

ESTUDIO DE LA MADUREZ DE LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN DE PROYECTOS DE
INFRAESTRUCTURA EN LA FASE DE EJECUCIÓN

CARLOS ANDRÉS RÍOS CAJIAO

Nota de Aceptación

Certificamos que el presente Trabajo de
Grado Satisface, en alcances y calidad, todos
los requisitos Que demanda un Trabajo de
Grado de Maestría.



SANDRA LILIANA CANO MOYA Ph.D.
Directora



MSc. JAVIER ALEXANDER PEREZ
Jurado



ARMADO OROBIO QUIÑONES Ph.D.
Jurado

Aprobado en cumplimiento de los requisitos
exigidos por la Pontificia Universidad Javeriana
Cali, para optar el título de Magister en Ingeniería
Civil.



HERNÁN CAMILO ROCHA NIÑO Ph. D.
Decano Facultad de Ingeniería y Ciencias



JUAN CARLOS MARTÍNEZ ARIAS
Director Posgrados de Ingeniería y Ciencias

Acta de Correcciones al Documento de Trabajo de Grado

Santiago de Cali, 19/01/2021

Autor: Carlos Andrés Ríos Cajiao

Título del Trabajo de Grado: "ESTUDIO DE LA MADUREZ DE LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EN LA FASE DE EJECUCIÓN"

Director: Sandra Liliana Cano Moya

Como indica el artículo 2.13 de las Directrices para Trabajo de Grado de Maestría, he verificado que el estudiante indicado arriba ha implementado todas las correcciones que los Jurados del Proyecto de Trabajo de Grado definieron que se efectuaran, como consta en el Acta de Evaluación correspondiente.



SANDRA LILIANA CANO MOYA
Directora

Santiago de Cali, 19 de enero del 2021

Ingeniero

Juan Carlos Martínez Arias

Director Posgrados de Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Dando alcance a la radicación de documentos del trabajo de grado denominado “ESTUDIO DE LA MADUREZ DE LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EN LA FASE DE EJECUCIÓN” adjunto mis datos personales:

Nombre: Carlos Andrés Ríos Cajiao

Dirección de residencia: Calle 44 No. 113-44 apto 301 C Unidad Parques de La Bocha, Cali

Celular: 318 383 4873

Correo electrónico: carios@ingenieros.com

Profesión: Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca y Especialista en Gerencia de Construcciones de la Universidad Javeriana de Cali

Empresa: Sainc Ingenieros Constructores SA



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali

ESTUDIO DE LA MADUREZ DE LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN DE PROYECTOS
DE INFRAESTRUCTURA EN LA FASE DE EJECUCIÓN

Caso de estudio

POR:
CARLOS ANDRÉS RÍOS CAJIAO

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO
PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL

DIRECTORA:
Ing. SANDRA LILIANA CANO MOYA PhD.

FACULTAD DE INGENIERÍA
SANTIAGO DE CALI
2020

RESUMEN

Este documento, se centra en identificar un método adecuado que permita evaluar el nivel de madurez de la gestión de producción de proyectos de infraestructura vial y urbana, en la etapa de ejecución, de una empresa constructora de la ciudad de Cali.

El trabajo se desarrolla desde revisión de literatura con el fin de identificar cuáles son las herramientas o metodologías más adecuadas que permitan realizar un diagnóstico de la empresa constructora, enfocado en la implementación de mejores prácticas establecidas o recomendadas en un modelo o modelos de gestión estándar.

La necesidad de saber cómo se encuentra la organización frente un modelo de gestión estándar está motivado en el interés de generar una estrategia que permita direccionar y alinear las acciones pertinentes para conducir a la organización a un estado de productividad y eficiencia superior. De acuerdo con los diferentes autores que se referencian en el contenido del presente documento, existen en la actualidad varios modelos de evaluación que tienen como objetivo establecer el estado de madurez de las organizaciones, algunos de ellos son: *Organizational Project Management Maturity Model (OPM3)*, *Modelo de Madurez (CP3M)* y *Modelo de madurez HAROLD KERZNER*.

Lo que se busca en este estudio es elegir mediante unos criterios de selección el modelo de madurez que sea más conveniente y adaptable a las necesidades de la empresa constructora caso de estudio y aplicarlo.

Por medio de una encuesta realizada a profesionales de la construcción se definen los criterios de selección del modelo, una vez definido el modelo de madurez se realiza su adaptación para su posterior aplicación, lo cual permitirá identificar de una manera medible el nivel de madurez de la organización y de esta modo poder identificar sus fortalezas y debilidades para finalmente proponer una mejora que sea implementable a corto plazo y que lleve a la organización a un nivel de madurez superior.

Palabras clave: Modelo de madurez, gestión de proyectos, ejecución de proyectos, productividad, construcción, infraestructura.

ABSTRACT

This document presents a study proposal which consists in evaluating the performance level of the production management of infrastructure projects in the execution stage of a construction company in the city of Cali.

To contextualize the work, a literature review has been previously conducted in order to identify which are the most appropriate tools or methodologies that allow a diagnosis of the company, focused on the implementation of best practices established or recommended in a model or models of standard management.

The need to know how the organization is facing a standard management model is motivated in the interest of generating a strategy that allows directing and aligning the relevant actions to lead the organization to a state of superior productivity and efficiency. According to the different authors that are referenced in the content of this document, there are currently several evaluation models that establish the maturity status of organizations, some of them are: Maturity model of organizational project management (OPM3), Maturity Model (CP3M) and HAROLD KERZNER Maturity Model.

What is sought in this study is to identify, by means of selection criteria, the maturity model that is most convenient and adaptable to the needs of the construction company case study and apply it.

To establish the criteria for selecting the model, a review and characterization of the processes established in the company's management system will be carried out, once the maturity model has been defined, its application will be carried out, which will allow a measurable identification of the maturity level of the organization and thus be able to identify its strengths and weaknesses to finally propose an improvement that is implementable in the short term and that leads the organization to a higher level of maturity.

Keywords: Maturity model, project management, project execution, productivity, construction, infrastructure.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
TABLA DE CONTENIDO	3
INDICE DE TABLAS.....	5
INDICE DE ILUSTRACIONES	6
1 INTRODUCCIÓN	8
2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	9
2.1 Contexto	9
2.2 Planteamiento del problema.....	11
2.3 Alcance.....	11
3 OBJETIVOS.....	12
3.1 Objetivo general	12
3.2 Objetivos específicos.....	12
3.3 Resultados esperados.....	12
4 JUSTIFICACIÓN.....	13
5 MARCO DE REFERENCIA	15
5.1 Revisión de literatura y estado del arte	15
5.2 Marco Teórico	16
5.2.1 Construction Industry Macro Maturity Model (CIM3).....	17
5.2.2 Capability Maturity Model Integration (CMMI).....	18
5.2.3 Colombian Project Management Maturity Model (CP3M© V5.0).....	20
5.2.4 Organizational Project Management Maturity Model (OPM3)	21
5.2.5 Project Management Maturity Model (PMMM).....	24
5.2.6 Portafolio, Programme & Project Management Maturity Model (P3M3)	27
5.2.7 The Berkeley Project Management Process Maturity Model (PM) ²	29
5.2.8 Maturity by Project Category Model (MPCM)	31
5.2.9 Structured Process Improvement for Construction Enterprises (SPICE).....	33
5.2.10 PRINCE2® Maturity Model (P2MM)	36
5.2.11 Highways England Lean Maturity Assessment (HELMA).....	38
5.2.12 Highways Agency Lean Maturity Assessment Toolkit (HALMAT)	42
5.2.13 Lean Enterprise Self-Assessment Tool (LESAT)	44
5.2.14 Systemic Lean Construction Evolution Model (SLC-Emodel).....	45

6	METODOLOGÍA	49
7	DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA Y RESULTADOS	51
7.1	Identificación de características de los Modelos de Madurez.....	51
7.2	Selección del Modelo de Madurez más apropiado para adaptar y aplicar a la Gestión de Producción de Proyectos de Infraestructura en la empresa de construcción caso de estudio	56
7.2.1	Criterios de selección del Modelo de Madurez, teniendo en cuenta un Juicio de Expertos.....	56
7.2.2	Selección de las Características de Madurez, aplicando un Modelo de Ecuaciones Estructurales (Structural Equation Modeling, SEM).....	58
7.2.3	Construcción del Modelo de Ecuaciones Estructurales SEM	59
7.2.4	Modelo de Madurez seleccionado, y su adaptación	63
7.3	Evaluación de madurez en la gestión de la producción de proyectos de infraestructura de la empresa caso de estudio.....	80
7.3.1	Presentación de la Empresa SAINC Ingenieros Constructores.....	80
7.3.2	Caracterización de procesos para la producción de proyectos de infraestructura en Sainc Ingenieros Constructores.....	83
7.3.3	Aplicación de la herramienta de evaluación de la madurez en el caso de estudio, Sainc Ingenieros Constructores.	86
7.4	Propuesta de Mejora y Recomendaciones.....	89
8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
9	TRABAJOS FUTUROS	92
10	BIBLIOGRAFÍA	93
11	ANEXOS.....	96
11.1	Anexo A. Comparativo Modelos de Madurez (MM).....	96
11.2	Anexo B. Categorización de los Criterios encontrados en los Modelos de Madurez	101
11.3	Anexo C. Resultado de la realización del Modelo de Ecuaciones Estructurales	105
11.4	Anexo D. Caracterización de procesos utilizando la herramienta SIPOC	107

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación GCI World Economic Forum	10
Tabla 2. Características de los niveles de madurez de CP3M V5.0. Solarte Pazos, L., Sánchez Arias, L. F. y Motoa Garavito, T. G. 2014b. Gerencia de proyectos y estrategia organizacional: un modelo de madurez en CP3M.	20
Tabla 3. Grado de dificultad asociado con cada nivel del PMMM	26
Tabla 4. Resumen aspectos clave modelo (PM) ² , elaboración propia.....	30
Tabla 5. Áreas temáticas, preguntas clave y objetivos HELMA.....	41
Tabla 6. Áreas temáticas y criterios de evaluación HALMAT	43
Tabla 7. Niveles de madurez LESAT	45
Tabla 8. Resumen de los Modelos de Madurez, elaboración propia.....	51
Tabla 9. Comparativo características Modelos de Madurez.....	52
Tabla 10. Cuadro comparativo de los criterios de los Modelos de Madurez	54
Tabla 11. Criterios para la encuesta	56
Tabla 12. Variables latentes y variables observables	60
Tabla 13. Variables latentes y variables observadas del Modelo de Ecuaciones Estructurales	62
Tabla 14. Selección de Modelos de Madurez, según el número de criterios que tienen en cuenta	64
Tabla 15. Ejemplo hoja de puntuación, elaboración propia	68
Tabla 16. Profesionales que participaron en la evaluación	86
Tabla 17. Puntuación nivel de madurez actual	87
Tabla 18. Cuadro comparativo Modelos de Madurez (MM).....	96
Tabla 19. Categorización criterios encontrados en los Modelos de Madurez.....	101
Tabla 20. Afinidad entre variables según Modelo de Ecuaciones Estructurales.....	106
Tabla 21. SIPOC Iniciación de Proyecto.....	107
Tabla 22. SIPOC Planificación del Proyecto.....	108
Tabla 23. SIPOC Construcción, Monitoreo y Control de Obra.....	112
Tabla 24. SIPOC Cierre de Obra	115

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Balance de mejores prácticas, Colombia frente al mundo, tomado de (CAMACOL & McKinsey, 2017) y adaptado	9
Ilustración 2. Importancia del conocimiento de la productividad, tomado de Análisis de la Productividad en la Construcción (Gomez, 2016)	13
Ilustración 3. Estructura general de CIM3, tomada de CIM3 y adaptada	18
Ilustración 4. Niveles de madurez de CIM3, tomada de CIM3 y adaptada.....	18
Ilustración 5. Estructura del Modelo de Madurez en Gestión de Proyectos CP3M© V5.0, tomada de (Solarte Pazos L. S., 2014a).....	21
Ilustración 6. OPM3 cierra la brecha entre la estrategia organizacional y los proyectos exitosos, tomado de Organizational Project Magnament Maturity Model y adaptada .	22
Ilustración 7. Elementos básicos para aplicar OPM3 en una organización, tomado de tomado de Organizational Project Magnament Maturity Model y adaptado	23
Ilustración 8. Los cinco niveles de madurez de la gestión de proyectos, tomada de Using the Project Management Maturity Model. Strategic Planning for Project Management 3ra edición	25
Ilustración 9. Niveles del modelo P3M3 – Tomado de: http://www.pcubed.com/bulletins/2010.02/img/fig.5.1.jpg	27
Ilustración 10. Niveles de Madurez (PM) ² , tomado de (Kwak & Williams, 2002)	29
Ilustración 11. Niveles del modelo MPCM – Tomado de: http://www.maturityresearch.com/novosite/es/index.html	31
Ilustración 12. Los cinco niveles en el modelo SPICE, tomado de (Kwan S. Jeong, 2006)	33
Ilustración 13. matriz de madurez de Nivel 3 de SPICE que ilustra áreas que son satisfactorias o requieren mejoras tomada de (Kwan S. Jeong, 2006).....	35
Ilustración 14. Principios Lean, tomado de (Highways England, 2018) y adaptado	39
Ilustración 15. Resumen de principios y herramientas Lean, tomado de (Highways England, 2018) y adaptado	40
Ilustración 16. Niveles de madurez Lean, tomado de (Highways England, 2018) y adaptado	40
Ilustración 17. La estructura LESAT, tomada de (Massachusetts Institute of Technology, 2012).....	44
Ilustración 18. Estructura general de SLC-EModel, tomado de (Cano S. , 2019)	47
Ilustración 19. Flujo de trabajo para desarrollo metodológico	50
Ilustración 20. Porcentaje de encuestados con estudios de postgrado.....	57
Ilustración 21. Resumen de los años de experiencia de los profesionales encuestados	58
Ilustración 22. Esquema de relación entre una Variable latente y sus variables observables.	60
Ilustración 23. Hipótesis inicial para el desarrollo del modelo	61
Ilustración 24. Resumen del resultado de aplicar el Modelado de ecuaciones estructurales a la encuesta	62
Ilustración 25. Ejemplo grafico de puntuación, elaboración propia.....	69

Ilustración 26. Mapa de procesos SAINC versión 8, tomado de: http://190.143.80.237:85/Isolucion4/Documentacion/frmListadoMaestroDocumentos.aspx	84
Ilustración 27. Grafica de radar madurez actual vs madurez objetivo	90
Ilustración 28. Diagrama resultante del Modelo de Ecuaciones Estructurales.....	105

1 INTRODUCCIÓN

La construcción es una actividad que se ha desarrollado desde el principio de la historia. Al ser una labor cotidiana, el hombre ha avanzado en la creación de técnicas, métodos y herramientas que le han permitido gestionar cada una de las fases y los recursos de sus proyectos para alcanzar una óptima calidad y un mínimo costo en su ejecución (Prado, 2019).

En Colombia es una de las industrias con mayor inversión de recursos, la cual representa el 7% del PIB, a pesar de la contribución significativa de la industria de la construcción a la economía de los países en desarrollo y el papel fundamental que desempeña en el desarrollo de esos países, el desempeño de la industria sigue siendo en general bajo. En muchas ocasiones estos recursos no son administrados de la mejor manera generando sobre costos por tiempos muertos en los diferentes procesos de ejecución de obra, los cuales son derivados de una inadecuada planeación, improvisación, reprocesos y cambios a destiempo, entre otros.

En las últimas décadas el sector de la construcción en Colombia ha venido creciendo de una manera significativa, el Estado es consciente de la necesidad de generar proyectos de construcción para el desarrollo de la infraestructura nacional en todos los sectores de la economía. Lo anterior ha generado que las empresas dedicadas a la construcción de proyectos se enfoquen en incrementar el desempeño de sus procesos para lograr ser más eficientes y competitivas, y de esta manera ocupar un lugar importante en el mercado.

A nivel regional y local hay oportunidades para desarrollar proyectos de infraestructura vial y urbana debido al incremento de la población y a la necesidad inminente de solucionar los diferentes problemas de movilidad y transporte que se presentan diariamente en las ciudades principales.

De acuerdo con el estudio realizado por (McKinsey, 2017), para el incremento de la productividad en la ejecución de obras civiles muchas empresas han optado por integrar a sus procesos modelos de gestión los cuales brindan herramientas, metodologías y buenas prácticas recomendados en estándares reconocidos, que se enfocan en maximizar su eficiencia.

Existen diferentes estándares en la gestión de proyectos, los cuales se han considerado como las condiciones mínimas que una organización debe tener para demostrar que está efectuando las mejores prácticas en términos de procesos, las cuales le permitan alcanzar la excelencia en la forma como gestiona sus proyectos en términos de efectividad y alineación con la estrategia general de la organización (Kerzner H. , Using the Project Management Maturity Model, 2005).

