un 8%, siendo aceptada por supervisión la semana 07.



Figura N°5.46 Obra en paralización por motivos climáticos.
Fuentes: Elaboración propia.

• Evaluación y mejora continua

En la tercera condición objetivo la “Evaluación y mejora continua”, que se muestra en la Figura N°5.47, se ejecutaron dos ciclos PDCA.

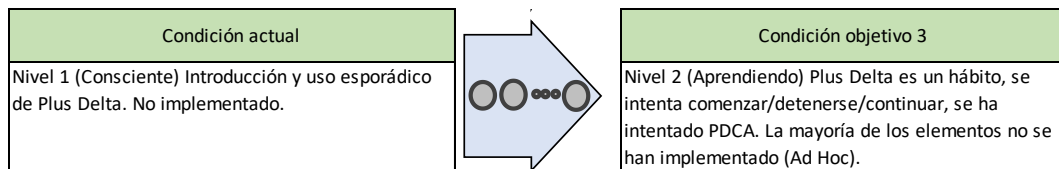


Figura N°5.47 Condición objetivo 3: “Evaluación y mejora continua”
Fuentes: Elaboración propia.

El primer obstáculo identificado para madurar a un Nivel 2 (Aprendiendo), fue la falta aplicación de los Plus / Delta en todas las reuniones.

Para el primer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió generar estándares para la evaluación y mejora continua; lo que se espera es tener estándares aprobados por el equipo; el investigador realizó los estándares y fueron aprobados por el ingeniero de producción; el equipo aprendió a generar estándares para la evaluación y mejora continua.

Para el segundo ciclo PDCA, la acción planificada para superar el primer obstáculo, fue asignada al investigador, la cual consistió recordar el uso de los plus / delta, cuando fuera necesario; se espera el uso de los plus/delta en todas las reuniones; para ello el asistente agendó en cada sesión un tiempo estipulado para los plus/delta, los que se recordaban en cada reunión que se tuvo; el equipo formó el hábito del uso de los plus/delta.

El segundo obstáculo identificado para madurar a un nivel 2 (Aprendiendo), fue la falta de implementación del comenzar/detenerse/continuar.

Para el tercer ciclo PDCA, la acción planificada para superar el segundo obstáculo, fue asignada al equipo, la cual consistió en realizar pares esporádicos durante conversaciones, para preguntarse ¿Lo que estoy haciendo es lo que esperaba? ¿Puedo mejorar ello? ¿Qué aprendo de esto? (basado en el PDCA); se espera formar el hábito de la constante búsqueda de mejora continua en cada decisión que se tome; para ello al inicio de cada reunión se asignaba a una persona para

realizar lo pares esporádicos; el equipo aprende e inicia con los hábitos de mejora continua en cada decisión tomada.

El tercer obstáculo identificado para madurar a un nivel 2 (Aprendiendo), los deltas antes identificados aún se repiten en las reuniones.

Para el cuarto ciclo PDCA, la acción planificada para superar el tercer obstáculo, fue asignada al equipo, la cual consistió en alertar durante las reuniones, cuando un delta se estaba repitiendo nuevamente; se espera evitar los deltas identificados en reuniones anteriores; para ello al inicio de las reuniones se mencionaban los deltas identificados en anteriores sesiones y se solicitaba la intervención de cualquiera para evitarlos; el equipo mejora al no volver a repetir los deltas.

5.3.1.4 Condición final alcanzada

Debido a las constantes lluvias que no permitían y/o dificultaban el trabajo en obra el Consorcio San Antonio, tomo la decisión de solicitar una paralización de obra, la cual fue presentaba a la supervisión, y posteriormente se dio la aprobación por parte de la Municipalidad de San Antonio de Putina para un cese de actividades por 3 meses (duración pronostica de intensas precipitaciones).

Por tal motivo la presente investigación no llego al desafío planteado por las empresas consorciadas. La Figura N°5.48 muestra los niveles de madurez alcanzados en cada uno de los elementos del LPS.

Elementos del LPS	Condicion final alcanzada
Entrenamiento del equipo del proyecto	Nivel 3: Competente
Planificación maestra	Nivel 2: Aprendiendo
Planificación pull / de fases / colaborativa	Nivel 3: Competente
Planificación anticipada	Nivel 3: Competente
Planificación del trabajo semanal	Nivel 3: Competente
Gestión de compromisos diarios	Nivel 2: Aprendiendo
Indicadores y reportes	Nivel 3: Competente
Evaluación y mejora continua	Nivel 2: Aprendiendo

Figura N°5.48 Condición objetivo 3: "Evaluación y mejora continua"
Fuentes: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los datos fueron recopilados de forma semanal desde la semana de intervención en el proyecto. Los datos presentados a continuación corresponden a los indicadores e información obtenida durante las 17 semanas en las cuales se intervino proyecto y aplico el sistema propuesto. Primero se analizan los resultados respecto a la madurez del LPS en cada uno de los elementos; después se continua con el análisis de algunos indicadores del LPS en cuanto a la gestión (relacionado con el PCR) y al desempeño (relacionado con el PPC, desarrollo de la curva S y las CNC).

Finalmente, en base a los resultados se realizó una evaluación sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos y de la hipótesis en la investigación, también se responde a la pregunta formulada en la problemática.

6.1 NIVEL DE MADUREZ DEL LPS

El nivel de madurez del sistema propuesto fue medido al inicio de la intervención y en después de completar cada condición objetivo, la medición fue hecha por el equipo del proyecto apoyándose en las evidencias (caminatas gemba, auditorías de la reunión y entrevistas con el equipo) recolectadas por el investigador. La medición se realizó utilizando el modelo de madurez propuesto por el el LCI-LPS (Ahlstrom et al., 2016) y fue descrita en capítulo II. La Figura N°6.1 presenta el comparativo de los resultados de la evaluación inicial y final.

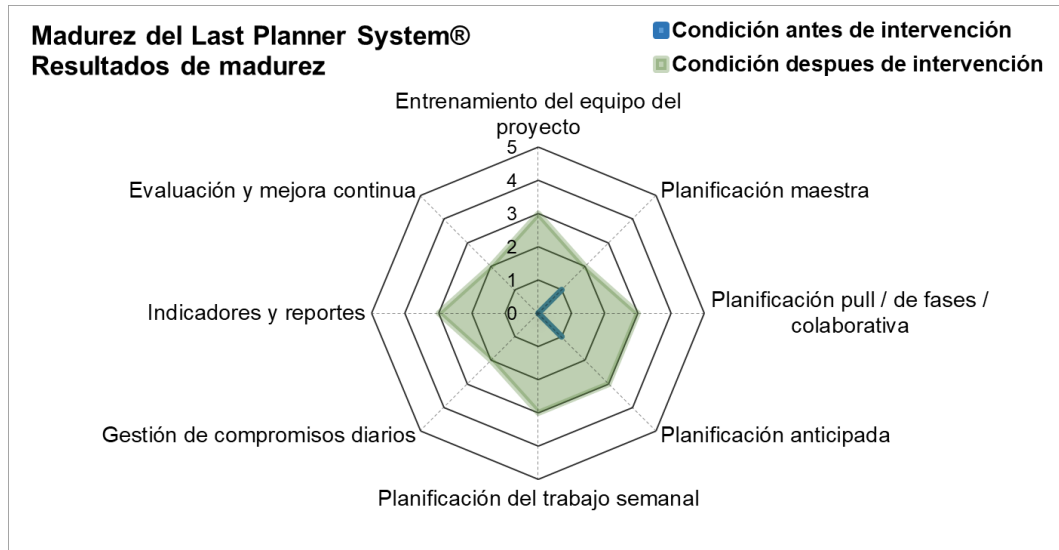


Figura N°6.1 Nivel de madurez inicial y final
Fuente: Elaboración propia

En la figura puede apreciarse que todos los componentes medidos mejoraron. La Figura N°6.1 presenta el valor inicial y final medido, la diferencia entre ambos valores y el factor de aumento, medido como la proporción entre el valor final e inicial aumento.