En este documento se propone el estudio de caso en una constructora de la ciudad de Cali, el cual consiste en evaluar mediante un modelo, la madurez de la gestión de producción de proyectos de infraestructura, refiriéndose a la producción como el desarrollo de la fase de ejecución o de construcción del proyecto, con el fin de determinar en qué nivel se encuentra la organización y de esta manera establecer una propuesta de mejora que permita ascender de nivel teniendo en cuenta la realidad actual de la organización.

2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Contexto

El *Estudio de Productividad y Riesgos del Sector de la Construcción* realizado por la Cámara Colombiana de la Construcción en asocio con la firma consultora Mckensey & Co (2017), el cual contó con el apoyo de 14 importantes constructoras a nivel nacional, se realizó bajo dos perspectivas, la primera consistió en la recopilación de datos estadísticos relativos a la productividad y el segundo encuestas realizadas a los directivos de las constructoras, que trataron sobre las mejores prácticas adoptadas en ocho áreas específicas; ventas, cadena de suministros, contratación, diseño, ejecución, seguridad, capacitación y tecnologías.

Los resultados arrojados por las encuestas donde se evaluó la implementación y la intención de adoptar mejores prácticas, para los diferentes procesos de gestión propios de la ejecución de proyectos, como también para la gestión de la cadena de suministros, se obtuvieron niveles muy similares frente a los referentes internacionales, estos resultados se pueden entender como positivos (McKinsey, 2017). En la Ilustración 1 se representa gráficamente los resultados del estudio en cada una de las temáticas evaluadas.

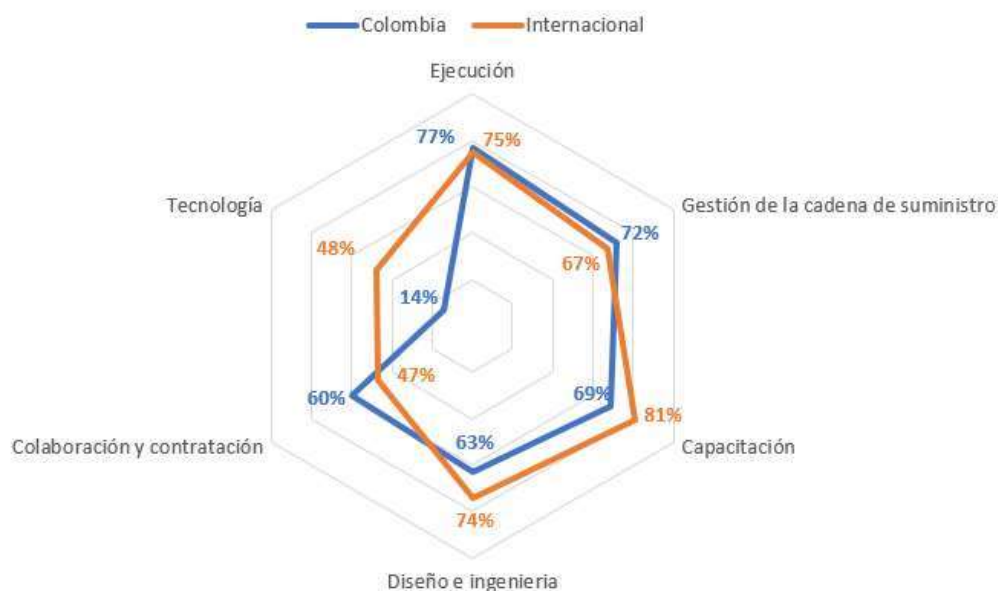


Ilustración 1. Balance de mejores prácticas, Colombia frente al mundo, tomado de (CAMACOL & McKinsey, 2017) y adaptado

Por otra parte en el *Informe de Competitividad Global* realizado por *World Economic Forum* (2019), Colombia ocupó el puesto 57 entre 141 países estudiados, y en la edición del 2018 ocupó el puesto 60 entre 140 países, el último informe (2019) detalla el desempeño de la economía en los componentes principales del índice de Competitividad Global 4.0 (GCI) el cual está conformado por 12 pilares, entre ellos el desarrollo de infraestructura, en este último Colombia obtuvo el puesto 81 con un puntaje de 64.3/100. En el indicador de *calidad de infraestructura vial* Colombia alcanzó apenas 39.7/100 con un leve incremento en comparación con el puntaje obtenido en la edición del año anterior, y el puesto ocupado para este mismo indicador fue el 104, además para el índice de *conectividad vial* los resultados

también fueron desfavorables. Si revisamos el (GCI) del componente de infraestructura de otros países de la región, nos damos cuenta que Colombia se encuentra por debajo de Argentina, Brasil, Chile, Ecuador y por arriba de Perú y Venezuela (World Economic Forum, 2019) (Word Economic Forum, 2018). En la Tabla 1 se realiza un comparativo de los GCI entre varios países de la región.

Tabla 1. Clasificación GCI World Economic Forum

País	GCI 2019	GCI 2018	Infraestructura 2019 (clasificación/141)	Infraestructura 2018 (clasificación/140)	Calidad vial 2019 (clasificación/141)	Calidad vial 2018 (clasificación/140)
Argentina	83	81	68	68	92	93
Brasil	71	72	78	81	116	112
Chile	33	33	42	41	25	24
Colombia	57	60	81	83	104	102
Ecuador	90	86	62	59	35	31
Perú	65	63	88	85	110	108
Venezuela	133	127	119	118	128	121

En consecuencia de lo anterior podemos identificar dos escenarios, el primero corresponde a las buenas intenciones y el avance que ha tenido la Industria de la Construcción en Colombia en el sentido de integrar en sus procesos buenas prácticas de gestión, para la ejecución de proyectos, las cuales esta alineadas con metodologías que se enfocan en incrementar la productividad y el desempeño de los proyectos, y el segundo es la necesidad de salir del atraso en el que se encuentra la infraestructura vial en Colombia.

En concordancia con lo anterior, la implementación adecuada de metodologías o buenas prácticas de gestión trae consigo beneficios para que los proyectos de infraestructura se ejecuten de una manera más eficiente, aportando a la disminución de la brecha que tiene Colombia en desarrollo de infraestructura frente a otros países.

Muchas de estas prácticas tienen su origen en asociaciones encargadas de analizar y recopilar las mejores experiencias en proyectos y metodologías, como International Project Management Association, IPMA; Project Management Institute, PMI; Project Management Forum, PMF; PRINCE; Goal Directed Project Management, GDPM, entre otras.

Una vez las empresas adoptan estos modelos de gestión y cuentan con un periodo de implementación razonable es indispensable establecer una línea base que permita determinar el estado actual de la organización frente al estándar.

Por lo anterior es importante conocer maneras de evaluación que brinden herramientas que permitan identificar el estado de madurez¹ en que se encuentra la organización y a partir de estos resultados conducir acciones de mejora. Algunas de estas herramientas cuentan con sus modelos de evaluación, otra son los modelos en si mismos con los cuales se conducen las implementaciones.

¹ (Solarte, 2014), En el campo organizacional, este concepto se ha venido utilizando para referirse a la capacidad que tiene una organización, proceso o unidad para reconocer su actual punto de desarrollo en comparación con un estándar, y desarrollarse progresivamente en el tiempo hacia estados superiores de madurez.

2.2 Planteamiento del problema

El problema de interés en esta investigación radica en determinar la madurez actual de una empresa de construcción de obras civiles, para la gestión de proyectos de infraestructura en su fase de ejecución, mediante el uso de una herramienta que sea adecuada y que permita identificar mejoras.

En línea con lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Es posible determinar el nivel de madurez de una constructora de la ciudad de Cali, respecto a la gestión de proyectos de construcción en su fase de ejecución, mediante la aplicación de una herramienta, que permita identificar el estado actual de la organización frente a un modelo de gestión estándar, y a partir de esta evaluación generar una estrategia de mejora que fomente el crecimiento de la empresa?

las preguntas de estudio planteadas se describen a continuación:

- ¿En qué nivel de desempeño se encuentra la organización para la ejecución de proyectos de infraestructura frente a un modelo de gestión estándar?
- ¿Qué tipo de procesos y subprocesos deben ser considerados como críticos durante la ejecución de un proyecto de infraestructura?
- ¿Qué modelo de evaluación de los actualmente usados para medir el desempeño de los procesos de gestión en la etapa de ejecución de un proyecto de infraestructura, es pertinente a la organización en estudio?
- ¿Qué propuestas de mejora se deberían formular para incrementar el nivel de desempeño de la organización?

2.3 Alcance

La propuesta de este trabajo consiste en un estudio de caso para lo cual se realizará una revisión bibliográfica con el fin de conocer los modelos de gestión más utilizados su evolución a nivel global, su implantación en empresas dedicadas a la construcción y las propuestas e iniciativas de metodologías de evaluación para determinar su desempeño.

A nivel de la organización se realizará una revisión de los procesos establecidos en el sistema de gestión integrado para el desarrollo de proyectos de infraestructura en su fase de ejecución, de esta forma se podrá determinar los procesos más críticos que hacen parte de la cadena de valor, y posteriormente aplicar la metodología de evaluación seleccionada y adaptada, que permita determinar el nivel de madurez en el que se encuentran.

Basados en el análisis de datos resultantes de la evaluación, lo que se pretende es realizar una propuesta de mejora que permita incrementar el desempeño de los procesos, lo anterior buscando la eficiencia y efectividad del flujo de la cadena de valor.

3 OBJETIVOS

A continuación, se presentan los objetivos de la investigación. El objetivo general de la presente propuesta es:

3.1 Objetivo general

Evaluar el nivel de madurez de la gestión de proyectos de infraestructura, en la fase de ejecución, de la empresa constructora caso de estudio.

3.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos de la presente propuesta son:

- Seleccionar el modelo estándar de evaluación de la madurez, el cual deberá ser adaptable a las necesidades de la organización.
- Caracterizar los procesos que hacen parte de la ejecución de un proyecto de infraestructura basados en una metodología estándar.
- Aplicar el modelo (estándar para la organización) y proponer una estrategia de mejora para fomentar oportunidades de crecimiento de la empresa.

3.3 Resultados esperados

- ✓ Procedimiento de selección de modelo de madurez que podrá ser aplicado en otras empresas dedicadas a la construcción de proyectos de infraestructura.
- ✓ Evaluación de desempeño organizacional mediante la aplicación de un modelo de madurez seleccionado.
- ✓ Plan de mejora que sea implementable en la organización para incrementar el nivel de madurez en un periodo de un año.

4 JUSTIFICACIÓN

A nivel nacional la construcción como industria productiva es de gran importancia, tanto para el crecimiento de la economía nacional como para el progreso de la sociedad, por medio de la construcción se da respuesta a las necesidades de la población mediante el desarrollo de proyectos de infraestructura y soluciones de vivienda, la construcción es una fuente considerable de empleo por la naturaleza de sus procesos los cuales en su mayoría requieren de mano de obra, lo que incentiva de manera indirecta otros sectores de la economía.

De acuerdo con (Botero, 2004), la industria de la construcción es, incompresiblemente, uno de los sectores que menor grado de desarrollo presenta en la mayoría de los países latinoamericanos, convirtiéndose en una actividad caracterizada por grandes deficiencias y falta de efectividad. Lo anterior se puede interpretar como una industria que se encuentra en un nivel de baja productividad que castiga drásticamente la competitividad frente a otros mercados de la economía global.

La productividad en la construcción se puede definir según (Serpell, 2002) como “la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado”. En la Ilustración 2 se describen las acciones pertinentes para incrementar la productividad en la construcción.

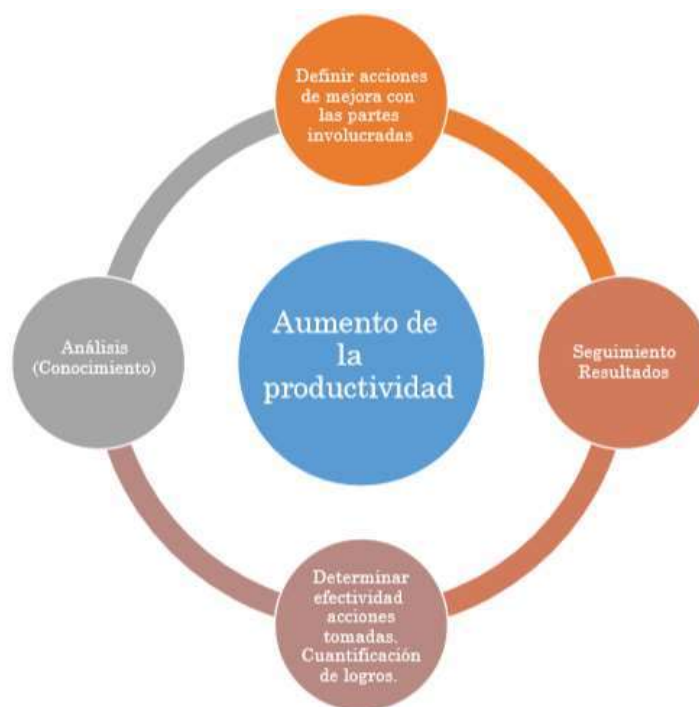


Ilustración 2. Importancia del conocimiento de la productividad, tomado de Análisis de la Productividad en la Construcción (Gomez, 2016)

Teniendo en cuenta la necesidad de incrementar la productividad y los buenos resultados obtenidos, cada vez más constructoras han integrado a sus procesos modelos de gestión organizacional.

Para toda organización, maximizar su utilidad en conjunto con realizar un uso eficiente de sus diferentes recursos es una prioridad y un factor decisivo si se desea llegar a tener continuidad en el mercado.

El mercado actual impone cambios drásticos en la dinámica de las organizaciones, el aprovechamiento óptimo de sus recursos teniendo en cuenta el suministro limitado de los mismos por diversas restricciones que van desde los aspectos económicos hasta las condiciones geográficas de operación de las organizaciones empresariales es la mayor de las premisas. Ante este escenario las compañías, en especial las grandes constructoras, han adoptado metodologías de Gestión Organizacional de Proyectos alineando su estrategia para obtener máximos beneficios.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante contar con un método de evaluación que permita medir la eficiencia y madurez del sistema de gestión de la producción de una empresa, con el fin de determinar de una manera cuantitativa y cualitativa su nivel de desempeño, permitiendo establecer niveles de eficiencia con el propósito de generar propuestas de mejora que lo incrementen.

Con los modelos de madurez se pueden identificar las condiciones actuales de la organización y sus debilidades, y con esta información, establecer los procesos que se quieren y pueden mejorar, alcanzando un grado alto de madurez organizacional por medio del mejoramiento continuo, y de esta forma, lograr la competitividad global que requiere la organización para adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno político, económico, social, tecnológico y ambiental.

5 MARCO DE REFERENCIA

5.1 Revisión de literatura y estado del arte

Con el fin orientar el presente trabajo, se realizó una revisión de diferentes soportes teóricos y aportes de diferentes autores, quienes desarrollaron supuestos que en la actualidad han enmarcado los diferentes lineamientos y estrategias que posibilitan la gerencia de proyectos, así como también la determinación y fortalecimiento del grado de madurez de las organizaciones.

El origen de la Gestión de Proyectos puede situarse a comienzos del siglo XX, considerando la aparición de los primeros métodos. La metodología PERT (Program Evaluation and Review Technique) y CPM (Critical Path Method) llegan a mediados de los 50 (Eulate, 2005).

La historia moderna de la Gestión de Proyectos se puede dividir en cuatro grandes periodos según (Kwak Y.-H. , 2005):

1. Antes de 1958: Sistemas de trabajo para las relaciones humanas. Durante este periodo, la evolución de la técnica y las telecomunicaciones implicaron una disminución considerable en la duración de los proyectos. En un sentido más estricto para la disciplina se sentaron las bases para la gestión de actividades, que se culminaría posteriormente en el desarrollo de los EDT (estructura de desglose de trabajo).
2. Entre 1958 y 1975: Aplicación de la gestión científica a los problemas de gestión. Esta etapa se caracteriza por los rápidos y significantes cambios en la tecnología. En la Gestión de Proyectos aparecen herramientas básicas como EDT, CPM y PERT.
3. Entre 1975 y 1994: Centro de producción de los recursos humanos. En esta fase, el desarrollo revolucionario del sector de las Tecnologías de la Información permite la generalización del uso de ordenadores personales, que permiten una gestión y control eficaz de proyectos complejos. Además, el software de gestión de proyectos se convierte en un producto accesible y versátil.
4. Desde 1994 hasta nuestros días: Creación de un nuevo entorno. Este período está dominado por los acontecimientos relacionados con internet que han cambiado radicalmente las prácticas empresariales, afectando muy directamente a las aplicaciones de gestión de proyectos que se administran en tiempo real.

El concepto principal por considerar dentro de este trabajo es el de los modelos de madurez aplicados a la Gestión de Proyectos de Construcción.

El origen del concepto de madurez en los procesos nace en el entorno de la Calidad Total (Cooke, 2001), dónde la aplicación de técnicas de control de procesos había mostrado que (Cooke T. , 2009) el incremento de la madurez tenía dos consecuencias:

- Reducción de la variabilidad inherente al proceso.
- Incremento del rendimiento del proceso.