A continuación, se revisan las mejoras identificadas:

- a) Entrenamiento del equipo del proyecto: Este elemento paso desde un nivel 0 (inconsciente) a un nivel 3 (competente). Para alcanzar este nivel se superaron 5 obstáculos y se ejecutaron 7 acciones, la mejora se debe principalmente al apoyo de la organización y al seguimiento del estándar documentado. Con el método propuesto este elemento fue aplicado, en comparación con el estudio de Daniel (2017), en el que se evidencia una implementación de un entrenamiento temprano solo en el 42% de los casos.
- b) Planificación maestra: Este elemento paso desde un nivel 1 (consciente) a un nivel 2 (aprendiendo). Para alcanzar este nivel se superaron 5 obstáculos y se ejecutaron 6 acciones, la mejora se debe principalmente al sentido de urgencia generado por la planificación semanal, al involucramiento de todo el equipo, gestión visual en el gran salón y los reportes impresos dados a todo el equipo. No se llegó a un nivel 3 (competente), debido a la paralización de la obra. Con el método propuesto este elemento fue aplicado, en comparación con el estudio de Lagos (2017), en el que se evidencia una implementación del plan maestro solo en el 82% de los casos.

- c) Planificación pull / de fases / colaborativa: Este elemento paso desde un nivel 0 (inconsciente) a un nivel 3 (competente). Para alcanzar este nivel se superaron 6 obstáculos y se ejecutaron 8 acciones, la mejora se debe principalmente al sentido de urgencia generado por la planificación semanal, a la predisposición del equipo y a la preparación que se dio a las sesiones pull, también a la gestión visual mediante tableros. Con el método propuesto este elemento fue aplicado, en comparación con el estudio de Daniel (2017), en el que se evidencia una implementación de la planificación pull solo en el 72% de los casos.
- d) Planificación anticipada: Este elemento paso desde un nivel 1 (consciente) a un nivel 3 (competente). Para alcanzar este nivel se superaron 5 obstáculos y se ejecutaron 7 acciones, la mejora se debe principalmente al sentido de urgencia generado por la planificación semanal, a los estándares adoptados (para el lookahead, análisis de restricciones y el inventario de trabajo ejecutado), al seguimiento de los compromisos mediante el PCR, también a la gestión visual mediante el panel en el gran salón. Con el método propuesto este elemento fue aplicado, en comparación con el estudio de Lagos (2017), en el que se evidencia una implementación del lookahead solo en el 61% de los casos, del análisis de restricciones solo en el 33% de los casos y del inventario de trabajo ejecutable solo en el 19% de los casos.
- e) Planificación de trabajo semanal: Este elemento paso desde un nivel 0 (inconsciente) a un nivel 3 (competente). Para alcanzar este nivel se superaron 6 obstáculos, se ejecutaron 8 acciones, la mejora se debe principalmente a las capacitaciones realizadas, a la demostración de apoyo de la organización, a la integración del equipo, a los estándares adoptados, la gestión visual en el Big Room y a las caminatas gemba. Con el método propuesto este elemento fue aplicado, en comparación con el estudio de Lagos (2017), en el que se evidencia una implementación de trabajo semanal solo en el 85% de los casos.
- f) Gestión de compromisos diarios: Este elemento paso desde un nivel 0 (inconsciente) a un nivel 2 (aprendiendo). Para alcanzar este nivel se superaron 3 obstáculos, se ejecutaron 5 acciones, la mejora se debe principalmente al seguimiento del estándar documentado y a la gestión visual en el Big Room. No se llegó a un nivel 3 (competente), debido a la paralización de la obra. Con el método propuesto este elemento fue aplicado, en comparación con el estudio de Daniel (2017), en el que se evidencia una

implementación de la reunión diaria de planificación solo en el 21% de los casos.

- g) Indicadores y reportes: Este elemento paso desde un nivel 0 (inconsciente) a un nivel 3 (competente). Para alcanzar este nivel se superaron 5 obstáculos, se ejecutaron 6 acciones, la mejora se debe principalmente a la capacitación sobre su uso, al seguimiento de los estándares adoptados y la gestión visual en el Big Room. Con el método propuesto este elemento fue aplicado, en comparación con el estudio de Lagos (2017), en el que se evidencia una implementación de la gestión de la información en solo el 27% de los casos, y en comparación con el estudio de Daniel (2017), en el que se evidencia una implementación del PPC solo el 68% de los casos y la toma de datos de las RNC solo del 63% de los casos.
- h) Evaluación y mejora continua: Este elemento paso desde un nivel 0 (inconsciente) a un nivel 2 (aprendiendo). Para alcanzar este nivel se superaron 4 obstáculos, se ejecutaron 5 acciones, la mejora se debe principalmente al uso del PPC y de las CNC para las mejoras, al seguimiento de los plus/delta en todas la reuniones y al alto conocimiento de los PDCA por equipo (debido a ser la base del sistema propuesto). Con el método propuesto este elemento fue aplicado, en comparación con el estudio de Lagos (2017), en el que se evidencia una implementación de las acciones correctivas de solo el 39%.

6.2 INDICADORES DE GESTIÓN

6.2.1 Liberación de restricciones (PCR)

La Figura N°6.2 muestra la evolución de liberación de restricciones partir de la semana N°46 a la semana N°07, esto se debe a que la implementación de la planificación anticipada fue desde la semana N°45.

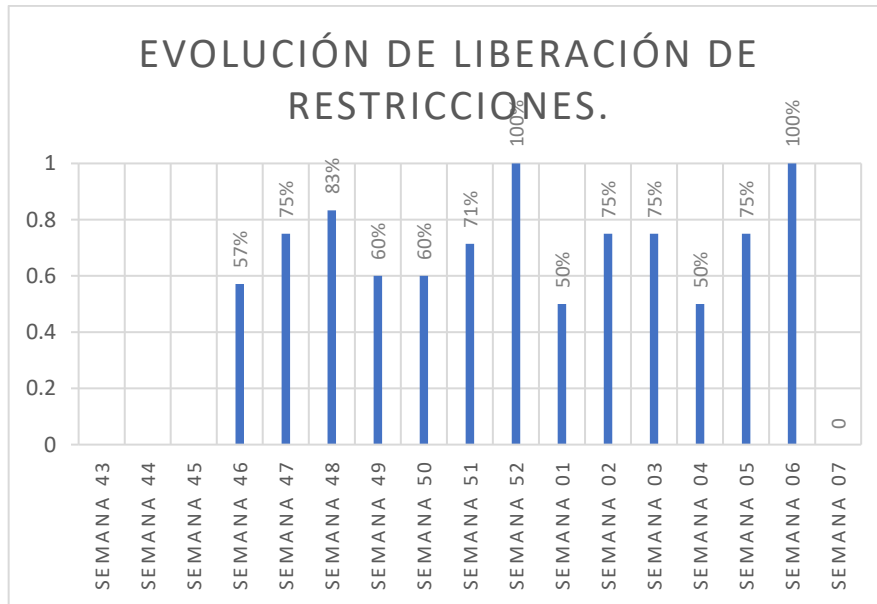


Figura N°6.2 Evolución de liberación de restricciones (PCR)
Fuente: Elaboración propia

El resultado muestra un crecimiento inicial entre las semanas N°46 a la semana N°48, esto se puede explicar al apoyo que se brindó desde la gerencia al tren de actividades planteado en la semana N°45. En las semanas N°49 y semana N°50, se observa una caída del PCR a un 60%, esto se explica por la segunda sesión pull, la cual genera una variación en la liberación de restricciones. La semana N°51 y semana N°52 llegan a un pico 100% de cumplimiento, lo que demuestra un gran compromiso por parte de la empresa hacia la planificación, puesto que gran cantidad de las restricciones fueron por materiales. La semana N°01, presenta un bajo nivel de liberación de restricciones, esto se explica, a las nuevas restricciones generadas debido a la falta de personal, y debido a los plazos tan cortos se hicieron muy difíciles de liberar. Se nota un crecimiento en las semanas posteriores, pero se mantiene en un promedio de 75 % debido a los cambios que se tuvieron que realizar a los requerimientos, debido a las constantes lluvias.

6.3 INDICADORES DE DESEMPEÑO

6.3.1 Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)

La Figura N°6.3 muestra la evolución del PPC a partir de la semana N°43 a la semana N°07:

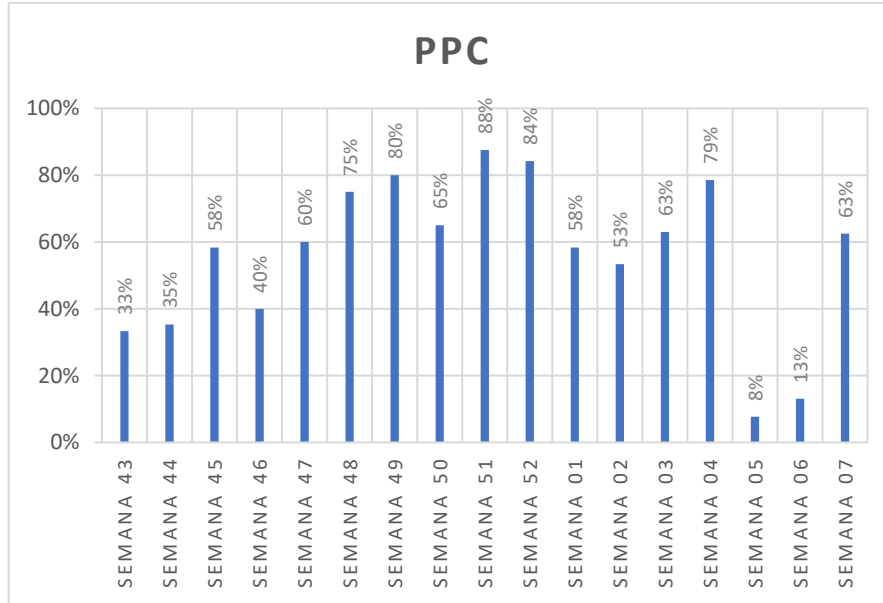


Figura N°6.3 Evolución semanal del indicador PPC
Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran valores bajos en las primeras dos semanas, por debajo del 40%, esto debido a al deficiente sistema de planificación llevado hasta el momento, a las tareas no eran anticipadas y/o no tenía cuadrillas balanceadas, lo que ocasionaba que las cuadrillas de excavaciones dejaban frente abiertos, lo cuales generaban re trabajos con la caída de lluvias. En la semana N°45 la productividad se eleva debido a que se realizó un balance de cuadrillas y se aprobó la ejecución del tren de actividades por parte de la empresa. La semana 46 muestra una caída importante debido a retrasos por lluvias y a la nueva programación. Luego se observa que hay un crecimiento constante desde la semana N°47 a la semana N°52, llegando a alcanzar un 88%, la cual es superior al 80% esperado de una buena planificación en el LPS. En las semanas siguientes (semana N°01 y la semana N°02) se observa una decaída de hasta un 53%, esto debido a que el grupo de encofrado no regreso después del feriado por año nuevo. Después se aprecia un incremento en las semanas N°03 y semana N°04, debido a que el personal fue sustituido y se normalizaron los trabajos. La semana N°05 y semana N°06 el llego a tener una caída de hasta un 8%, esto se explica por la época de lluvia de la zona. Para la semana N°07 indicar un PPC regular el cual no cumplió con la meta antes de la paralización de la obra por motivo de lluvias intensas.

6.3.2 Evolución del cumplimiento de programa

La Figura N°6.4 muestra la evolución de la curva S los 5 meses, antes de la paralización de obra.

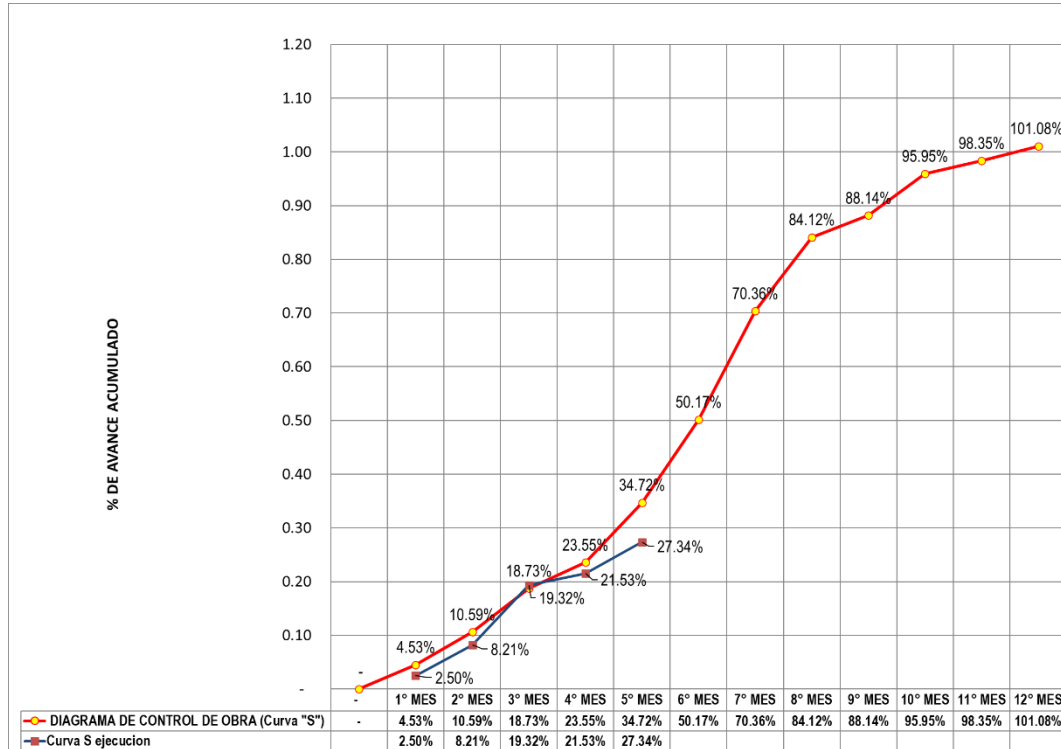


Figura N°6.4 Evolución mensual de la curva S
Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran un retraso el primer y segundo mes, esto debido a la falta de un sistema de producción en obra, y a la incipiente madurez del LPS. En el tercer mes el avance se adelantó a la curva S base, llegando a estar 0.59% adelante del avance contractual. En el cuarto mes el proyecto entro nuevamente en retraso, ejecutando 2.02% por debajo de la curva S base, la CNC de estos retrasos fueron las lluvias constantes de gran intensidad, motivo por el cual el consorcio San Antonio inicio los trámites para la paralización de obra. En el quinto mes, el avance de las tres primeras semanas fue calculado en un 5.81% comparando con el porcentaje de avance contractual de 11.17%, resulta muy por debajo de lo esperado. La solicitud de paralización de obra fue aprobada por la supervisión y por la municipalidad, haciéndose efectiva el 16 de febrero.