Según (Solarte, 2014), el concepto de madurez se ha utilizado para referirse a la capacidad de una organización, proceso o unidad, para reconocer su actual punto de desarrollo en comparación con un estándar y avanzar progresivamente en el tiempo hacia estados superiores de madurez.

“Los modelos de madurez en administración de proyectos pueden ser utilizados para dar soporte a las empresas que realizan planeamiento estratégico y que buscan excelencia en su administración, los mismos permiten alcanzar madurez y excelencia en un periodo razonable de tiempo” (Kerzner H. , 2001).

De acuerdo con lo estimado por (Cooke T. , 2009), existen más de 30 modelos de madurez que actualmente sirven al mercado. En un sentido similar (Rosenstock, 2000) enumeró alrededor de 23 recursos de modelo de madurez entre capacidad, calidad y gestión de proyectos y culmina afirmando que hay aproximadamente 40 diferentes modelos de madurez en circulación y cada uno aborda un aspecto específico de la organización.

Los modelos de madurez indican las condiciones de la organización para desarrollar proyectos exitosos (Cooke T. , 2009). Estos modelos son un grupo de buenas prácticas que determinan la capacidad de una organización en la gerencia de proyectos.

La madurez es considerada como el estado actual de desarrollo en el que se encuentra una organización al compararla con un estándar. Para medir el grado de madurez en la Gestión de Proyectos, se han creado Modelos de Madurez que son marcos de referencia aplicados para determinar la capacidad que tiene una compañía de desarrollar proyectos exitosos, evaluando sus mejores prácticas (Solarte Pazos L. S., 2014a). Los modelos de madurez se clasifican en 4 categorías según (Prado, 2019):

- Modelos de Madurez de Capacidad (CMM)
- Modelos de Madurez de Habilidad de Cambio
- Modelos de Madurez de Gestión del Conocimiento
- Modelos de Madurez de Gestión de Proyectos (P3M)

A pesar de que todos los modelos de madurez comparten el mismo objetivo, los P3M son los más empleados dado que pueden implementarse en cualquier industria y proyecto. Los P3M son herramientas de entendimiento y consenso (Klimko, 2001), identifican debilidades y fortalezas de proyectos y organizaciones y, establecen rutas de mejoramiento continuo (Jugdev, 2002). Los más conocidos y aplicados a nivel internacional y regional para el sector de la construcción se describirán en el marco teórico del presente trabajo.

5.2 Marco Teórico

La gestión de proyectos a nivel mundial ha desarrollado varios estándares, marcos de referencia, herramientas, metodologías y técnicas para tener mayor control y disminuir de manera rigurosa y metódica la incertidumbre en cada fase del proyecto, para lograr el éxito en de todos los interesados (Botero E, 2019). Diferentes grupos académicos y asociaciones privadas han desarrollado guías con las mejoras prácticas para plasmar el conocimiento y a través de sus institutos, como el PMI (Project Management Institute), IPMA (International Project Management Association), PRINCE2 (Project In Controlled Environments), SCRUM Alliance, SCRUM study y demás, certifican a los profesionales que aprenden los

marcos de trabajo, y que además miden y registran los resultados de sus proyectos para socializar de forma tangible las tasas de resultados del alcance, los costos, el tiempo, la calidad, el nivel de satisfacción de los interesados, entre otros.

(Koskela, 1992) propuso hace más de dos décadas una filosofía para la construcción denominada Lean Construction, se basó en la filosofía Lean en manufactura, orientada en la producción Lean que se enfoca en la disminución de desperdicios y el incremento de la productividad. Según (Cano, Botero, & Rivera, 2017) en un mapeo sistemático realizado en 2017 concluyeron que existen muy pocas iniciativas de evaluación del nivel de madurez Lean Construction para poder cuantificar la mejora. Como respuesta a la investigación en 2019 (Cano S. , 2019) propuso un modelo de evolución Lean Construction llamado el (SLC-Emodel) para poder medir la madurez y dar un paso más a la estandarización de Lean Construction como marco de trabajo para la gestión de la producción en proyectos de construcción.

A lo largo de este marco teórico se describirán algunos modelos de madurez que están relacionados o tienen su Genesis en los diferentes estándares de gestión de proyectos más usados a nivel global.

5.2.1 Construction Industry Macro Maturity Model (CIM3)

En 2010, el Ingeniero Civil Christopher Willis desarrolló el Construction Industry Macro Maturity Model (CIM3), un modelo de madurez que corresponde a una adaptación del Capability Maturity Model (CMM) (Willis, 2011). Sus objetivos son: modelar la madurez de la industria de la construcción para proporcionar indicadores de desempeño, permitir comparaciones entre países y proveer iniciativas de mejora de rendimiento (Willis, 2011). Para lograr estos objetivos, el CIM3 propone lo siguiente:

1. Determina las capacidades de la industria de la construcción con respecto a un conjunto de prácticas clave.
2. Agrupa las prácticas clave de la industria de la construcción de acuerdo con las áreas de práctica clave (KPA) que están en sintonía con los objetivos generales de rendimiento de la industria de la construcción.
3. Determina la importancia relativa percibida de las prácticas clave en relación con el desempeño de sus KPA.
4. Determina la importancia relativa percibida de los KPA en relación con el desempeño general de la industria de la construcción.

Con base en lo anterior, el CIM3 considera que la industria de la construcción está estructurada como se muestra en la Ilustración 3, y que está compuesta por KPA que contienen prácticas clave. En pocas palabras, una práctica clave es un enfoque o forma en que la industria de la construcción busca alcanzar un objetivo específico (Willis, 2011).

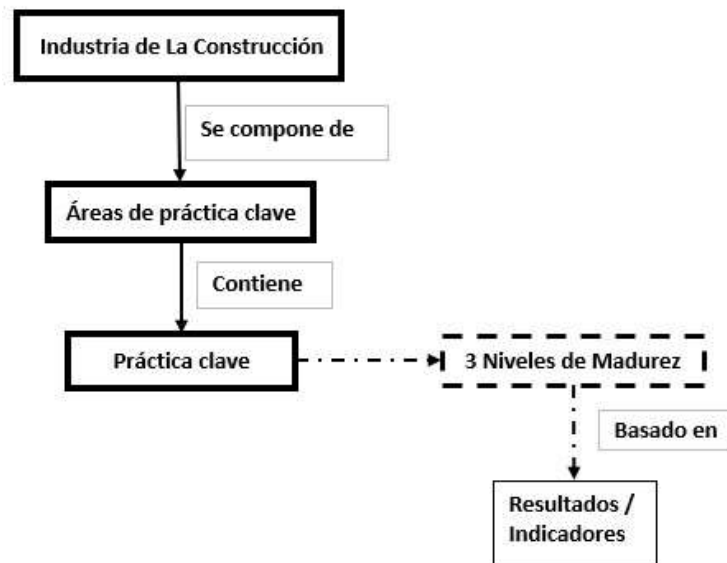


Ilustración 3. Estructura general de CIM3, tomada de CIM3 y adaptada

En la Ilustración 4 se aprecia la escala de madurez de CIM3 que varía de acuerdo con el uso de las prácticas claves en: inmadurez, madurez transicional y madurez.



Ilustración 4. Niveles de madurez de CIM3, tomada de CIM3 y adaptada

5.2.2 Capability Maturity Model Integration (CMMI)

Capability Maturity Model Integration (CMMI), es un modelo de proceso y comportamiento que ayuda a las organizaciones a racionalizar la mejora de procesos y fomentar comportamientos productivos y eficientes que disminuyen los riesgos en el desarrollo de software, productos y servicios. El CMMI fue desarrollado por el Instituto de Ingeniería de Software de la Universidad Carnegie Mellon como una herramienta de mejora de procesos para proyectos, divisiones u organizaciones. El Departamento de Defensa y el gobierno de los EE. UU. Ayudaron a desarrollar el CMMI, que es un requisito común para los contratos de desarrollo de software del Departamento de Defensa y del gobierno de los EE. UU. El

CMMI actualmente es administrado por el Instituto CMMI, que fue comprado por ISACA en 2016.

El CMMI comienza con un proceso de evaluación que evalúa tres áreas específicas: desarrollo de procesos y servicios, establecimiento y gestión de servicios, y adquisición de productos y servicios. Está diseñado para ayudar a mejorar el rendimiento al proporcionar a las empresas todo lo que necesitan para desarrollar constantemente mejores productos y servicios. Pero el CMMI es más que un modelo de proceso, también es un modelo de comportamiento. Las empresas pueden usar el CMMI para abordar la logística de mejorar el rendimiento mediante el desarrollo de puntos de referencia medibles, pero también puede crear una estructura para fomentar un comportamiento productivo y eficiente en toda la organización.

El CMMI se desarrolló para combinar múltiples modelos de madurez empresariales en un solo marco. Nació del modelo Software CMM desarrollado entre 1987 y 1997. La versión 1.1 de CMMI se lanzó en 2002, seguida de la versión 1.2 en 2006 y la versión 1.3 en 2010; posteriormente reemplazado por la versión 2.0, publicada en el 2018 (White, 2018).

En su primera iteración como Software CMM, el modelo se adaptó a la ingeniería de software. La última versión de CMMI es más abstracta y generalizada, lo que permite su aplicación al desarrollo de hardware, software y servicios en todas las industrias. Cada iteración del CMMI tiene como objetivo ser más fácil de entender y usar para las empresas que el anterior, y cada modelo está diseñado para ser más rentable y más fácil de integrar o implementar. Alienta a las empresas a centrarse en la calidad sobre la cantidad al establecer puntos de referencia para examinar proveedores, identificar y resolver problemas de procesos, minimizar el riesgo y construir una cultura corporativa que respalde el modelo CMMI.

Niveles de madurez CMMI

El modelo CMMI divide la madurez organizacional en cinco niveles. Para las empresas que adoptan CMMI, el objetivo es elevar la organización hasta el Nivel 5, el nivel de madurez de "optimización". Una vez que las empresas alcanzan este nivel, no terminan con el CMMI. En cambio, se centran en el mantenimiento y las mejoras periódicas. Los cinco niveles de madurez de CMMI son:

Inicial: los procesos se consideran impredecibles y reactivos. En esta etapa, "el trabajo se completa, pero a menudo se retrasa y supera el presupuesto". Esta es la peor etapa en la que se puede encontrar una empresa: un entorno impredecible que aumenta el riesgo y la ineficiencia.

Gestionado: se alcanza un nivel de gestión de proyectos. Los proyectos son "planificados, ejecutados, medidos y controlados" en este nivel, pero todavía hay muchos problemas que abordar.

Definido: en esta etapa, las organizaciones son más proactivas que reactivas. Existe un conjunto de "estándares de toda la organización" para "proporcionar orientación en proyectos, programas y carteras". Las empresas entienden sus deficiencias, cómo abordarlas y cuál es el objetivo de mejora.

Gestionado cuantitativamente: esta etapa es más medida y controlada. La organización está trabajando con datos cuantitativos para determinar procesos predecibles que se alinean con las necesidades de las partes interesadas. El negocio está por delante de los riesgos, con una visión más basada en datos sobre las deficiencias del proceso.

Optimización: Aquí, los procesos de una organización son estables y flexibles. En esta etapa final, una organización estará en constante estado de mejora y respuesta a los cambios u otras oportunidades. La organización es estable, lo que permite más "agilidad e innovación" en un entorno predecible.

Una vez que las organizaciones alcanzan los niveles 4 y 5, se les considera de alta madurez, donde están "evolucionando, adaptándose y creciendo continuamente para satisfacer las necesidades de los interesados y clientes". Ese es el objetivo de CMMI: crear entornos confiables, donde los productos, servicios y departamentos sean proactivos, eficientes y productivos.

5.2.3 Colombian Project Management Maturity Model (CP3M© V5.0)

En el año 2010, el Grupo de Investigación en Gestión y Evaluación de Programas y Proyectos (GyEPRO) de la Universidad del Valle en Colombia, lanza el Colombian Project Management Maturity Model (CP3M© V5.0), un instrumento formal que mide la madurez de la gerencia de los proyectos en una organización. CP3M© V5.0 valora la organización utilizando un conjunto de herramientas, y mediante un proceso cuantitativo y cualitativo, ubica tal organización en una escala que va desde uno –más bajo- hasta cinco –más alto. Cada nivel de esa escala refleja un estado de madurez que se manifiesta mediante un conjunto de características resumidas en la Tabla 2 (Solarte Pazos, Sanchez Arias, & Garavito, 2014b).

Tabla 2. Características de los niveles de madurez de CP3M V5.0. Solarte Pazos, L., Sánchez Arias, L. F. y Mooto Garavito, T. G. 2014b. Gerencia de proyectos y estrategia organizacional: un modelo de madurez en CP3M.

Nivel	Descripción	Características
Nivel 1	Inconsistencia	Herramientas mínimas
Nivel 2	Planeación y control	Procesos esenciales
Nivel 3	Integración	Procesos operativos
Nivel 4	Alineación estratégica	Procesos completos
Nivel 5	Innovación y optimización	Mejora continua

El CP3M© permite medir la madurez de la administración o gerencia de proyectos de una organización. En lo fundamental, CP3M© se ha caracterizado por su sencillez, su facilidad de aplicación y la inclusión de elementos de gestión del conocimiento. En su versión 5.0, el modelo se ha enfocado en las capacidades organizacionales de adaptación estratégica al

entorno (Solarte Pazos L. S., 2014a). En la Ilustración 5 se representa la estructura del modelo.

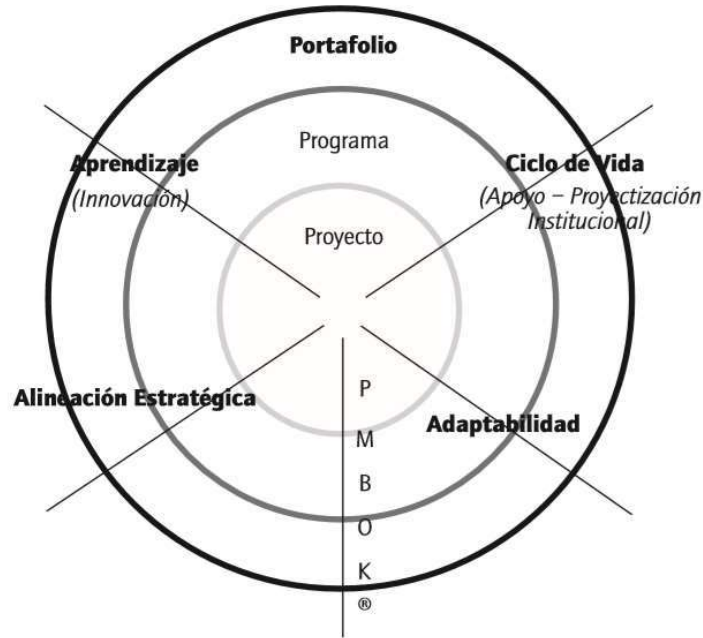


Ilustración 5. Estructura del Modelo de Madurez en Gestión de Proyectos CP3M© V5.0, tomada de (Solarte Pazos L. S., 2014a)

Los ejes de análisis Las prácticas y procesos de los componentes dan lugar al establecimiento de ejes de análisis que, en general, conservan la misma estructura de las primeras versiones. Sin embargo, el eje de Adaptabilidad surge de la combinación de prácticas de varios componentes. Los cinco ejes de análisis transversales a los tres niveles de actividad proyecto, programa y portafolio, son: Guía PMBOK®, Alineación Estratégica, Aprendizaje, Adaptabilidad y Ciclos de Vida (Solarte, 2014).

5.2.4 Organizational Project Management Maturity Model (OPM3)

En 1998, el Project Management Institute (PMI) desarrolló el Organizational Project Management Maturity Model (OPM3), un modelo de madurez que se apoya en la Guía de Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK). El propósito de este estándar es proporcionar estrategias y mejores prácticas a las organizaciones, al igual que medir la madurez y planificar mejoras en la gestión de sus proyectos. El OPM3 tiene una escala de 4 niveles de madurez: estandarizado, medible, controlado y mejora continua (Prado, 2019). OPM3 es un acrónimo del Modelo de madurez de gestión de proyectos organizacionales, un estándar desarrollado bajo la dirección del Project Management Institute. El propósito de esta Norma es proporcionar una forma para que las organizaciones comprendan la gestión de proyectos organizacionales, para medir su madurez frente a un conjunto integral y amplio de mejores prácticas de gestión de proyectos organizacionales. OPM3 también ayuda a las

organizaciones que desean aumentar su madurez de gestión de proyectos organizacionales para planificar mejoras (Project Management Institute, 2003).

Los principales beneficios de emplear el modelo OPM3 comprenden lo siguiente (Project Management Institute, 2003):

- Proporciona una manera de avanzar en los objetivos estratégicos de una organización mediante la aplicación de principios y prácticas de gestión de proyectos. En otras palabras, cierra la brecha entre la estrategia y los proyectos individuales.



Ilustración 6. OPM3 cierra la brecha entre la estrategia organizacional y los proyectos exitosos, tomado de Organizational Project Management Maturity Model y adaptada

- Proporciona un cuerpo integral de conocimiento sobre lo que constituyen las mejores prácticas en la gestión de proyectos organizacionales.
- Al utilizar OPM3, una organización puede determinar exactamente qué mejores prácticas y capacidades de gestión de proyectos organizacionales tiene y no tiene, en otras palabras, su madurez de gestión de proyectos organizacionales. Esta evaluación de madurez luego forma una base para decidir si se persiguen o no mejoras en áreas críticas específicas, como los dominios de la cartera, el programa o la gestión de proyectos.
- Si la organización decide buscar mejoras, OPM3 proporciona orientación sobre priorización y planificación.

La guía OPM3 comprende tres componentes:

- Texto narrativo: El cual presenta los conceptos iniciales de OPM3, con diversos apéndices y un glosario.
- Auto-evaluación: Proporciona una herramienta de apoyo en la etapa de evaluación que indica el OPM3.
- Directorios: Contiene cerca de 600 de las Mejores Prácticas de gestión de proyectos organizacionales y sus capacidades constitutivas.

Existen tres elementos básicos para aplicar OPM3 en una organización como se muestra en la Ilustración 7:

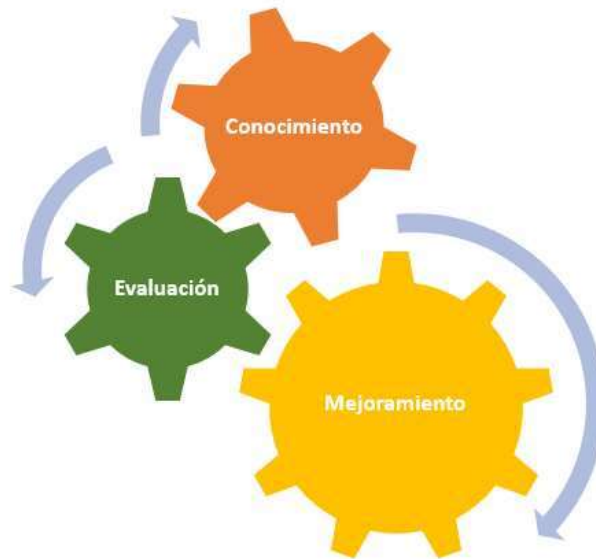


Ilustración 7. Elementos básicos para aplicar OPM3 en una organización, tomado de tomado de Organizational Project Magnament Maturity Model y adaptado

- **Conocimiento:** En la administración de proyectos organizacionales, su madurez, las mejores prácticas y la aplicación del modelo. Puesto que este estándar será la base de una evaluación de madurez de la organización, es fundamental para ésta familiarizarse con los contenidos del estándar.
- **Evaluación:** Implementación de métodos que permitan evaluar las mejores prácticas y capacidades de la organización. En la evaluación, la organización utiliza una herramienta evaluadora para determinar las áreas de fortaleza y debilidad en relación con el cuerpo de las Mejores Prácticas. La Autoevaluación de OPM3 – una herramienta interactiva disponible en el sitio web de OPM3 – es un ejemplo de tal herramienta. OPM3 esboza cómo conducir esta investigación detallada en la forma más útil para la organización, a través del uso de los Directorios. Dependiendo del resultado de la evaluación, una organización puede escoger continuar con una investigación más profunda, proceder a planear la mejora, o salirse del proceso. Si la decisión es salir del proceso, la organización debería considerar retomar el paso de Evaluación en algún momento futuro.
- **Mejoramiento:** Continuidad para desarrollar capacidades en la organización y adicionarlas a las mejores prácticas. OPM3 proporciona una guía para poner en orden de importancia las capacidades aun no desarrolladas completamente en la organización, y el secuenciarlas forma la base para cualquier plan subsecuente de mejoramiento. El proceso de implementar mejoras en una organización, que podría involucrar desarrollo organizacional, administración del cambio, reestructuración, entrenamiento, u otras iniciativas, está más allá del alcance de este Estándar.

Una vez se haya implementado la mejora, la organización puede regresar al paso de Evaluación para medir sus efectos, o bien implementar mejoras en otras áreas críticas las cuales fueron detectadas por la evaluación anterior.

El proceso de aplicar el modelo OPM3 en una organización es difícil de cuantificar. Depende de factores tales como la complejidad, tamaño y madurez inicial de la organización, la profundidad de la evaluación, la naturaleza de los objetivos estratégicos de la organización y el nivel de recursos disponibles también impactan cualquier estimado. Sin embargo, la parte de evaluar la iniciativa de aplicar el modelo es muy probable que tome desde varias semanas hasta varios meses. Por otra parte, si una organización decide tener en cuenta el proceso de implementación de las mejoras resultantes del proceso de evaluación, es probable que le tomen más tiempo las etapas de planeación e implementación, todo depende de la cantidad de mejoras detectadas.

5.2.5 Project Management Maturity Model (PMMM)

El Project Management Maturity Model (PMMM o KPM3) son las siglas en inglés del Modelo de Madurez en Administración de Proyectos, definido por (Kerzner H. , 2005), en su libro “Using the Project Management Maturity Model. Strategic Planning for Project Management”. Este consiste en un modelo de medición de madurez organizacional que se constituye en las bases para lograr la excelencia en administración de proyectos.

Según (Kerzner H. , 2019) , en su más reciente edición “Using the Project Management Maturity Model. Strategic Planning for Project Management”, La base para lograr la excelencia en la gestión de proyectos se puede describir mejor como el modelo de madurez de gestión de proyectos (PMMM), que comprende cinco niveles, como se muestra en la Ilustración 8. Cada uno de los cinco niveles representa un grado diferente de madurez en la gestión de proyectos. Los niveles son los siguientes y se representan gráficamente en la Ilustración 8:

- Nivel 1- lenguaje común: en este nivel, la organización reconoce la importancia de la gestión de proyectos y la necesidad de una buena comprensión de los conocimientos básicos sobre la gestión de proyectos y el lenguaje / terminología que los acompaña. No todas las empresas están de acuerdo con la terminología de gestión de proyectos. La terminología utilizada en una guía para el conjunto de conocimientos de gestión de proyectos (Guía PMBOK®) no es la única terminología aceptable. Muchas empresas que tienen bastante éxito en la gestión de proyectos tienen su propia terminología. Los enfoques de gestión de proyectos flexibles, como los marcos utilizados en ágil y Scrum, tienen su propia terminología.

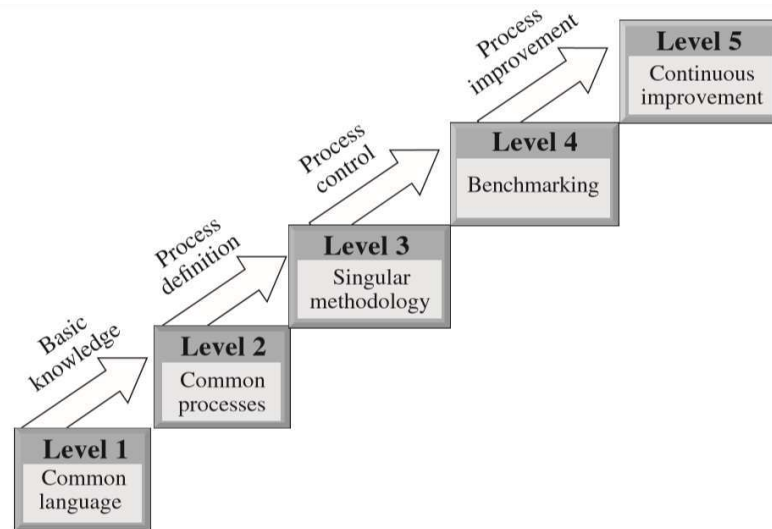


Ilustración 8. Los cinco niveles de madurez de la gestión de proyectos, tomada de Using the Project Management Maturity Model. Strategic Planning for Project Management 3ra edición

- Nivel 2 - procesos comunes: en este nivel, la organización reconoce que los procesos comunes deben definirse y desarrollarse de manera que los éxitos en un proyecto puedan repetirse en otros proyectos. También se incluye en este nivel el reconocimiento de la aplicación y el apoyo de los principios de gestión de proyectos a otras metodologías empleadas por la empresa.
- Nivel 3 - metodología singular: en este nivel, la organización reconoce el efecto sinérgico de combinar todas las metodologías corporativas en una metodología singular, cuyo centro es la gestión de proyectos. Los efectos sinérgicos también facilitan el control del proceso con una sola metodología que con múltiples metodologías. Las empresas que alcanzan el Nivel 3 para la madurez de la gestión de proyectos tradicional pueden entonces desear adoptar un enfoque de gestión de proyectos flexible mediante el cual cada gerente de proyecto puede personalizar las herramientas para un cliente determinado.
- Nivel 4 - Benchmarking: este nivel contiene el reconocimiento de que la mejora del proceso es necesaria para mantener una ventaja competitiva. La evaluación comparativa debe realizarse de forma continua. La empresa debe decidir a quién comparar y qué comparar.
- Nivel 5 - mejora continua: en este nivel, la organización evalúa la información obtenida a través de la evaluación comparativa y luego debe decidir si esta información mejorará el uso de los procesos de gestión de proyectos.

Se pueden asignar riesgos a cada nivel del PMMM. Por simplicidad, los riesgos pueden etiquetarse como bajo, medio y alto. El nivel de riesgo se asocia con mayor frecuencia con el impacto de tener que cambiar la cultura corporativa. Asignar riesgos es una evaluación subjetiva de la forma en que la cultura corporativa podría reaccionar en un nivel específico del PMMM (Kerzner H. , 2019). Las siguientes definiciones se pueden asignar a estos tres riesgos:

- Bajo riesgo: prácticamente no habrá impacto en la cultura corporativa, o la cultura corporativa es dinámica y acepta fácilmente el cambio.
- Riesgo medio: la organización reconoce que el cambio es necesario, pero puede no ser consciente del impacto del cambio. Instituir informes de jefes múltiples sería un ejemplo de un cambio que conlleva un riesgo medio.
- Riesgo alto: los riesgos altos ocurren cuando la organización reconoce que los cambios resultantes de la implementación de la gestión del proyecto causarán un cambio en la cultura corporativa. Los ejemplos incluyen la creación de metodologías, políticas y procedimientos de gestión de proyectos, así como la descentralización de la autoridad y la toma de decisiones.

El nivel 3 tiene los mayores riesgos y el grado de dificultad para la organización. Esto se muestra en la tabla 3. Una vez que una organización se compromete con el Nivel 3, el tiempo y el esfuerzo necesarios para alcanzar los niveles más altos de madurez tienen un bajo grado de dificultad.

Tabla 3. Grado de dificultad asociado con cada nivel del PMMM

Nivel	Descripción	Grado de dificultad
1	Lenguaje común	Medio
2	Procesos comunes	Medio
3	Metodología singular	Alto
4	Benchmarking	Bajo
5	Mejora continua	Bajo

Para (Kerzner H. , 2019) alcanzar el nivel 3 puede requerir un cambio importante en la cultura corporativa, las organizaciones deberían usar la misma metodología para la gestión de proyectos. Esto podría conducir fácilmente a cambios en los hábitos de trabajo, grupos sociales y zonas de confort.

Desde la primera edición de *Using the Project Management Maturity Model. Strategic Planning for Project Management* se presenta una descripción detallada de cada uno de los cinco niveles de su modelo de PMMM. En cada uno de los cinco niveles de madurez se discuten aspectos como:

- Características del nivel.
- Obstáculos presentes que puedan prevenir a las organizaciones a alcanzar el próximo nivel.
- Acciones para llegar al siguiente nivel.

De igual manera incluye para cada uno de los 5 niveles, un instrumento de evaluación que facilita a las organizaciones el determinar su nivel de madurez. Se debe tener en cuenta que no existen dos compañías que implementen la gestión de proyectos de la misma forma, ya que la madurez cambiará de compañía a compañía; por tal motivo las preguntas en estas evaluaciones pueden ser modificadas para satisfacer las necesidades individuales de cada

organización. En pocas palabras, usando los principios contenidos en cada capítulo del libro, las compañías podrán personalizar los instrumentos de evaluación para cada nivel.

5.2.6 Portafolio, Programme & Project Management Maturity Model (P3M3)

Modelo de Madurez de gestión de Proyectos, Portafolio y Programa (P3M3) (Snowden, R. 2010), fue desarrollado por la oficina de Comercio Gubernamental del Reino Unido para ayudar a las organizaciones, es una guía de referencia para las mejores prácticas estructuradas y es recomendado para uso en el sector público.

P3M3, permite evaluar resultados e identificar oportunidades de mejora con el fin de aprovechar la ventaja competitiva y el rendimiento de la mejora.

La segunda versión actualizada fue lanzada en junio de 2008 y ofrece un marco con el cual las organizaciones pueden evaluar el desempeño y el desarrollo de planes de mejora.

Contiene tres modelos que permiten una evaluación independiente y no presentan interdependencia entre los modelos, por lo que una organización puede ser mejor en la gestión del programa que lo es en la gestión de proyectos.

- Gestión del Portafolio (PFM3) define la totalidad de la inversión de una organización en los cambios necesarios para alcanzar sus objetivos estratégicos.
- Gestión del Programa (PGM3) coordina, dirige y supervisa la aplicación de un conjunto de proyectos relacionados, para un resultado mayor que la suma de sus partes.
- Gestión de Proyectos (PJM3) es un conjunto único de actividades coordinadas, con un inicio definido y puntos finales. (Snowden, R. 2010)

Otorga cinco niveles de madurez para la organización que indican como las áreas clave del proceso pueden ser estructuradas para evaluar la efectividad del proceso. Ver ilustración 9.

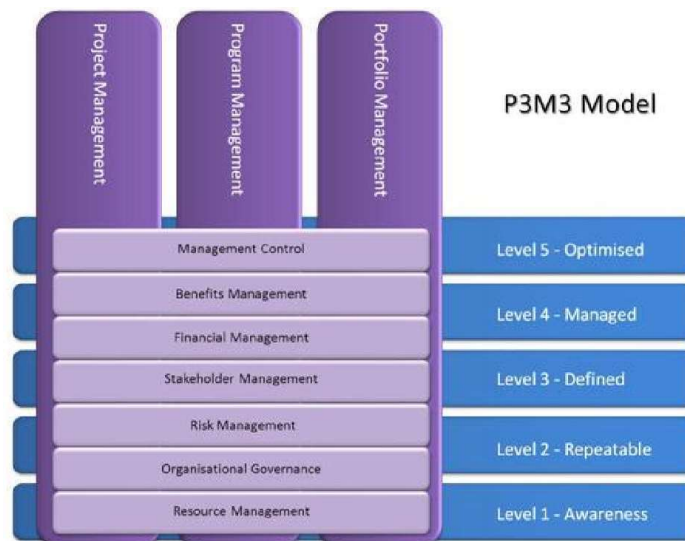


Ilustración 9. Niveles del modelo P3M3 – Tomado de:
<http://www.peubed.com/bulletins/2010.02/img/fig.5.1.jpg>

El nivel 1 es el más bajo en donde los programas son diferentes de otras formas de gestión, hasta el nivel 5 donde la inversión en la capacidad de gestión de los programas esta optimizado.

- Nivel 1: Proceso de Conocimiento
- Nivel 2: Proceso Repetible
- Nivel 3: Proceso Definido
- Nivel 4: Proceso Gestionado
- Nivel 5: Proceso de Optimización

La versión 2008 de P3M3 define siete centrales que evalúa a través de áreas o perspectivas del proceso así:

- Control de Gestión
- Gestión de Beneficios
- Gestión Financiera
- Gestión de riesgos
- Gestión de Recursos
- Gestión de Interesados
- Gobernabilidad Organizacional

P3M3 también se puede utilizar para hacer frente a los efectos de:

- Fusiones y adquisiciones
- Organización vuelva a estructura
- Los programas de capacitación y desarrollo
- El despliegue de las nuevas tecnologías
- Los cambios en las funciones, responsabilidades y objetivos
- La implementación de un marco de gobernanza

Los beneficios de usar el P3M3 como base para mejora de procesos son:

- Mejora de la programación y de la previsibilidad presupuestaria
- Mejora el tiempo de ciclo
- Aumento de la productividad
- Mejora de la calidad
- Aumento de la satisfacción del cliente
- Mejora de la moral de los empleados
- El aumento del rendimiento de la inversión
- Disminución de costos de calidad

La versión 2008 de P3M3 define siete centrales que evalúa a través de áreas o perspectivas del proceso así:

- Control de Gestión
- Gestión de Beneficios
- Gestión Financiera
- Gestión de riesgos

- Gestión de Recursos
- Gestión de Interesados
- Gobernabilidad Organizacional

5.2.7 The Berkeley Project Management Process Maturity Model (PM)²

El propósito del modelo de madurez en la Gestión de Proyectos de Berkeley es ayudar a las organizaciones y personas a lograr mayores y más sofisticados PM madurez de un enfoque sistemático y gradual. Mide, localiza y compara el nivel de madurez actual PM de las organizaciones. La principal ventaja de la utilización de este modelo y la metodología es que está generalizada en todos los sectores, mientras que otros modelos de madurez tienen un público específico, como el desarrollo de software o desarrollo de nuevos productos.