6.3.3 Causas de no Cumplimiento (CNC)

Las CNC se realizaron todas las reuniones del plan de trabajo semanal (días

lunes). Para llevar un control de las principales causas se hizo uso de la Tabla N°6.1, la misma que muestra los códigos de las CNC a utilizar:

Tabla N°6.1 Codificación de las CNC
 Fuente: Elaboración propia

Principales CNC		
Item	Causas	Código
1	Mala programación	PROG.
2	Materiales	MAT.
3	Mano de obra	MO.
4	Prerrequisitos incompletos	PR.
5	Equipos	EQ.
6	Diseño del proyecto	DIS.
7	Problemas con proveedores	PROV.
8	Fallas de calidad	CAL.
9	Motivos climáticos	CLI.
10	Imprevistos	IMP.
11	Otros	OTROS

La Figura N°6.5, muestra la incidencia porcentual de las CNC del proyecto durante la aplicación de la herramienta LPS; además, se observa que la causa principal de no cumplimiento de las tareas programadas fue Motivos climáticos.

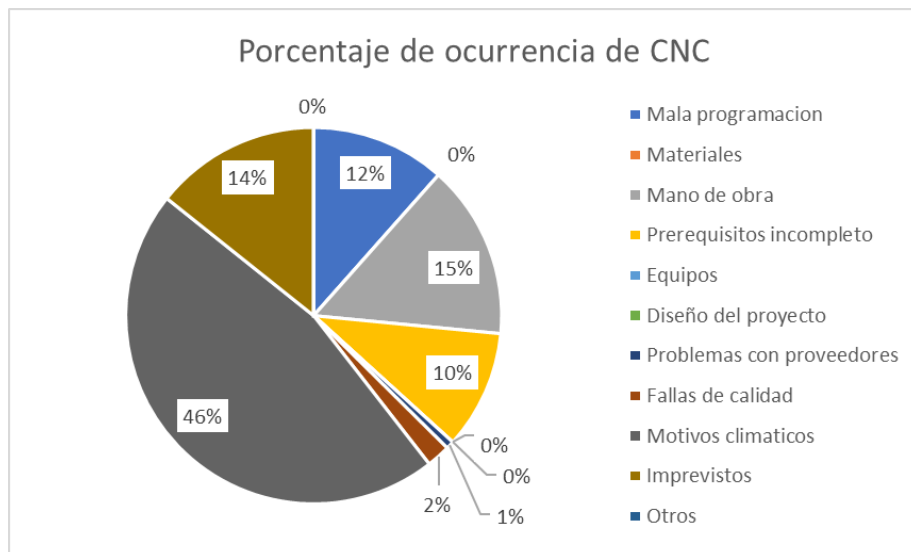


Figura N°6.5 Porcentaje de ocurrencia de CNC
 Fuente: Elaboración propia.

6.4 EVALUACIÓN DE PROBLEMÁTICA, OBJETIVOS E HIPÓTESIS.

En primer lugar, cabe mencionar que durante la ejecución de un proyecto se logró aplicar: (1) el modelo de madurez, (2) el sistema de mejora continua propuesto y (3) se dio customización de la implementación del LPS de acuerdo a la realidad

empresarial, por lo que los 3 objetivos específicos de la investigación se cumplieron.

Por otra parte, se identificaron mejoras en los indicadores de gestión y desempeño del proyecto, producto de la aplicación del sistema propuesto.

No obstante, el cumplimiento de la hipótesis inicial no fue cumplido, debido a factores externos (paralización de la obra por motivos climáticos), sin embargo, los elementos que no llegaron a la madurez propuesta tienen una alta posibilidad de completar su madurez, debido a que el sistema propuesto garantiza al equipo llegar a una condición objetivo superando cualquier obstáculo que se presente.

CONCLUSIONES

1. El sistema propuesto aplica un sistema de mejora continua basado en el enfoque TK con el objetivo de garantizar que estos planes se completen y no se dejen en el olvido. El uso de los niveles del modelo de madurez como condiciones actuales y objetivo, nos permite determinar que obstáculos existen en el proyecto, e ir proponiendo pequeñas acciones para superarlos, pero el mayor valor está en lo que se aprende de esa pequeña acción planeada, pues permite planificar una acción siguiente más precisa, este aprendizaje repetitivo (mejora continua) garantiza que en algún momento lograremos llegar a un siguiente nivel de madurez. Esto se vio reflejado en los niveles de madurez alcanzados en todos los componentes del LPS-LCI, por ejemplo, para el componente "Planificación de trabajo semanal" el cual antes de intervención tuvo un "Nivel 0: Inconsciente" y después de la aplicación de sistema propuesto se alcanzó un "Nivel 3: Competente". Por lo que podemos concluir que aplicar el sistema propuesto garantiza elevar los niveles de madurez del LPS-LCI.
2. El empleo del LCI Lean IPD Health and Maturity Assessment Tool, permitió a la organización y al equipo del proyecto obtener una visión más amplia sobre la filosofía lean construction, también entender que el LPS solo es el inicio del recorrido lean.
3. El empleo de la metodología TK también fue útil para involucrar al equipo del Proyecto y permitió romper barreras culturales, esto se vio reflejado en la predisposición del equipo.
4. El uso del Maturity Assessment del LPS permitió establecer condiciones actuales y objetivo, mientras que la metodología TK guio el camino hacia esa condición objetivo.
5. La ejecución de cada experimento para superar los obstáculos permite customizar el LPS y que este sea el más adecuado para cada proyecto.
6. La principal contribución de esta investigación es una metodología que permite gestionar la madurez del LPS en busca de mejoras continuas
7. La propuesta de "sistema de mejora continua para facilitar la madurez del LPS" durante la ejecución de un proyecto dirige, desde un inicio, la visión y cultura de la empresa en busca de mejora continua constante. La cual se evidencio en el apoyo por parte de las personas involucradas.