El modelo (PM)² se desarrolla integrando modelos de madurez previos que miden los niveles de Gestión de Proyectos (GP) de diferentes empresas e industrias. El modelo se convierte en la base para evaluar y posicionar el nivel de madurez de GP actual de una organización. Ilustra una serie de pasos para ayudar a una organización a mejorar gradualmente su efectividad general de PM (Kwak & Williams, 2002).

El modelo (PM)² divide los procesos y prácticas de GP en nueve áreas de conocimiento de GP y cinco procesos de PM al adoptar el cuerpo de conocimiento de GP de PMI. Esto permite que una organización determine las fortalezas y debilidades de las prácticas actuales de GP y se centre en las prácticas débiles de GP para lograr mayor madurez de GP.

El modelo está siendo continuamente refinado para reflejar los avances en nuestro conocimiento de PM. Algunas de las mejoras más recientes incluyen la evaluación de la replicabilidad del éxito del proyecto.

Este modelo se define en 5 niveles o etapas relacionadas de la siguiente forma como se muestra en la Ilustración 10:

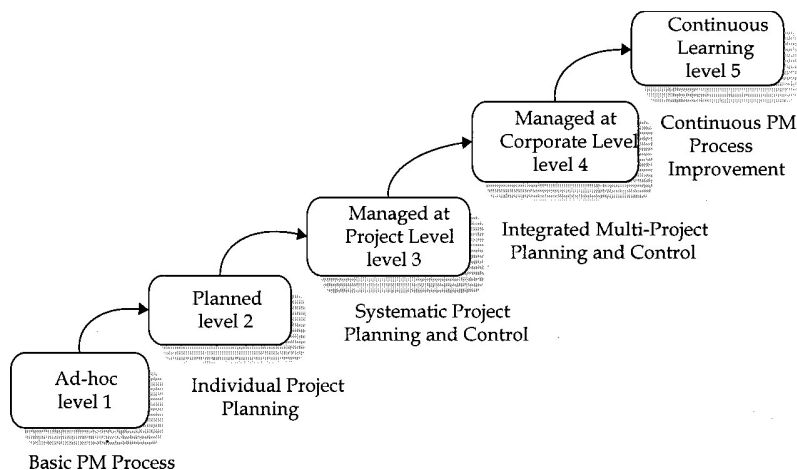


Ilustración 10. Niveles de Madurez (PM)², tomado de (Kwak & Williams, 2002)

Cada nivel de madurez de GP contiene procesos clave de PM, características de la organización y áreas de enfoque. En la tabla 4 se resumen los aspectos clave del modelo (PM)².

Tabla 4. Resumen aspectos clave modelo (PM)², elaboración propia

Nivel de Madurez	Etapas	Procesos clave de Gestión de Proyectos (GP) del modelo (PM)²	Principales características organizativas del modelo (PM)²	Áreas de enfoque clave del modelo (PM) 2
1	Ad-hoc	<ul style="list-style-type: none"> - No hay procesos o prácticas de GP disponibles de manera consistente - No se recopilan ni analizan constantemente datos de GP 	<ul style="list-style-type: none"> - Funcionalmente aislado - Falta de apoyo de la alta gerencia - El éxito del proyecto depende de los esfuerzos individuales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Comprender y establecer procesos básicos de GP
2	Planificado	<ul style="list-style-type: none"> - Se definen procesos informales de GP - Se identifican problemas informales de GP - Se recopilan datos informales de GP 	<ul style="list-style-type: none"> - Orientado al equipo (débil) - Las organizaciones poseen fortalezas para hacer un trabajo similar 	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación individual de proyectos
3	Administrado	<ul style="list-style-type: none"> - Los sistemas formales de planificación y control de proyectos son gestionados - Los datos formales de GP se gestionan 	<ul style="list-style-type: none"> - Orientado al equipo (medio) - Entrenamiento informal de habilidades y prácticas de PM 	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación y control sistemático y estructurado de proyectos para proyectos individuales
4	Integrado	<ul style="list-style-type: none"> - Múltiple GP (gestión del programa) - Los datos y procesos de PM están integrados - Los datos de los procesos de PM se analizan cuantitativamente, medido y almacenado 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo en equipo fuerte - Capacitación formal de PM para el equipo del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación y control de múltiples proyectos en un asunto profesional
5	Sostenimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Los procesos de GP se mejoran continuamente - Los procesos de GP se entienden completamente - Los datos de PM están optimizados y sostenidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Organización impulsada por proyectos - Organización dinámica, enérgica y fluida. - Mejora continua de procesos y prácticas de PM 	<ul style="list-style-type: none"> - Ideas innovadoras para mejorar los procesos y prácticas de GP

5.2.8 Maturity by Project Category Model (MPCM)

La historia de MPCM comenzó en 2001, cuando Russel Archibald creó una comunidad internacional, a través de la Web, para desarrollar mejoras en la ciencia de la Gestión de Proyectos, con su Modelo de Categorías de Proyecto como punto de partida. En diciembre de 2002, Darci Prado publica su modelo de madurez (Prado-MMGP) en la segunda edición de su libro sobre "Gerenciamento de Programas e Projetos nas Organizações" ("Gestión de programas y proyectos en organizaciones"). En diciembre de 2004, Russel Archibald y Darci Prado establecieron una asociación para lanzar una encuesta en Internet utilizando el modelo de Categorías de Proyecto de Archibald y el modelo Prado-MMGP. En 2005, se formó el equipo principal de voluntarios responsables del sitio web y la metodología de la encuesta. A diferencia de la mayoría de los procesos de evaluación de madurez PM, el MPCM es fácil de implementar, requiere sólo 60-90 minutos para completar el cuestionario (en función del tamaño y la complejidad del departamento u organización). El núcleo de la encuesta es un conjunto de 40 preguntas para evaluar, de una manera muy precisa, la madurez de un departamento dentro de una organización. Es importante que las preguntas se respondan con seriedad y honestidad, y con el conocimiento constante de las técnicas de gestión de proyectos utilizados en el departamento que está siendo evaluado. Este es un enfoque eficaz y los resultados se pueden proporcionar inmediatamente después de completar el cuestionario.

A través de este proceso es posible evaluar la madurez en la gestión de proyectos de empresas privadas y las organizaciones gubernamentales bajo la administración directa o indirecta.

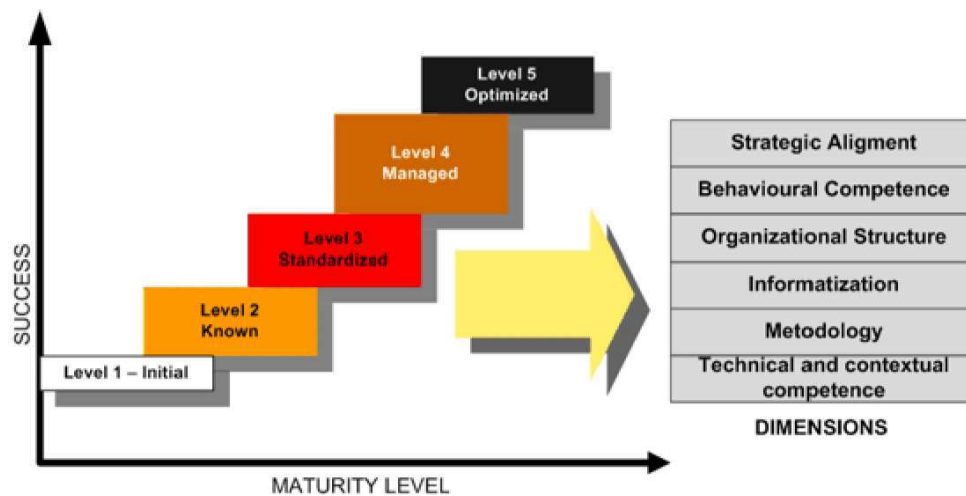


Ilustración 11. Niveles del modelo MPCM – Tomado de:
<http://www.maturityresearch.com/novosite/es/index.html>

En este modelo cada nivel puede contener hasta 7 dimensiones de madurez, cada uno en un grado diferente y de una manera específica. A continuación se muestra un resumen de los niveles (Russell D & Santos Do Prado, 2012):

- Nivel 1 - Inicial o embrionaria o ad hoc: la organización está en sus etapas de gestión de proyectos, llevados a cabo temprano en su mayoría por la intuición, contando con "buena voluntad" de los individuos o de "mejor esfuerzo". Por lo general, no hay una planificación y el seguimiento es inexistente. No existen procedimientos estandarizados. El éxito es o bien un resultado del esfuerzo individual o buena suerte. Hay grandes posibilidades de retrasos en los proyectos, excesos de presupuesto y no conformidades técnicas.
- Nivel 2 - Conocido: La organización emprendió iniciativas de formación en gestión de proyectos y compró un software especializado en administración de proyectos. Algunas iniciativas aisladas para estandarizar los procedimientos se pueden encontrar, pero su uso todavía se restringe. La necesidad de una amplia estandarización para permitir la planificación de proyectos y el seguimiento es notable. En algunos casos, un profesional podría haber sido designado para hacerlo, pero él / ella no realiza ninguna estandarización todavía y en algunas iniciativas aisladas, algunas mejoras ya son perceptibles. El fracaso del proyecto aún persiste.
- Nivel 3 - Definidos o normalizados: Los procedimientos se estandarizan, publican y se utilizan en todos los proyectos, bajo el liderazgo de una PMO. Una metodología está disponible y en uso, con los sistemas informáticos que se utilizan como una parte de ella. También hay una estructura organizativa viable y adecuada para el sector y sus proyectos. Se busca la alineación con las estrategias de negocio. Hay un esfuerzo en obtener el mejor nivel de compromiso por parte del personal implicado. El proceso de seguimiento de la planificación es realizado por el personal involucrado. Los Gerentes de Proyecto están evolucionando en el campo de las competencias técnicas, de comportamiento y contextuales. A pesar de las mejoras de rendimiento del proyecto, las cuestiones que afectan el desempeño del proyecto (calendario, coste, alcance y calidad) son conocidas y no se han resuelto. La necesidad de mejoras es percibida.
- Nivel 4 - Administrado: Los procesos implementados anteriormente están consolidados y los temas (anomalías) se resolvieron. Se ha realizado el análisis de causa raíz de las desviaciones meta del proyecto (en tiempo, costo, alcance y calidad), las contramedidas y acciones correctivas fueron desplegadas y se aplican con éxito. Un ciclo de mejora continua en vigencia se activa siempre que se detecta alguna deficiencia. La estructura organizativa se revisó y se desarrolló con el fin de permitir una relación más eficiente entre los departamentos implicados.

Los proyectos están alineados con la estrategia del negocio de la organización, y en la actualidad hay procesos de despliegue y planificación estratégica de objetivos, así como su seguimiento en toda la organización. Los gerentes están mejorando los aspectos críticos de gestión, tales como las relaciones humanas, resolución de conflictos, negociaciones, etc. También hay una base de datos de las mejores prácticas de proyectos anteriores. La aplicación de los procesos de gestión de proyectos es reconocida como un factor de éxito para los proyectos. Las tasas de éxito son muy altas.

- Nivel 5: Optimizado: La planificación y los procesos de ejecución (horario, costo, alcance y calidad) se optimizaron y produjeron nuevas mejoras de rendimiento. La

ejecución del proyecto se optimiza con el uso de la vasta experiencia, conocimiento y actitud personal (disciplina, liderazgo, etc.), así como una excelente base de datos de las mejores prácticas. La tasa de éxito se acerca al 100%. La organización se basa fielmente en sus profesionales y toma los desafíos de alto riesgo.

5.2.9 Structured Process Improvement for Construction Enterprises (SPICE)

La Mejora de Procesos Estructurados para Empresas de Construcción por sus siglas en inglés SPICE empezó a desarrollarse en 1998 en Reino Unido, en respuesta a las llamadas de los críticos de la industria, frente a la necesidad de las organizaciones de construcción para mejorar sus procesos de gestión de forma estructurada. SPICE es un modelo de mejora de proceso estructurado que traza trayectorias de mejora potencial de una manera evolutiva (en lugar de revolucionaria) específicamente diseñada para su uso en la industria de la construcción (Kwan S. Jeong, 2006). Como se muestra en la Ilustración 11, está estructurado para facilitar la mejora del rendimiento del proceso de una organización de manera paso a paso. El modelo SPICE proporciona una herramienta práctica de diagnóstico y mejora de la gestión, que puede utilizarse como un marco de referencia común dentro y entre las organizaciones de construcción (Sarshar M, 2000).

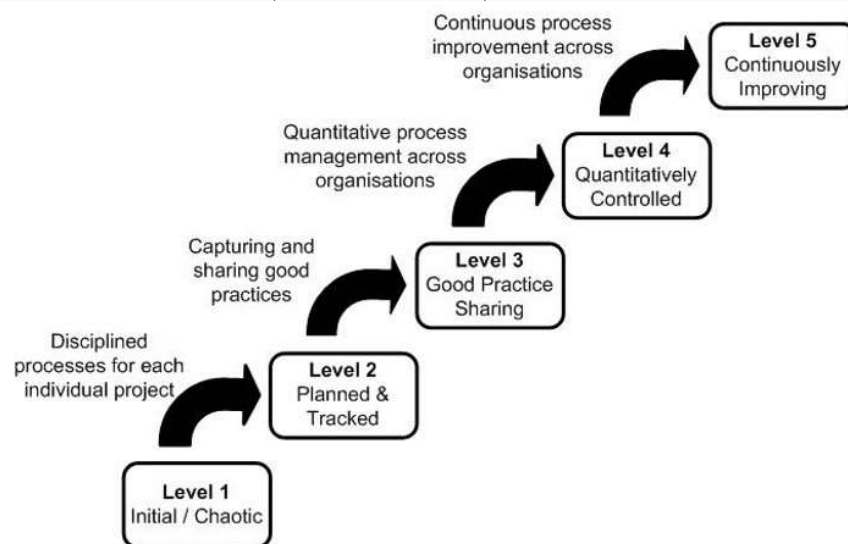


Ilustración 12. Los cinco niveles en el modelo SPICE, tomado de (Kwan S. Jeong, 2006)

Los niveles de evolución según (Jeong, 2004) se describen a continuación:

- **Nivel 1 - Inicial / Caótico:** el nivel 1 es el nivel básico de entrada al modelo. Este nivel no tiene procesos clave. Una organización en el Nivel 1 puede ser grande o pequeña. Independientemente de su tamaño, se centra poco en el proceso y la visibilidad y la previsibilidad del proyecto son deficientes. Las buenas prácticas de proyectos son locales y no se repiten ni se "institucionalizan" en toda la empresa. La planificación y coordinación ineficaces socavan las buenas prácticas. Las organizaciones hacen compromisos que el personal o la cadena de suministro no pueden cumplir. Esto da como resultado una serie de crisis.

- **Nivel 2 - Planificado y rastreado:** en este nivel, hay un grado de previsibilidad del proyecto. Una organización de nivel 2 ha establecido políticas y procedimientos para gestionar los principales procesos basados en proyectos. Esto permite a las organizaciones repetir las prácticas exitosas de proyectos anteriores. La planificación efectiva del proceso se introduce antes de que comience un proyecto. Durante la ejecución del proyecto, las actividades se evalúan y mejoran. Un proceso efectivo puede describirse como uno que se practica, documenta, aplica, capacita, evalúa y puede mejorar.
- **Nivel 3 - Compartir buenas prácticas:** un proceso bien definido incluye descripciones y modelos estándar para realizar el trabajo, mecanismos para verificar que el trabajo se haya realizado correctamente (como revisiones por pares) y criterios de finalización, que proporcionan una buena visión del progreso. En otras palabras, hay visibilidad organizacional de los proyectos. Debido a que el proceso está bien definido, la gerencia tiene una buena visión del progreso. La calidad y la funcionalidad de todos los proyectos están bien rastreados.
- **Nivel 4 - Controlado cuantitativamente:** la disciplina de proceso establecida en toda la organización en el Nivel 3 sienta las bases para la medición objetiva del producto y los procesos en el Nivel 4. En consecuencia, los proyectos pueden reducir las variaciones en el rendimiento del proceso, de modo que caigan dentro de límites aceptables. Las variaciones significativas se pueden distinguir de las variaciones aleatorias. Los riesgos involucrados en ascender en la curva de aprendizaje, como resultado de asumir nuevas categorías de proyectos, o nuevos arreglos de compras y cadena de suministro, pueden ser manejados.
- **Nivel 5 - Mejora continua:** la expectativa es que en el Nivel 5, toda la cadena de suministro se centre en la mejora continua del proceso. Las organizaciones de nivel 5 pueden identificar debilidades y fortalecer los procesos antes de que surja cualquier problema, y pueden hacerlo de manera colaborativa. Los datos sobre la efectividad de los procesos se utilizan para realizar análisis de costo-beneficio de cualquier tecnología nueva y cambios propuestos en los procesos de la organización. Este mayor nivel de comprensión permite a las organizaciones considerar cambios a gran escala en sus procesos. Las innovaciones que explotan las buenas prácticas en la gestión empresarial se identifican y adoptan en toda la organización.

Todos los procesos clave definidos en cada nivel SPICE se examinan contra los habilitadores de procesos, por los cuales los procesos disciplinados se diferencian de los incompletos. Los habilitadores de procesos son una serie de características clave de gestión que garantizan la ejecución completa y coherente del proceso: compromiso, habilidad, actividad, evaluación y verificación:

1. El compromiso asegura que la organización tome las medidas apropiadas para establecer un proceso duradero. Esto generalmente significa que el compromiso de la alta gerencia es visible y el proceso recibe patrocinio o es promovido por un propietario del proceso.

2. La habilidad se refiere a la condición en la que se poseen o son accesibles niveles apropiados de competencia y habilidades para ejecutar el proceso. Esto significa que se cuenta con recursos organizativos, estructura y capacitación adecuados.
3. La actividad asegura que se establezcan las actividades, roles y procedimientos reales. Esto generalmente implica establecer procedimientos, planes y medidas, así como realizar, rastrear y tomar medidas correctivas para la tarea.
4. La evaluación considera si existen rutinas organizativas adecuadas para la evaluación y revisión del proceso. Por lo general, esto se utiliza para auto reflexionar sobre el rendimiento y, por lo tanto, ayudar al equipo a controlar y mejorar los procesos.
5. La verificación se refiere a la revisión independiente del proceso no solo para verificar si cumple con los planes y procedimientos, sino también en algunos casos para administrar el riesgo que puede presentarse en nuevos procesos o entornos desconocidos.

Los habilitadores de procesos, tomados junto con los procesos clave, producen una matriz de madurez SPICE, que es una herramienta visual que proporciona una instantánea del nivel de madurez de la capacidad organizacional. Los habilitadores de procesos se trazan a lo largo del eje vertical, mientras que los procesos clave se enumeran a lo largo del eje horizontal de la matriz. La matriz utiliza un esquema simple de codificación de colores para determinar el grado en que se puede realizar una evaluación cuantificable, basada en la evidencia y las percepciones dentro de una organización (ver Ilustración 13).

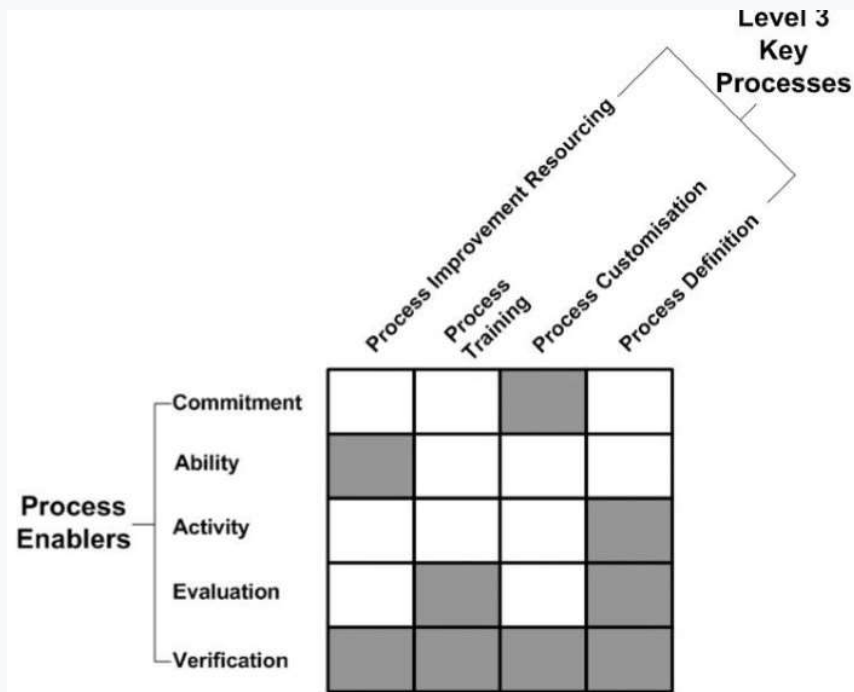


Ilustración 13. matriz de madurez de Nivel 3 de SPICE que ilustra áreas que son satisfactorias o requieren mejoras tomada de (Kwan S. Jeong, 2006)

Una celda sin sombreado significa que un habilitador clave para un proceso es satisfactorio, mientras que una celda sombreada en gris denota un área para mejorar.

5.2.10 PRINCE2® Maturity Model (P2MM)

El modelo de madurez PRINCE2 (P2MM) es un estándar que proporciona un marco con el cual las organizaciones pueden evaluar su adopción actual del método de gestión de proyectos PRINCE2 y establecer planes de mejora con resultados medibles basados en las mejores prácticas de la industria (GSW Consultancy Limited, 2013). P2MM se deriva del Modelo de madurez de gestión de portafolios, programas y proyectos (P3M3).

La primera versión del (P2MM) fue publicada en el 2004, la segunda edición en el 2013 incluyendo las mejoras realizadas en (P3M3), como también su actualización frente a la edición 2009 del método PRINCE2.

PRINCE2® Maturity Model se basa en tres conceptos centrales: niveles de madurez, perspectivas de proceso y atributos.

Los niveles de madurez permiten a las organizaciones identificar una ruta de mejora del proceso a lo largo de la cual pueden elegir viajar. Este viaje debe verse como un compromiso estratégico a largo plazo, en lugar de una solución rápida para problemas tácticos inmediatos. Si bien las mejoras rápidas a corto plazo pueden orientarse para lograr objetivos específicos, los beneficios reales de P2MM se obtienen a través de la mejora continua del proceso (GSW Consultancy Limited, 2013).

- **Nivel 1 - conocimiento del proceso**

Los procesos no suelen estar documentados. No hay, o solo unas pocas, descripciones de procesos. Generalmente serán reconocidos, ya que los gerentes pueden tener cierto reconocimiento de las actividades necesarias, pero la práctica real está determinada por eventos o preferencias individuales, y es altamente subjetiva y variable. Por lo tanto, los procesos no están desarrollados, aunque puede haber un compromiso general para el desarrollo de procesos en el futuro.

- **Nivel 2 - proceso repetible**

La organización podrá demostrar, por referencia a proyectos particulares, que se han establecido prácticas básicas de gestión, p. Ej. seguimiento de gastos y programación de recursos, y que los procesos se están desarrollando. Hay individuos clave que pueden demostrar un historial exitoso y que, a través de ellos, la organización es capaz de repetir éxitos anteriores en el futuro.

- **Nivel 3 - proceso definido**

La adopción de PRINCE2 por parte de la organización se documentará, estandarizará e integrará en cierta medida con otros procesos comerciales. Es probable que exista la propiedad de PRINCE2 y un grupo establecido con la responsabilidad de mantener la coherencia y la mejora del uso de PRINCE2 en toda la organización. Dichas mejoras serán planificadas y controladas, tal vez basadas en evaluaciones, con el

desarrollo planificado y los recursos adecuados comprometidos para garantizar que estén coordinados en toda la organización.

- **Nivel 4 - proceso gestionado**

El nivel 4 se caracteriza por un comportamiento maduro y procesos PRINCE2 que se gestionan cuantitativamente, es decir, controlados mediante métricas y técnicas cuantitativas. Habrá evidencia de objetivos cuantitativos para la calidad y el rendimiento del proceso, y estos se utilizarán como criterios en la gestión de los procesos PRINCE2. Los datos de medición recopilados contribuirán al marco general de medición del desempeño de la organización y serán imprescindibles para analizar los proyectos de la organización y determinar la capacidad actual y las limitaciones de capacidad.

- **Nivel 5 - proceso optimizado**

La organización se centrará en la optimización de sus procesos PRINCE2 gestionados cuantitativamente para tener en cuenta las cambiantes necesidades comerciales y los factores externos. Anticipará futuras demandas de capacidad y requisitos de capacidad para cumplir con los desafíos de entrega.

Perspectivas de proceso

Hay siete perspectivas de proceso dentro de P2MM, que definen las características clave de una organización madura. Cada perspectiva describe los procesos y prácticas que deben implementarse en un nivel de madurez dado. A medida que las organizaciones avanzan a través de los niveles de madurez, la calidad y la eficacia de los procesos y prácticas aumentan de manera correspondiente. Esta naturaleza incremental de la mejora del proceso es una característica clave de P2MM. Las siete perspectivas del proceso se enumeran a continuación:

1. Gestión del control
2. Gestión de los beneficios
3. Gestión financiera
4. Gestión de Stakeholder
5. Gestión del riesgo
6. Gobernanza organizacional
7. Gestión de recursos

Atributos

Dentro de cada perspectiva del proceso hay una serie de atributos. Estos son indicadores de proceso y madurez conductual. Los atributos específicos se relacionan solo con una perspectiva de proceso particular, mientras que los atributos genéricos se aplican por igual a todas las perspectivas de proceso en cada uno de los cinco niveles de madurez.

Los atributos describen el perfil previsto de cada perspectiva de proceso en cada nivel de madurez, y los temas, procesos y prácticas cubiertos cambiarán y se desarrollarán a medida que cambie el nivel de madurez.

La estructura de P2MM permite a las organizaciones ver una instantánea de dónde están ahora con respecto a cualquiera de las Perspectivas de proceso en sus capacidades de gestión de proyectos PRINCE2. Esto, junto con el conocimiento de dónde la organización necesita o quiere estar en el futuro, proporciona la base para diseñar un plan de mejora y seguir el progreso hacia el objetivo (GSW Consultancy Limited, 2013).

5.2.11 Highways England Lean Maturity Assessment (HELMA)

La evolución de madurez Lean de Highways England², por sus siglas en inglés (HELMA), es un modelo que tiene como objetivo medir el progreso de las organizaciones en su implementación y adopción de los principios de la metodología Lean, también proporciona orientación sobre cómo seguir desarrollándose para alcanzar niveles superiores de madurez en la implementación de Lean. HELMA se basa en un modelo de madurez que se ha utilizado en la industria aeroespacial, atención médica y otras organizaciones gubernamentales. La evaluación reconoce que Lean no se trata solo de crear eficiencias y compartir conocimientos. También se trata de liderazgo efectivo y compromiso del personal para que toda la organización se involucre progresivamente en la cultura de la mejora continua (Highways England, 2018).

Highways England ha estado midiendo la madurez de la cadena de suministro desde 2011. El modelo HELMA se basa en una metodología llamada LESAT (Lean Enterprise Self Assessment Tool). La herramienta LESAT fue desarrollada y es propiedad del Instituto de Tecnología de Massachusetts y la Universidad de Warwick.

Para abordar el estudio de la estructura de HELMA es importante primero hablar sobre los conceptos principales de Lean.

¿Qué es Lean?

Lean es una palabra utilizada en un intento de caracterizar el enfoque de fabricación desarrollado por Toyota Motor Company en la década de 1950, para permitir que la empresa compita con la industria automotriz occidental con muchos menos recursos. En esencia, es un método para producir lo que un cliente quiere cuando lo quiere con un mínimo de desperdicio y con un alto nivel de calidad. Se aplicó por primera vez al entorno de fabricación de automóviles, pero debido a su éxito, sus principios ahora se están aplicando en muchos campos, desde la construcción hasta la atención médica. Una gran ventaja del enfoque Lean es que, con un poco de ayuda, las personas de todos los niveles pueden contribuir y encontrar formas de trabajar de manera más inteligente.

Los principios de Lean y la serie de pasos para su aplicación se resumen en el siguiente diagrama de flujo.

² Highways England (anteriormente, Highways Agency) es la compañía de propiedad del gobierno encargada de operar, mantener y mejorar las autopistas de Inglaterra y las principales carreteras. Opera servicios de información a través de la provisión de señalización en carretera y su sitio web Traffic England, proporciona oficiales de tráfico para tratar incidentes en su red y gestiona la entrega de mejora a la red.

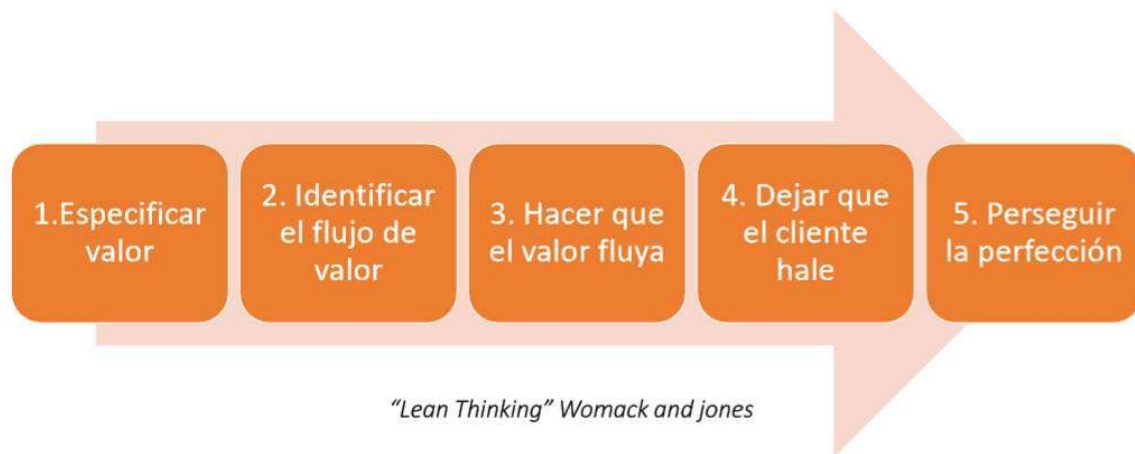


Ilustración 14. Principios Lean, tomado de (Highways England, 2018) y adaptado

El objetivo de estos principios es analizar los procesos en términos del valor del cliente y eliminar el desperdicio. Esto se realiza mediante el mapeo de procesos y su análisis riguroso para determinar qué es valor agregado y qué no, sobre la base de que el valor se define como algo que un proveedor considera que un cliente, interno o externo, está dispuesto a “pagar”. El resto es desperdicio, y los procesos se rediseñan para tratar de eliminar esto. En la práctica, el análisis de procesos normalmente muestra tres categorías: valor agregado, valor no agregado pero esencial, y valor no agregado (o desperdicio).

Algunos ejemplos de desperdicios son:

- Exceso de inventario (stock)
- Exceso de movimiento (trasiego de material)
- Tiempo de espera
- Sobreproducción
- Pasos adicionales del proceso
- Defectos o rechazos
- Aplicación incorrecta de habilidades

El propósito de Lean debe ser, minimizar estos desperdicios y desarrollar nuevos procesos para maximizar el valor agregado. La definición de estos desperdicios variará según el tipo de proceso que se analice. Revisar los planes varias veces puede resultar en un mejor plan y, por lo tanto, agregar valor.

La transformación Lean es el proceso mediante el cual las organizaciones toman estos principios Lean y progresivamente, a través de un programa planificado, se aseguran de que se adopten para proporcionar una capacidad más competitiva. A continuación, se muestra un resumen simple de estos principios y algunas de las herramientas mediante las cuales se pueden aplicar.



Ilustración 15. Resumen de principios y herramientas Lean, tomado de (Highways England, 2018) y adaptado

Los 5 niveles de madurez de Lean

El siguiente diagrama muestra cómo los diferentes niveles de madurez en Lean corresponden a los niveles de puntuación del modelo de madurez (HELMA).