8. El sistema propuesto facilita la planificación, en equipo, de mejoras en el LPS, esta se evidencio en (03) condiciones objetivo que se superaron, en los (44) obstáculos detectados y en las (52) acciones de mejora ejecutados.
9. La implementación del LPS mejoraron la planificación y el avance de obra. Esto se vio reflejado en el crecimiento del PPC, siendo en la primera semana un 33% y en la semana de mayor producción un 88%; en cuanto al avance en el proyecto, la curva S mostraba un retraso antes de la implementación del LPS, la que fue superada en el tercer de implementado el LPS llegando a estar adelantada en 0.59% del avance contractual.
10. Considerando el nivel de madurez del LPS – LCI alcanzado en la investigación, los indicadores de gestión y el desempeño del proyecto es posible concluir que el “Sistema de mejora continua para facilitar la madurez del Last Planner System”, permite una implementación holística del LPS, superando de esta manera la problemática identificada en la investigación.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda obtener el apoyo de los directivos de la empresa y del equipo del proyecto antes de la aplicación del sistema propuesto, ya que este depende de las personas, y en algunas ocasiones se requiere un apoyo formal o informal de parte de la alta gerencia para lograr algunos objetivos.
2. Para recolectar evidencias del nivel de madurez se recomienda usar caminatas gamba, fotografías, encuestas, entrevistas, mediciones, etc.
3. Se recomienda ir actualizando el modelo de madurez planteado por el LCI (el modelo usado en la investigación tuvo su última actualización en el 2016), en base a nuevas prácticas e investigación de la comunidad LCI.
4. Para definir las condiciones objetivas que se dan en las reuniones de objetivo del equipo se recomienda guiarse de los marcos de implementación ya probados por la literatura, en la investigación se usó el marco propuesto por Mossman, sin embargo, no es el único marco de implementación que se puede usar.
5. Se recomienda el uso del storyboard propuesto en la investigación para facilitar las reuniones rápidas del equipo.
6. Se recomienda realizar mayores estudios en la aplicación de este sistema en los demás componentes de la evaluación de madurez del LCI-IPD.
7. Se recomienda realizar estudios de la aplicación de este sistema de mejora continua en modelos de madurez en temas de gestión de proyectos, calidad, seguridad y otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Ahlstrom et al. (2016). LCI Lean IPD Health and Maturity Assessment Tool 1.0. Recuperado de https://www.leanconstruction.org/media/docs/resources/LCI_Lean_IPD_Health_and_Maturity_Assessment_Tool_1.0.xlsm
- 2) Alsehami, A. O., Fazenda, P. T., y Koskela, L. (2014). Improving construction management practice with the Last Planner System: A case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 21(1), 51-64. DOI: 10.1108/ECAM-03-2012-0032
- 3) Andersen, E. S. and Jessen, S. A. (2003). Project maturity in organisations. *International Journal of Project Management*, 21(6), 457-461. DOI: 10.1016/S0263-7863(02)00088-1
- 4) Ballard, G. (2000). The Last Planner System of Production Control (tesis doctoral). University of Birmingham. Recuperado de <https://theses.bham.ac.uk/id/eprint/4789/1/Ballard00PhD.pdf>
- 5) Ballard, G. y Howell, G. (2003). An Update on Last Planner. Proceedings for the 11th annual conference of the International Group for Lean Construction. Recuperado de <http://iglc.net/Papers/Details/227>
- 6) Ballard, G., Hammond, J. y Nickerson, R. (2009). Production Control Principles. Proceedings for the 17th annual conference of the International Group for Lean Construction. 489-500. Recuperado de <http://iglc.net/Papers/Details/623>
- 7) Ballard, G. y Howell, G. (2003). An Update on Last Planner. Proceedings for the 11th annual conference of the International Group for Lean Construction. Recuperado de <http://iglc.net/Papers/Details/227>
- 8) Ballard, G y Tommelein I. (2016). Current Process Benchmark for the Last Planner System. Recuperado de <https://p2sl.berkeley.edu/benchmarks/>
- 9) Cruikshank, R. (2019). So... What is a Big Room?. Recuperado de <https://leanconstructionblog.com/So-What-is-a-Big-Room%3F.html#:~:text=The%20Big%20Room%20is%20a,the%20Last%20Planner%20System%C2%AE>.
- 10) Dag, M., y Garg, A. (2019). Production Planning With the Last Planner System on Construction Projects in Sweden : An Exploratory Case Study of Challenges and Improvement Measures (Dissertation). Recuperado de

- <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-254772>
- 11) Daniel, E.I. (2017). Exploratory study into the use of Last Planner ® System and collaborative planning for construction process improvement (tesis doctoral). Nottingham Trent University. Recuperado de <http://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/31057>
 - 12) Fauchier, D. y Alves, T. C. L. (2013). Last Planner® System Is the Gateway to Lean Behaviors. Proceedings for the 21th annual conference of the International Group for Lean Construction, 559-568. Recuperado de <http://iglc.net/Papers/Details/898>
 - 13) Fernandez-Solis, J., Porwal, V. y Lavy S. (2018). Guidelines to Address Challenges Faced by Last Planner Users and Implementers at Organizational and Project Levels. Recuperado de <http://hdl.handle.net/1969.1/166276>
 - 14) Fernandez-Solís, J., Porwal, V., Lavy, S., Shafaat, A., Rybkowski, Z., Son, K. y Lagoo, N. (2013). Survey of Motivations, Benefits, and Implementation Challenges of Last Planner System Users. Journal of Construction Engineering and Management ASCE, 139(4), 354-360. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000606
 - 15) Formoso, C. y Moura, C. (2009). Evaluation of the impact of the last planner system on the performance of construction projects. Proceedings of the 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 153-164. Recuperado de <https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluation-of-the-Impact-of-the-Last-Planner-System-Formoso-Moura/beat8cad561a5450606192ae382809a3e508d7d99>
 - 16) Gisi, P. J. (2018). Sustaining a Culture of Process Control and Continuous Improvement: The Roadmap for Efficiency and Operational Excellence. Productivity Press.
 - 17) Hamzeh, F. (2009). Improving Construction Workflow – The Role of Production Planning and Control (tesis doctoral). Recuperado de http://digitalassets.lib.berkeley.edu/etd/ucb/text/Hamzeh_berkeley_0028E_10298.pdf.
 - 18) Hamzeh, F. y Bergstrom, E. (2010). The Lean Transformation: A Framework for Successful Implementation of the Last Planner™ System in Construction. Proceedings of the International 46th Annual Conference Associated Schools of Construction. Recuperado de <http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2010/paper/CPGT249002010.pdf>

- 19) Humphrey, W. S. (1993). Introduction to software process improvement. Software Engineering Institute. DOI: 10.1184/R1/6574820.v1
- 20) Koskela, L. y Howell, G. (2002). The underlying theory of project management is obsolete. In Proceedings of the PMI Research Conference. 293-302. Recuperado de http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/9400/1/2002_The_underlying_theory_of_project_management_is_obsolete.pdf
- 21) Koskenvesa, A. y Koskela, L. (2005). Introducing Last Planner: Finnish Experiences. Proceedings of 11th Joint CIB International Symposium - Combining Forces. Recuperado de <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/9380>
- 22) Kotter, J. (2009). Leading change: why transformation efforts fail. IEEE Engineering Management Review, 37(3), 42–48. DOI:10.1109/emr.2009.5235501
- 23) Lagos, C. (2017). Desarrollo e implementación de herramientas para el mejoramiento de la gestión de la información de last planner (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado de <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/21403>
- 24) Lindhard, S. & Wandahl, S. (2012a). Designing for second generation value—future proofing constructions. Proceedings of the construction, building and real estate conference, 576-583. Recuperado de https://pure.au.dk/portal/files/55814974/Second_Generation_Value_Lindhard_and_Wandahl_webl.pdf
- 25) Lindhard, S. & Wandahl, S. (2012b). The robust schedule—a link to improved workflow. Proceedings for the 20th annual conference of the International Group for Lean Construction. Recuperado de <http://www.iglc.net/Papers/Details/802>
- 26) Lindhard, S. y Wandahl, S. (2012c). Improving the making ready process—exploring the preconditions to work tasks in construction. Proceedings for the 20th annual conference of the international group for lean construction, 451-460. Recuperado de <http://www.iglc.net/Papers/Details/801>
- 27) Mossman A. (2018). What is lean construction: another look. Proceedings for the 26th annual conference of the International Group for Lean Construction. 1240–1250. DOI: 10.24928/2018/0309
- 28) Mossman, A., Last Planner: 5+1 Crucial & Collaborative Conversations for Predictable Design & Construction Delivery, The Change Business Ltd, 2017.