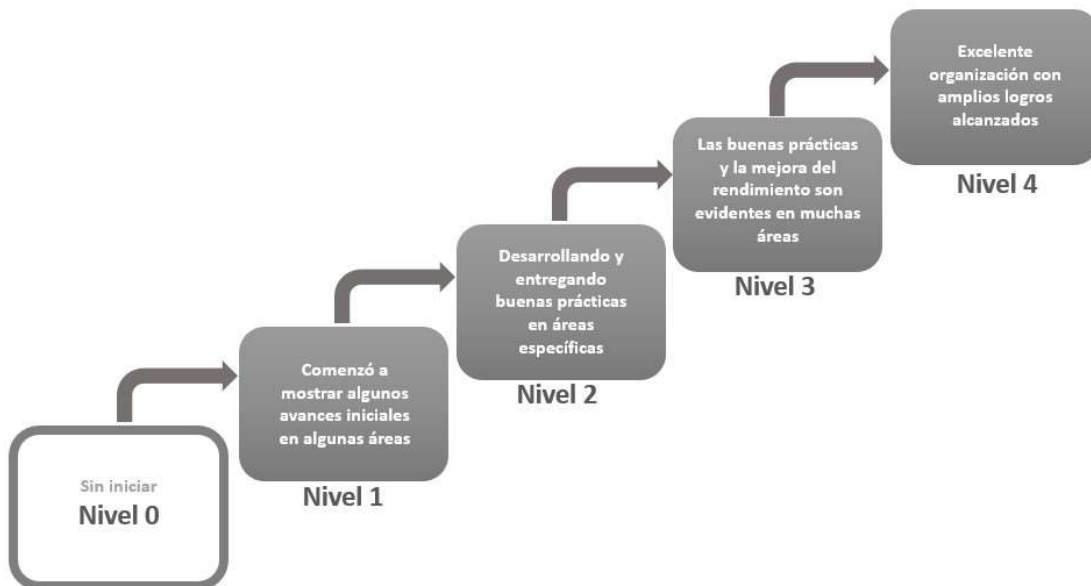


Ilustración 16. Niveles de madurez Lean, tomado de (Highways England, 2018) y adaptado

La evaluación de la madurez Lean de HELMA está enmarcada en 10 áreas temáticas:

1. Integración de Lean en la estrategia comercial
2. Liderazgo y compromiso Lean
3. Gestión de la implementación / Infraestructura Lean
4. Comprensión del valor para el cliente
5. Comprensión de los procesos y flujos de valor
6. Uso de metodologías y herramientas
7. Cobertura organizacional, actividad y capacidad
8. Mejora del rendimiento / realización de beneficios y entrega
9. Colaboración y cultura Lean
10. Madurez del proveedor

En la siguiente tabla se describen las preguntas clave a discutir de cada tema, como también el objetivo que se busca alcanzar:

Tabla 5. Áreas temáticas, preguntas clave y objetivos HELMA

Área temática	Preguntas clave	Objetivo
Integración de Lean en la estrategia empresarial	¿Cuán explícitamente se integra Lean dentro de la estrategia comercial general?	Evaluar la fortaleza de la adopción y el compromiso con un enfoque Lean a nivel comercial y por parte de la alta gerencia.
Liderazgo y compromiso lean	¿Qué tan comprometidos están los directivos con el viaje Lean? ¿Cómo están demostrando los líderes el compromiso y el liderazgo?	Evaluar el compromiso y los comportamientos de liderazgo Lean dentro de la organización a nivel senior y otros roles de líderes Lean.
Gestión de despliegue / Infraestructura Lean	¿Cómo maneja Lean dentro del negocio desde la estrategia hasta la implementación? ¿Cómo lleva a cabo la implementación, la gobernanza, la planificación y la revisión de Lean? ¿Cómo se mide el progreso?	Comprender cómo la empresa está introduciendo y desplegando Lean dentro de la organización, cuáles son los planes y cómo está progresando.
Comprender el valor del cliente	¿Cómo entiendes el valor interno y externo del cliente? ¿Qué medidas tienes implementadas? ¿Cómo se vincula el valor del cliente con sus procesos de entrega?	Comprender que el cliente debe estar en el centro de toda actividad de mejora Lean y proporcionar valor al cliente es uno de los principios fundamentales de Lean.
Comprensión de procesos y flujos de valor	¿Cuán ampliamente se entienden los procesos y las corrientes de valor? ¿Cómo emprende la medición en proceso? ¿Cómo establece el tirón y el flujo? ¿Cómo identificas y eliminas el desperdicio?	Comprender que los procesos y los flujos de valor son la forma en que entregamos valor a los clientes a través de nuestra actividad diaria.
Uso de metodologías y herramientas	¿Cuál es el rango de metodologías y herramientas Lean que utiliza? ¿Cuán ampliamente son entendidos y practicados?	Evidenciar el uso de metodologías y herramientas Lean.

Cobertura organizacional, actividad y capacidad	¿Cuál es la profundidad y amplitud de Lean dentro de la organización? ¿Cuántas personas están involucradas en la actividad Lean? ¿Qué áreas organizacionales están entregando mejoras? ¿Cómo está desarrollando la capacidad Lean dentro del negocio? ¿Qué capacitación se ha impartido, a qué nivel y con qué cobertura?	Identificar el grado en que Lean realmente está sucediendo de manera estructurada y sistemática dentro de la organización.
Mejora del rendimiento / Realización y entrega de beneficios	¿Cómo se miden, capturan e informan los beneficios Lean? ¿Qué mejoras ha entregado en los últimos 12 meses? ¿Cómo ha registrado y registrado estos beneficios en el rastreador de Highways England y están ahora en un registro de eficiencia de Highways England	Evidenciar mejora del rendimiento en la forma cotidiana en que las personas y los procesos trabajan dentro de la organización y cómo esa buena práctica se ha compartido y transferido dentro del sector.
Colaboración Lean, clima y cultura	¿Cómo describirías tu cultura actual? ¿Cuál es su comprensión de su cultura y clima Lean deseados? ¿Cómo trabaja su gente en conjunto, con clientes, proveedores y socios? ¿Cómo está planeando y gestionando el cambio cultural?	Evidenciar que Lean está madurando y está comenzando a crear una cultura de mejora continua.
Madurez del proveedor	¿Cómo se relaciona con sus proveedores y socios en Lean? ¿Cuál es su nivel de madurez? ¿Qué beneficios puede lograr con una mayor colaboración Lean?	Evidenciar que Lean se está implementando con su cadena de suministro a través de diferentes mecanismos.

5.2.12 Highways Agency Lean Maturity Assessment Toolkit (HALMAT)

HALMAT es la herramienta diseñada por Highways Agency del Reino Unido en el 2010 y su segunda versión publicada en el 2012, el objetivo de la herramienta es ayudar a las organizaciones de la cadena de suministro de la Highways Agency a determinar en qué medida se han transformado para adoptar los principios Lean. Como su sucesor HELMA la metodología esta enfocada en proporcionar a las organizaciones una metodología que permita la implementación de los principios Lean de una manera estructura para ir alcanzando la madurez en la gestión de proyectos de manera progresiva.

La herramienta está contemplada para su uso en toda la cadena de suministro de Highways Agency, cubriendo las empresas de primer nivel y una amplia gama de actividades diferentes desde diseño, consultoría, construcción, producción, mantenimiento, etc. Además, está destinada a cubrir diversos formatos organizacionales desde empresas individuales hasta empresas conjuntas y asociaciones (Highways Agency, 2012).

HALMAT evalúa las siguientes áreas temáticas:

1. Uso estratégico de Lean
2. Sistemas financieros, de información y de adquisiciones
3. Liderazgo Lean
4. Desarrollo de personas
5. Estructura y comportamiento lean
6. Trabajo colaborativo
7. Entrega de valor
8. Trabajo estándar
9. Flujo de procesos
10. Control de procesos y garantía de calidad

Cada una de estas áreas temáticas están relacionadas con diferentes criterios de evaluación los cuales se describen en la tabla 6.

Tabla 6. Áreas temáticas y criterios de evaluación HALMAT

Área temática	Criterios
1. Uso estratégico de Lean	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia y planes de negocios Lean • Implementación de enfoque Lean • Determinación del valor para el cliente
2. Sistemas financieros, de información y adquisiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de medición financiera • Sistemas de información colaborativa • Política de compras
3. Liderazgo Lean	<ul style="list-style-type: none"> • Líderes que alientan y defienden una cultura Lean.
4. Desarrollo de personas	<ul style="list-style-type: none"> • Programas de capacitación • Mentores lean • Sistemas de incentivos • Cadena de suministro de mejora
5. Estructura y comportamiento Lean	<ul style="list-style-type: none"> • Promoción de la cultura lean • Empoderamiento e innovación de los empleados
6. Trabajo colaborativo	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de las necesidades del cliente • Integración de equipos • Procesos simplificados • Compromiso temprano de las partes interesadas
7. Entrega de valor	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión del rendimiento del flujo de valor
8. Trabajo estándar	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos, herramientas y sistemas estandarizados
9. Flujo de proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos alineados a la demanda real • Atracción del cliente • Programas de mantenimiento y capacidad • Sistemas de planificación
10. Control del proceso y garantía de calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la variación del proceso • Análisis de la causa raíz • Prueba de errores • Mantenimiento

5.2.13 Lean Enterprise Self-Assessment Tool (LESAT)

La Herramienta de autoevaluación de Lean Enterprise (LESAT) es una herramienta de evaluación de nivel de la empresa, diseñado para guiar el liderazgo a través del proceso de transformación hacia una empresa más Lean. LESAT fue desarrollado por un equipo de la industria, el gobierno y miembros de los círculos académicos reunidos y facilitadas por la Iniciativa de Promoción de Lean en el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Originalmente fue desarrollado con el aporte de la industria aeroespacial, y tiene aplicabilidad sustancial para una diversa gama de industrias manufactureras, adicionalmente LESAT se ha aplicado sin modificaciones en los sectores de salud y de servicios (Perkins, Leyla, & Valerdi, 2010).

LESAT es un cuestionario destinado a ser utilizado como una autoevaluación, la integración de las perspectivas y puntos de vista de la dirección de la empresa. Incluye los principales indicadores relacionados con la "delgadez" de la organización. La herramienta tiene un doble propósito, medir el estado actual y la aspiración a un estado futuro, lo que permite evaluar y priorizar las brechas entre el estado actual y el estado deseado.

LESAT contiene tres secciones, cada una dividida en diferentes partes (la organización de las secciones y partes LESAT aparece en la Ilustración X).

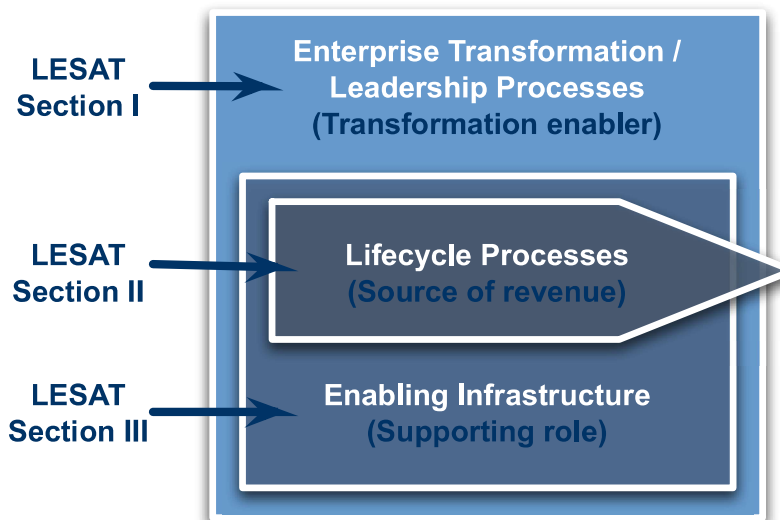


Ilustración 17. La estructura LESAT, tomada de (*Massachusetts Institute of Technology, 2012*)

Sección I - Transformación empresarial / Liderazgo: enfocarse en las prácticas y procesos empresariales desarrollados y mantenidos por el liderazgo para lograr la transformación empresarial.

Sección II - Procesos de ciclo de vida: enfocarse en los procesos que definen el ciclo de vida del producto y dan como resultado una entrega de valor al cliente y a otras partes interesadas.

Sección III - Infraestructura habilitadora: enfocarse en habilitar procesos que brinden servicios de apoyo a otras unidades organizativas a las que sirven como clientes internos.

Los niveles de madurez de capacidad de proceso LESAT se describen en la tabla 6:

Tabla 7. Niveles de madurez LESAT

Nivel 5	El enfoque excepcional, bien definido e innovador se implementa completamente en toda la empresa (a través de flujos de valor internos y externos); reconocido como mejor práctica.
Nivel 4	Refinamiento continuo y mejora continua en toda la empresa; las ganancias de mejora son sostenidas.
Nivel 3	Un enfoque / metodología sistemática implementado en diferentes etapas en la mayoría de las áreas; facilitado con métricas; buen sustento.
Nivel 2	Conciencia general; Enfoque informal implementado en algunas áreas con diversos grados de efectividad y sostenimiento.
Nivel 1	Cierta conciencia de esta práctica; Es posible que se realicen actividades de mejora esporádicas en algunas áreas.

5.2.14 Systemic Lean Construction Evolution Model (SLC-Emodel)

Antes de abordar la explicación del modelo es importante conocer el enfoque Lean Construction (Construcción sin Perdidas en español) en la gestión de proyectos de construcción.

En la actualidad, la mayoría de las empresas manufactureras que poseen líneas de producción buscan mejorar sus niveles de eficiencia y competitividad mediante procesos enfocados principalmente en reducir las pérdidas, elevar el desempeño del trabajo y mejorar los sistemas de planificación. En la industria de la construcción también es aplicable de igual manera la búsqueda de la mejora continua. la industria de la construcción es una parte importante en el desarrollo, y un soporte del motor económico indispensable para nuestro país.

Al hablar de la filosofía Lean Construction, estamos hablando de un enfoque para la gestión de proyectos de construcción. Este fue plasmado por el profesor Lauri Koskela en 1992 tomando como base el modelo empleado por la industria automovilística japonesa en los 80 (Lean Manufacturing) la cual detecta 7 tipos de desperdicio en un proceso industrial:

1. **Sobreproducción:** Hacer más de lo necesario.
2. **Inventario:** Más producto en stock de lo que se necesita.
3. **Transportación:** Trasladar el producto más de lo necesario.
4. **Espera:** El momento en el que no podemos agregar el valor a un producto por causa de un retraso en la línea de producción.
5. **Movimiento:** Cualquier movimiento extra de una secuencia de trabajo por parte del operador al momento de estar en la línea de producción.
6. **Sobre procesamiento:** Hacer más cosas al producto de las que el cliente pidió.
7. **Corrección:** Cualquier cosa que no sea correctamente hecha a la primera y que requiera retrabajo.

(Koskela, 1992), en su propuesta, afirma que las bases teóricas de Lean Construction pretenden ver la producción en la construcción como un proceso de transformación, de flujo

y generador de valor. En consecuencia, el objetivo es crear buenos sistemas de producción que permitan optimizar, reducir o eliminar los flujos para mejorar los tiempos de entrega.

Así es como Lean Construction es una filosofía orientada hacia la administración de la línea de producción en construcción y su objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y potencializar las actividades que sí lo hacen. Para ello, se debe de enfocar principalmente en generar las herramientas específicas que se apliquen al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice los residuos, es decir todo lo que no genera valor a las actividades necesarias de la unidad productiva como: Defectos, demoras, excesos de procesado, exceso de producción, sobre inventarios, transporte innecesario y movimiento no útil de personal.

Lean Construction es un pensamiento práctico en cuanto a la gestión de proyectos en la construcción que desafía al tipo de gestión que se lleva tradicionalmente, por lo que este no debe ser tomado como un sistema con varios pasos a seguir, sino como un pensamiento dirigido a la creación de herramientas que generen alto valor a las actividades, fases y etapas de los proyectos de construcción. Este valor se traduce como la eliminación de todo aquello que produzca pérdidas, rezagos y mermas en la ejecución de estas (Instituto Mexicano de Lean Construction, 2019).

El Modelo de Evolución de Lean Construction en la Gestión de Producción de Proyectos de Construcción (SLC-EModel), o Systemic Lean Construction Evolution Model, es el resultado de la investigación realizada por (Cano S. L., 2019) en su tesis de Doctorado en Ingeniería. Este modelo es una herramienta que permite ayudar a orientar las acciones de mejoramiento de la Gestión de producción de proyectos de construcción (GPC) al integrar a Lean Construction (LC) como su sistema gestión de la producción. Se trata de una herramienta que se prevé puede contribuir a mejorar continuamente la eficiencia de la producción de construcción. Una mejora de eficiencia trae como consecuencia la mejora de la productividad que beneficia a la organización y al sector (Cano S. L., 2019).

El SLC-EModel se compone de 3 categorías, 7 factores de madurez y 35 atributos de madurez. Las categorías son los constructos de mayor nivel del modelo y se componen de factores de madurez (FM); los FM agrupan los atributos de madurez que los explican, son los constructos de nivel intermedio del modelo y, los atributos se hallan en el nivel básico del modelo. Las tres categorías del modelo de madurez son:

- ✓ Personas
- ✓ Sistema de Producción
- ✓ Soporte de la Organización a la Producción

El modelo de madurez de LC en GPC (SLC-EModel), se conforma de dos elementos principales. El primero es el Modelo de Evaluación de Madurez LC en la GPC (SLC-MM), por medio del cual se identifica el nivel de madurez de LC en la GPC, a su vez este primer elemento requiere de dos herramientas para llevar a cabo su propósito, la Herramienta de evaluación de atributos relacionados con la madurez de LC en la GPC (SLC-MAET), y la Herramienta de Calificación de Madurez (SLC-QT), por medio de la cual se califica la madurez de los factores de madurez y el nivel de madurez de LC en la GPC. El segundo

elemento es la Estrategia de Evolución de Madurez (SLC-ES), este elemento busca identificar la ruta más adecuada para concentrar los esfuerzos que permitan alcanzar de manera sistemática el ascenso progresivo al siguiente nivel de madurez, tomando como referentes los resultados de SLC-MM, para el desarrollo del SLC-ES se debe seguir un procedimiento para seleccionar la configuración de madurez de cada uno de los atributos de acuerdo a las necesidades y contexto de la organización, y un segundo procedimiento que permite la conformación del Plan Maestro de Evolución, el cual es de gran utilidad para la planificación y el control de la implementación. En la ilustración 16 se identifica la estructura general de SLC-EModel.