- 29) Nesensohn, C. (2014). An innovative framework for assessing lean construction maturity (Tesis doctoral), Liverpool John Moores University. Recuperado de <http://researchonline.ljmu.ac.uk/id/eprint/4320/>
- 30) Perez, A. y Ghosh, S. (2018). Barriers faced by new-adopter of Last Planner System®: a case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(9), 1110-1126. DOI: 10.1108/ECAM-08-2017-0162
- 31) Pérez-Mergarejo, E., Pérez-Vergara, I. y Rodríguez-Ruiz, Y. (2014). Modelos de madurez y su idoneidad para aplicar en pequeñas y medianas empresas. *Ingeniería Industrial*, 35(2), 146-158. Recuperado de <http://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/651/563>
- 32) Pillai, K., Shukla, M., y Magar, R. (2016). Application of Principles of lean management in Construction Industry, A technique in the Indian construction industry. *International Journal of Recent Advances in Engineering & Technology*, 4(4), 83-85. Recuperado de http://www.irdindia.in/journal_ijraet/pdf/vol4_iss4/18.pdf
- 33) Plenert, G. J. (2018). *Discover excellence: An overview of the Shingo model and its guiding principles*. Taylor & Francis.
- 34) Pons Achell, J. F., y Rubio Pérez, I. (2019). *Lean Construction y la planificación colaborativa. Metodología del Last Planner System*. Madrid: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.
- 35) Porwal, V., Fernández-Solís, J., Lavy, S. y Rybkowski, Z. (2010). "Last Planner System Implementation Challenges". Proceedings for the 18th annual conference of the International Group for Lean Construction. 548-556. Recuperado de <http://iglc.net/Papers/Details/686>
- 36) Ribeiro, D. R. S. (2017). *Sistemática para implementação de Lean Maintenance em processos de manufatura com base na abordagem Toyota Kata* (Tesis de maestría). Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/193995>
- 37) Rother, M. (2009). *Toyota Kata: Managing People for Improvement, Adaptiveness and Superior Results*. US: McGraw-Hill
- 38) Rother, M. (2016). *Kata Slides & Graphics v4.1*, recuperado de <https://www.slideshare.net/mike734/kata-slides-graphics>
- 39) Sacks, R., Koskela, L., Dave, B. A., y Owen, R. (2010). Interaction of lean and building information modeling in construction. *Journal of construction engineering and management*: ASCE, 136(9), 968-980. DOI:

- 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000203
- 40) Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A., & Luegring, M. (2005). Site implementation and assessment of lean construction techniques. *Lean Construction Journal*, 2(2), 1-21. Recuperado de https://www.leanconstruction.org/media/docs/lcj/V2_N2/LCJ_05_V2N2.pdf
- 41) Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A., y Minkarah, I. (2006). Lean construction: From theory to implementation. *Journal of management in engineering*, 22(4), 168-175. DOI:10.1061/(ASCE)0742-597X(2006)22:4(168)
- 42) Sarshar, M., Haigh, R., Finnemore, M., Aouad, G., Barrett, P., Baldry, D. y Sexton, M. (2000). SPICE: A business process diagnostics tool for construction projects. *Engineering Construction and Architectural Management*, 7(3), 241-250. DOI: 10.1108/eb021149
- 43) Silva Zárata, O. A. (2018). Método de implementação de Lean Seis Sigma baseado na abordagem Toyota Kata (Tesis de maestría). Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/198372>
- 44) Womack, J. y Jones, D. (1996), *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Nueva York: Simon & Schuster.
- 45) Zaina S. y Ezlin N. (2013) *Jurnal UMP Social Sciences and Technology Management*, 1(1), 18-24. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/9644/aa15d9625bfcd82b69688d4c664cfcfab9cb.pdf>

ANEXOS

- **ANEXO N°1:** Modelo de madurez de LCI Lean IPD - LPS
- **ANEXO N°2:** Formato Storyboard – Madurez LPS-LCI – Toyota Kata
- **ANEXO N°3:** Plan de capacitaciones.

ANEXO N°1: Modelo de madurez de LCI Lean IPD – LPS

Project: Project name placeholder

Assessors: Assessor name placeholder
Assessor name placeholder
Assessor name placeholder

Navigation Key:
Select any of the grey buttons associated with each of the sections. (Ensure macros are enabled - see FAQ for more info)

Double-click on the element you will assess to open the description and the scoring criteria. Select the score and enter your assessment comments.

Characteristic	Scores
Project Team Training	
Mentor Planning	

Click on the "Done" button after assessing.

While navigating the sections, you can also return to this main page by clicking the "Return to Main" button.

Return to Main | Clear Scores

To reset any of the four assessment templates. Simply click the "Clear Scores" button. Just remember that it also **clears the assessor's notes** so this is only recommended if you are re-using this tool from a previous project assessment.

Assessor's Report | Output Graphic (all four spider graphs)

Once you've completed a full assessment, you can simply navigate to the consolidated graphical output and to the Assessor's Report by clicking on the corresponding buttons.

Niv.	Comp.	Nivel	Preguntas
	Entrenamiento del equipo	Nivel 0 (Inconsciente)	Sin conocimiento específico ni intento de considerar las capacitaciones.
		Nivel 1 (Consciente)	No hay un plan de capacitación documentado; no hay beneficios visibles de los esfuerzos de capacitación consumidos.
		Nivel 2 (Aprendiendo)	Plan de capacitación documentado, no seguido de forma consistente. Alta variabilidad en la práctica disciplinada de los fundamentos del LPS por quien dirige la capacitación.
		Nivel 3 (Competente)	Capacitación efectiva por plan, con resultados positivos y reducción de la variabilidad en la práctica disciplinada de los fundamentos de LPS en todo el equipo. Los comportamientos observados muestran un número creciente de adoptadores tempranos que se transforman en practicantes disciplinados de LPS (los individuos lo hacen suyo).
		Nivel 4 (Enseñando)	Los practicantes conectan rápidamente la capacitación con la práctica. El equipo se comunica con otros equipos para ofrecer ayuda y pedir ayuda. Baja variabilidad en la práctica disciplinada de los

			fundamentos de LPS en todo el equipo. Lo suficientemente seguro como para compartir con personas externas del proyecto.
		Nivel 5 (Innovando)	Mejor entrenamiento en su clase; Éxito excepcional. Todos están remando en la misma dirección. Resultados dignos de presumir o publicar en otros equipos para su crecimiento y aprendizaje.
Debería	Planificación maestra	Nivel 0 (Inconsciente)	Sin conocimiento específico o intento de considerar el plan maestro.
		Nivel 1 (Consciente)	Existe un cronograma de contrato, pero no todos los miembros del equipo y / o socios están al tanto o lo usan para influir en la planificación regularmente.
		Nivel 2 (Aprendiendo)	Creando alineación del equipo alrededor de los hitos definidos del cronograma del contrato hasta los hitos de nivel 1 y 2 estables (<50% de variabilidad).
		Nivel 3 (Competente)	Actualizando y redefiniendo los hitos y vínculos lógicos a medida que cambian las condiciones, publicando y discutiendo para una alineación completa del equipo. Los hitos de nivel 1 y 2 son estables (<25% de variabilidad semanal) y visibles para los primeros planificadores (utilizados para planificar y comprometer la logística, recursos, materiales y equipos)
		Nivel 4 (Enseñando)	Vínculos lógicos desde la planificación semanal y anticipada hasta el plan maestro para una actualización precisa y la predicción de resultados. Los hitos de nivel 1 y 2 son estables (<10% de variabilidad semanal) y visibles para los últimos planificadores (utilizados para planificar, seleccionar y asignar tareas)
	Nivel 5 (Innovando)	Todos los hitos visibles para todos en el Big Room, que funcionan como conexiones tangibles con el trabajo, y es evidente que los equipos de producción están conectando directamente con la Planificación Pull, programación de fases y planificación de trabajo semanal con los hitos acordados. Dando como resultando en reducciones de duración con alta predictibilidad.	
	Planificación	Nivel 0 (Inconsciente)	Equipo que trabaja según un calendario de Gantt dictado u otro tipo de proyecto. No puntuado.

		Nivel 1 (Consciente)	Intento de planificación pull, no hay un entendimiento común conciso del hito o fase, faltan personas críticas, conversaciones de compromisos vagos. No implementado.
		Nivel 2 (Aprendiendo)	Lenguaje común, definición del hito entregable, lucha con el compromiso y la negociación, no se documentan todas las transferencias, sesiones largas, los planes de extracción que no se ajustan a las fechas de los hitos. La mayoría de los elementos no implementados (Ad Hoc).
		Nivel 3 (Competente)	Resultado de hito definido, todas las partes participantes, medición de PPC alrededor del 75% documentando las razones de variación, mejora visible de la producción. Parcialmente implementado (Organizado)
		Nivel 4 (Enseñando)	Planificación Pull no planificada se hace para pequeños problemas integrados sin instrucción, en el campo, dispuestos a compartir herramientas con otros. La mayoría de los elementos se implementan (integrados).
		Nivel 5 (Innovando)	La planificación se utiliza para eliminar restricciones, implementar y evaluar cambios, superar retrasos imprevistos, mejoras obvias en el cronograma y recuperación debido a la planificación del equipo. Completamente implementado (el mejor de su clase)
Puedo	Planificación anticipada	Nivel 0 (Inconsciente)	Miembros del equipo responden al dictado del liderazgo para las actividades semanales. No Puntuado.
		Nivel 1 (Consciente)	Miembros del equipo solicitaron y proporcionaron información, regularmente un pequeño esfuerzo de colaboración para componer el trabajo. No implementado.
		Nivel 2 (Aprendiendo)	El equipo conoce el plan maestro acordado, intenta planificar y programar en colaboración, desarrolla un flujo continuo en el proyecto, analiza el uso y la disponibilidad de los recursos y la logística compartida, los líderes solicitan información de cada socio e

			intentan eliminar el trabajo fuera de secuencia, discutiendo cada uno las necesidades de otros. La mayoría de los elementos no implementados (Ad hoc).
		Nivel 3 (Competente)	Reuniones periódicas de planificación que consideran toda la actividad en colaboración, selección de tamaños de las cuadrillas para optimizar el flujo, se puede definir el inventario de trabajo ejecutable. Obtener compromisos confiables de los ejecutantes para eliminar las limitaciones. Parcialmente implementado (Organizado).
		Nivel 4 (Enseñando)	Muy poca variación con espera o material/información no disponible, círculos de mejora PDCA y DCAP alrededor de las 3 principales variaciones del plan, consecuentemente involucrar a la supervisión de obra en la planificación, respondiendo a las restricciones y vinculando el flujo de información a los recursos de campo. La mayoría de los elementos se implementan (integrados).
		Nivel 5 (Innovando)	Compartiendo recursos para optimizar el beneficio financiero, limitando el tiempo extra al uso estratégico, solo confirmando el uso de las razones de no cumplimiento, el cronograma es visible y es apreciable la mejora de seguridad. Gran moral en el trabajador/diseñador, encuestas de satisfacción laboral utilizadas y que muestran mejoras, sin caos en los proyectos. Completamente implementado (el mejor de su clase).
Se hará	Planificación del trabajo semanal	Nivel 0 (Inconsciente)	El capataz recibe instrucción del Superior a cargo. Sin puntaje.
		Nivel 1 (Consciente)	El capataz participa, se enfoca principalmente en su propio alcance. No implementado (consciente).
		Nivel 2 (Aprendiendo)	Los capataces discuten sus necesidades de trabajo y aprenden sobre los demás. Aprender a hacer compromisos con condiciones de satisfacción claramente definidas y aprenden a reportar variaciones del plan. La mayoría de los elementos no implementados (Ad Hoc).

		Nivel 3 (Competente)	Los capataces vienen preparados con un plan semanal y luego colaboran con otros, pueden cambiar para adaptarse a las necesidades del proyecto. Todas las actividades propuestas terminan dentro de la semana. Parcialmente implementado (Organizado).
		Nivel 4 (Enseñando)	El Plan semanal de trabajo está disponible para visualizar el trabajo, todos usan el plan de trabajo, hay reuniones diarias para discutir la variación del plan y lo reprograman en el momento, la falta de información, herramientas, equipos o materiales nunca detienen el trabajo. La mayoría de los elementos se implementan (integrados).
		Nivel 5 (Innovando)	Los conceptos de planificación Pull se utilizan para volver a planificar en el momento, PPC tiende a incrementar, el desglose de tareas se identifica rápidamente. Completamente implementado (el mejor de su clase).
	Gestión de compromisos diarios	Nivel 0 (Inconsciente)	No hay reunión diaria para discutir actividades. No puntuadas
		Nivel 1 (Consciente)	He intentado algunas reuniones diarias, adopción esporádica. No implementado
		Nivel 2 (Aprendiendo)	Se realizan reuniones diarias regulares, evaluando la frecuencia y la asistencia. El contratista general habla la mayor parte del tiempo. La mayoría de los elementos no implementados (Ad Hoc).
		Nivel 3 (Competente)	Se realizan reuniones diarias, ajuste del plan diario a las circunstancias, herramientas visuales adecuadas disponibles, mecanismo de informes para los que no participan, capataz informa su trabajo sin que el superior a cargo se lo solicite. Parcialmente implementado (Organizado).
		Nivel 4 (Enseñando)	Reuniones identifican y resuelven problemas, o generan información sobre necesidades para el trabajo, las personas externas a la contratista general ayudan para aumentar el valor. Las reuniones ocurren incluso si el contratista general no está presente. La mayoría de los elementos se implementan (integrados).

		Nivel 5 (Innovando)	Las reuniones se producen de manera improvisada para resolver problemas emergentes, los expertos no especializados ofrecen información para resolver problemas, el ciclo de información se cierra para documentar soluciones, el éxito se reconoce y se comparte. Completamente implementado (el mejor de su clase)
Hecho	Indicadores y reportes	Nivel 0 (Inconsciente)	El progreso está documentado y compartido tradicionalmente. Sin puntaje.
		Nivel 1 (Consciente)	Las nuevas métricas se registran de forma inconsistente, no hay una evaluación de la variación real o de la función. Características no evidentes. No implementado
		Nivel 2 (Aprendiendo)	El PPC, las variaciones y las restricciones se identifican y publican con regularidad, sin visibles los esfuerzos por corregir, la gestión inconsistente -o el procesamiento excesivo- de los resultados de los equipos de producción (gráfico PPC, varianza Pareto, registro de restricción están a veces presentes tanto en el lugar de trabajo como en la Big Room). Se requiere mucha mejora. La mayoría de los artículos no implementados (Ad hoc)
		Nivel 3 (Competente)	Gestión coherente del resultado de los equipos de producción (registro de restricción, WWP, gráfico PPC, varianza Pareto presente siempre en el lugar de trabajo y en la Big Room). El equipo está aprendiendo y mejorando la presentación de los resultados. PDCA se usa para eliminar las variaciones/restricciones. Parcialmente implementadas (Organizadas).
		Nivel 4 (Enseñando)	Se identifica y celebra la eliminación de la varianza/restricción, la metodología e informes A3 es sólida y colaborativa, se simplifica la presentación de resultados los equipos de producción (registro de restricciones, WWP, gráfico de PPC/TA/TMR/PCR, varianza de Pareto visible tanto en el lugar de trabajo como en el Big Room). Seguimiento de las tareas listas (TA/TMR/PCR). La mayoría de los elementos están implementados (integrado).

Evaluación y mejora continua	Nivel 5 (Innovando)	El equipo ha evolucionado hasta el punto en que han optado por utilizar una plataforma / software móvil, lo que da como resultado un flujo de trabajo altamente confiable en un entorno sin papel, al mismo tiempo mantienen todas las conversaciones para LPS. Los paneles de control de salud del equipo regular son visibles y útiles, y se comparten con otros equipos como plantillas o ejemplos. Las tareas anticipadas son consistentemente. La mayoría de los elementos están implementados (integrados)
	Nivel 0 (Inconsciente)	El equipo se desempeña bajo la dirección de los líderes tradicionales. Sin puntaje.
	Nivel 1 (Consciente)	Introducción y uso esporádico de Plus Delta. No implementado.
	Nivel 2 (Aprendiendo)	Plus Delta es un hábito, se intenta comenzar/detenerse/continuar, se ha intentado PDCA. La mayoría de los elementos no se han implementado (Ad Hoc).
	Nivel 3 (Competente)	Los Deltas no se repiten, el comenzar/detenerse/continuar ocurre cada dos meses, el análisis de averías han resuelto los problemas, el PDCA se usa para eliminar la variación. Parcialmente implementadas (Organizadas).
	Nivel 4 (Enseñando)	Numerosos participantes pueden facilitar una reunión en la Big Room, las reglas en la Big Room son comúnmente practicadas, las evaluaciones de salud del equipo se emplean y muestran la mejora. La mayoría de los elementos se implementan (integrados).
	Nivel 5 (Innovando)	Existe documentación del proyecto que muestra los esfuerzos, los fracasos y los éxitos en la experimentación y la mejora. Los premios y las celebraciones se dan por la participación. Completamente implementado (el mejor de su clase).

ANEXO N°2: Formato Storyboard – Madurez LPS-LCI – Toyota Kata

Desafío: Implementación Last Planner System			Condición de objetivo #1				
			Registro de Ciclos PDCA				
Elemento	Condición objetivo	Condición actual	Obstáculo	Acción planeada	¿Qué se esperaba?	¿Qué se hizo?	¿Qué se aprende?
Planificación maestra	Condición objetivo	Condición actual	Obstáculos	Acción planeada	¿Qué se esperaba?	¿Qué se hizo?	¿Qué se aprende?
Planificación pull / de fases / colaborativa	Condición objetivo	Condición actual	Obstáculos	Acción planeada	¿Qué se esperaba?	¿Qué paso?	¿Qué se aprende?
Planificación anticipada	Condición objetivo	Condición actual	Obstáculos	Acción planeada	¿Qué se esperaba?	¿Qué paso?	¿Qué se aprende?
Planificación del trabajo semanal	Condición objetivo	Condición actual	Obstáculos	Acción planeada	¿Qué se esperaba?	¿Qué se hizo?	¿Qué se aprende?
Gestión de compromisos diarios	Condición objetivo	Condición actual	Obstáculos	Acción planeada	¿Qué se esperaba?	¿Qué se hizo?	¿Qué se aprende?
Indicadores y reportes	Condición objetivo	Condición actual	Obstáculos	Acción planeada	¿Qué se esperaba?	¿Qué se hizo?	¿Qué se aprende?
Evaluación y mejora continua	Condición objetivo	Condición actual	Obstáculos	Acción planeada	¿Qué se esperaba?	¿Qué se hizo?	¿Qué se aprende?

ANEXO N°3: Plan de capacitaciones

Plan de capacitación

Objetivos de la capacitación

Explicar el LPS a los miembros del equipo del proyecto con pocos conocimientos del sistema, para poder garantizar el buen uso del sistema.

Contenido de las capacitaciones:

Semana 1

- Objetivos del LPS
- Beneficios del LPS
- Comparación del sistema tradicional y el LPS
- Principios del LPS
- Planificación a corto plazo

Semana 2

- Planificación a largo plazo
- Planificación por fases
- Mejora del continua

Semana 3

- Planificación anticipada
- Reuniones diarias
- Mejora continua

Semana 4 @ +

- Promesa confiable: enfoque disciplinado para el compromiso, en el que el solicitante y el ejecutante interactúan en una conversación de acción para garantizar que queda todo claro lo que se solicita, qué se debe hacer y qué condiciones de satisfacción (por ejemplo, tiempo de finalización).
- Controles visuales

- Sub cargar recursos
- Análisis de las averías para comprender por qué ocurrieron e identificar el nivel de causa en el que las contramedidas pueden ser eficaces para prevenir la recurrencia.
- PDCA: Planificar-Hacer-Verificar-Actuar
- DCAP: Detectar-corregir-analizar-prevenir
- Controles visuales
- Sub cargar recursos
- Reuniones diarias
- Prototipo virtual.
- Prototipo físico (operaciones de construcción).
- First Run Studies.
- Porcentaje de plan completo (PPC)
- Tareas listas (TMR)
- Tareas Anticipadas (TA)
- Frecuencia de los fallos del plan

Medios y recurso didácticos

Capacitación grupal en oficina del proyecto, la información de los temas será pueden ser presentados en presentación digital y brindada a los participantes en formatos de hojas impresas o una proyección.

Frecuencia.

La frecuencia de las capacitaciones será semanal, duración de la primera y segunda capacitación de 1 hora, después capacitaciones continuas de 15 minutos.

Participantes de la capacitación

- Ing. Residente
- Ing. de planificación y producción
- Asistente de obra
- Administrador de obra
- Maestro de obra
- Capataces

Capacitador

El facilitador de la implementación del LPS, deberá tener un conocimiento profundo del tema.

Sistema de evaluación de la capacitación

El sistema de evaluación de la capacitación será en base al nivel de madurez del entrenamiento del equipo del proyecto respecto al LPS.