SLC - EModel									
SLC – MM (Modelo de Evaluación de Madurez) <small>3 categorías, 7 Factores de Madurez y 35 Atributos de Madurez</small>					SLC – ES (Estrategia de Evolución de Madurez)				
SLC – MAET (Herramienta de Evaluación)			SLC – QM (Herramienta de Calificación)		Definición de la Madurez Objetivo			Plan de Maestro de Evolución	
C1: Personas	C2: Sistema de Producción	C3: Organización	ILM (Índice Local de Madurez)	IGM (Índice Global de Madurez)	PERFILES	IGM Objetivo	ILM Posibles	PERFIL Seleccionado	Plan de Mejoramiento
									Plan de Acción y Seguimiento

Ilustración 18. Estructura general de SLC-EModel, tomado de (Cano S. , 2019)

Para comprender los conceptos principales que gobiernan el SLC-EModel, es importante conocer las siguientes definiciones propuestas por la autora:

- *Cumplimiento de la oferta de valor*: es la materialización de los atributos integrados a un producto o servicio, en su fabricación o desarrollo, luego de ajustar el sistema de producción a una adecuada interpretación de las expectativas del cliente.
- *Lean Construction*: es un Sistema de Producción de Proyectos de Construcción, cuyo objetivo es garantizar el cumplimiento de la oferta de valor por medio de (a) la aplicación de los principios de la producción Lean en la industria de la construcción, (b) el desarrollo de una cultura de producción sin pérdidas, con enfoque en el cliente y de autoevaluación permanente, y (c) la utilización e innovación de la tecnología para la gestión y mejoramiento continuo de la producción.
- *Madurez*: es el estado de máximo desarrollo, o estado de excelencia, que ofrece la capacidad de volver realidad el objetivo proyectado con el más eficiente uso de los recursos disponibles. Es un estado que se va alcanzando paulatinamente al transitar

por diferentes estados de inmadurez, o niveles de madurez, que permiten escalar hacia un estándar máximo, un nivel de excelencia de referencia para el contexto, un “Gold Estándar”

- *Modelo de Excelencia en Lean Construction*: es un marco sistémico de aplicación de principios que la organización adopta como guía. Orienta la generación de estructuras organizacionales que conducen comportamientos sistémicos para la búsqueda constante de altos rendimientos y rápido acercamiento a sus metas. Los altos niveles de madurez son coherentes con la estrategia organizativa, lo que propicia altos estándares de aplicación de los principios de manera sostenida. El impulsor es la construcción de valor para el beneficio de los clientes, de los accionistas y de la sociedad.
- *Modelo de Madurez de LC en la GPC*: es el estándar de madurez completa del ciclo de la Gestión del Sistema de Producción de Proyectos de Construcción con el uso de Lean Construction. Este estándar permite identificar alcance progresivo de la madurez hacia la excelencia, por medio de la calificación del estado de madurez de cada uno de los elementos que lo componen.

6 METODOLOGÍA

La propuesta metodológica para el desarrollo del trabajo de investigación se compone de diferentes fases la cuales se describen a continuación:

La primera fase tiene como objetivo identificar las metodologías y/o herramientas usadas en la actualidad para la evaluación de la madurez de la Gestión de Proyectos (GP) que sean afines con la industria de la construcción, iniciando con la revisión de literatura y el estado del arte de los Modelos de Madurez (MM) más nombrados en artículos y publicaciones académicos.

En la segunda fase, al haber un número importante de MM, se toman en cuenta aquellos Modelos de Madurez más representativos y aquellos que permitieran su adaptación a empresas de la construcción, teniendo en cuenta su pertinencia; con el fin de configurar dos tablas comparativas que describan de manera resumida las características generales de los MM y sus criterios o ejes de evaluación que tienen en cuenta para determinar la madurez de las organizaciones, frente a un estándar de GP definido.

En la tercera fase, posterior a la preselección de los MM y a la identificación de los criterios que evalúan, se toma como determinante para establecer el Modelo de Madurez a adaptar y aplicar, un juicio de expertos, conformado por profesionales con carreras afines a la construcción y experiencia en el sector. Para ello, se realiza una encuesta con los diferentes criterios de cada modelo, y se les solicita evaluarlos de 1 a 5, según su importancia en el desarrollo de la Gerencia de Proyectos de Construcción.

En la cuarta fase, una vez se obtienen los resultados de las encuestas efectuadas a los expertos, se realiza un modelo de ecuaciones estructurales (Structural Equation Modeling, SEM), el cual permite como investigador, examinar simultáneamente las relaciones de dependencia entre los criterios y controlar el error de medición específico de cada variable; permitiendo así hacer ajustes a las interrelaciones de los criterios encontrados, encauzando y encontrando aquellos que son indispensables según los expertos, para posteriormente definir el Modelo de Madurez que cumpla con la mayoría o totalidad de los criterios seleccionados.

Al interior de la organización a evaluar, se realizará una revisión de los procesos principales que se tienen definidos en su sistema de gestión de proyectos, para caracterizar aquellos que están directamente establecidos para la producción de proyectos de construcción de infraestructura vial y urbana. Para llevar a cabo el desarrollo de esta fase se utilizará la herramienta SIPOC (Supplier: Proveedir, Input: Entrada, Process: Proceso, Output: Salida, Customer: Cliente), con el fin de representar los procesos, entender su funcionamiento e identificar condiciones de las entradas y requisitos de las salidas. Además, esta representación permitirá encontrar los puntos débiles que generan problemas sobre el proceso, para proponer mejoras.

En la última fase, se adapta el Modelo de Madurez seleccionado para ser aplicado en la Organización, definiendo así el nivel de madurez de la empresa constructora, para finalmente realizar una propuesta de mejora que le permita a la Organización ascender a un nivel de

madurez superior en la Gestión de Producción de Proyectos de Infraestructura. En la Ilustración 19 se representa el flujo de trabajo para el desarrollo metodológico.

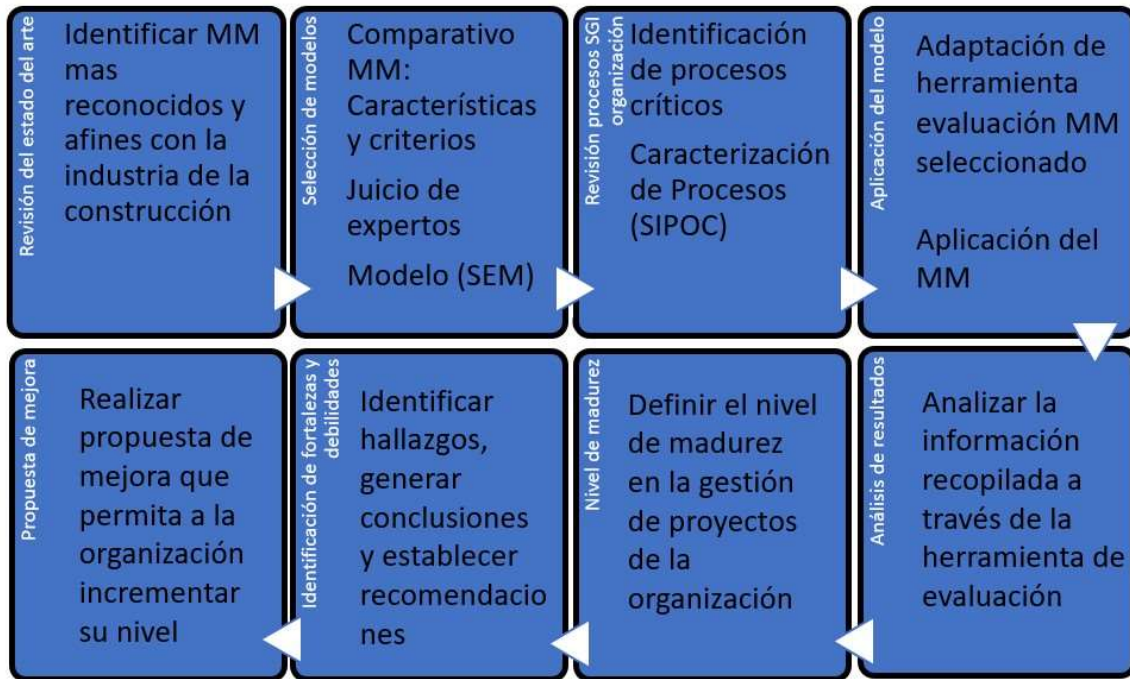


Ilustración 19. Flujo de trabajo para desarrollo metodológico

7 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA Y RESULTADOS

7.1 Identificación de características de los Modelos de Madurez

A lo largo del desarrollo de la investigación se realizaron actividades de consulta para contar con un repositorio de los Modelos de Madurez más representativos en la actualidad, encontrando un poco más de cincuenta diferentes modelos desarrollados en diversas partes del mundo y con muy variados enfoques. A manera de ejemplo, existen Modelos de Madurez orientados a los procesos, los riesgos, los recursos humanos, la calidad, mejora continua, entre otros.

Así mismo, hay modelos que buscan evaluar el nivel de madurez de un tipo de industria, como las empresas de desarrollo de software, las de proyectos de construcción, las de producción y manufactura, servicios gubernamentales y hasta modelos que evalúan la implementación de marcos metodológicos tales como el LEAN, PMI, Metodologías Ágiles, PRINCE; y otros marcos de referencia de buenas prácticas de gestión de proyectos.

Después de realizar un estudio del estado del arte de los Modelos de Madurez y la clasificación según su enfoque, se procedió a tamizar entre todos aquellos Modelos de Madurez encontrados, ubicando los que evidencien características que les permitieran ser adaptados para su aplicación a organizaciones que se dedican a la Gestión de Proyectos de Construcción; tomando como primer acercamiento aquellos que cuentan actualmente con alto reconocimiento en el medio académico, paso seguido con aquellos que contaran con enfoques aproximados a la gestión de proyectos, y además que contaran con una estructura asequible para propósitos de aplicabilidad en empresas de la construcción. Los Modelos de Madurez preseleccionados se explicaron en el Marco Teórico del presente documento y se resumen en la tabla 8.

Tabla 8. Resumen de los Modelos de Madurez, elaboración propia

Abreviación	Nombre del Modelo de Madurez	Desarrollador
CIM3	Construction Industry Macro Maturity Model	Cristopher J. Wilis and Jeffrey H. Rankin, Canadá
CMMI	Capability Maturity Model Integration	Software Engineering Institute (SEI)
CP3M V5.0	Colombian Project Management Maturity Model	Leonardo Solarte PhD, Luis Felipe Sánchez PhD
OPM3	Organizational Project Management Maturity Model	Project Management Institute (PMI)
PMMM	Project Management Maturity Model	Harold Kezner
P3M3	Portfolio, Programme and Project Management Maturity Model	Office of Government Commerce (OGC), United Kingdom
P2MM	Prince 2 Maturity Model	Graham Williams – GSW Consultancy Limited
SPICE	Standardised Process Improvement for Construction Enterprises	Center for Information Technology in Construction (CITC), University of Salford
MPCM	Maturity by Project Category Model	Russell D. Archibald, PhD(hon), Darci Santos Do Prado, PhD

(PM) ²	The Berkeley Project Management Process Maturity Model	Dr. Williams Ibbs, University of California, Berkley
HALMAT	Highways Agency Lean Maturity Assessment Toolkit	Highways Agency, Reino Unido
HELMA	Highways England Lean Maturity Assessment	Highways England, Reino Unido
LESAT	Lean Enterprise Transformation Maturity Model	MIT y Warwick Manufacturing Group
SLC-EModel	Systemic Lean Construction Evolution Model	Ing. Sandra Liliana Cano, PhD, Universidad del Valle

Una vez se hace la preselección de los modelos aplicables a empresas de la construcción; con el fin de seleccionar el Modelo de Madurez más apropiado para adaptar y aplicar a la Gestión de Producción de Proyectos en la empresa de la construcción seleccionada; se realizó un cuadro comparativo de características resumidas de los modelos abordados, en donde se encontraron similitudes y diferencias; al mismo tiempo, características que dan cuenta de la estructura de alto nivel en la cual están conformados dichos modelos. (Anexo A). Posteriormente, se realizó un cuadro comparativo sintetizando los criterios que evalúan dichos modelos, con el fin de revisar sus enfoques. (Tabla 10).

A continuación, se presenta la Tabla 9, resumen del cuadro comparativo realizado.

Tabla 9. Comparativo características Modelos de Madurez

COMPARATIVO MODELOS DE MADUREZ													
Características	CIM3	CMMI	CP3M V5.0	OPM3	PMMM	P3M3	P2MM	SPICE	MPCM	PM2	HELMA	LESAT	SLC-Emodel
País de origen													
Versionado/ No. de versiones													
Año última versión													
Certificaciones													
Objetivo													
Niveles de Madurez													
Áreas (Proyecto, Programa, Portafolio)													
¿Tiene página WEB?													
¿Se consiguen libros o guías?													
Tipo de organizaciones													
¿Ofrecen servicios de consultoría?													
¿Se evidencia su aplicación en el sector de la construcción?													
¿Su origen está fundamentado en un modelo de gestión estándar?													

Para comprender la importancia de algunas de las características de comparación a continuación se explican cinco de ellas:

Versionado:

Se considera que el versionado es importante ya que demuestra la actualización constante del modelo y su mejoramiento continuo con base en las exigencias de los mercados. Se encuentra que hay unos modelos que tienen más versiones que otros, lo cual demuestra que han sido implementados en el transcurso del tiempo y se han ido actualizando de acuerdo con los hallazgos.

Los modelos que han tenido más versiones son el modelo CMMI, OPM3, PMMM y P3M3, los cuales han tenido hasta 4 versiones desde su creación. De los modelos CIM3 y MPCM no se encontraron versiones diferentes a la primera.

El modelo que tuvo la actualización más reciente en el año 2019 fue el modelo PMMM. Le sigue el modelo CP3M V5.0 cuya última versión fue en el año 2014, la última versión del modelo OPM3 fue en el año 2013 al igual que el modelo P2MM, el modelo PM² tuvo su última versión en el año 2002. Siendo esta la versión menos reciente.

Certificaciones:

Otra característica analizada es la de las certificaciones, ya que se considera que el tener una certificación genera confiabilidad en las relaciones cliente-proveedor y da fe de un conocimiento experto en el modelo. La certificación en las empresas es sinónimo de prestigio, de seguridad, de calidad y de procesos bien ejecutados, en definitiva, ofrece un trabajo bien hecho y respaldado por una institución. Además, es una característica muy importante porque el certificarse en una disciplina es una de las prácticas más comunes y frecuentes de hoy en día, tanto a nivel profesional como de organización.

Encontramos que el modelo OPM3 maneja la certificación profesional la cual reconoce la experiencia y el conocimiento práctico de la dirección organizacional de proyectos y de la madurez en dirección de proyectos. Demuestra la experticia en el tema y prepara para trabajar como un experto OPM3 en una organización o como un consultor OPM3.

La certificación profesional OPM3 del PMI demuestra el entendimiento y la experiencia que tienen quienes trabajan en proyectos y programas en el área de la dirección organizacional de proyectos, en el uso de la metodología y herramientas de OPM3 para ayudar a las organizaciones a mejorar sus capacidades de dirección de proyectos, programas y portafolios.

Niveles de Madurez

La característica de niveles de madurez, que se miden mediante la aplicación de las herramientas propuestas por los modelos, muestra la serie de actividades de realización colectiva, que al ser implementadas gradualmente demuestran el avance en la capacidad que tiene la organización y por ende en la madurez que ésta posee en sus proyectos. Los niveles de madurez permiten priorizar planes de mejoramiento que garanticen que los resultados de los proyectos estén alineados al logro de los objetivos estratégicos de la organización.

Se encuentra que todos los modelos manejan entre 4 ó 5 niveles de madurez, los cuales son muy parecidos a los niveles que se manejan en otros estándares utilizados para el mejoramiento de procesos.

Los niveles de madurez presentes en cada uno de los modelos analizados son muy similares en cuanto a cantidad y características. Siempre parten de un nivel inicial donde la empresa se familiariza con los conceptos en gestión de proyectos y reconoce la importancia de establecer mecanismos que les permitan administrarlos adecuadamente. En los niveles intermedios se van definiendo, normalizando y evaluando los procesos de la organización. Finalmente, el nivel máximo conlleva a un proceso de mejoramiento continuo y optimización.

Áreas

En esta característica se encuentra que todos los modelos manejan dentro de su alcance la gestión de proyectos. Los modelos CMMI, CP3M V5.0, OPM3 y P3M3 abarcan todas las áreas tanto proyectos, programas y portafolio.

Consultoría

Una consultoría en modelos de madurez para la gestión de proyectos es un servicio de ayuda a las organizaciones para mejorar la forma cómo administran sus proyectos, programas o portafolios, principalmente analizando la existencia de problemas o falencias y desarrollando planes para mejorar. Las empresas o personas consultoras deben tener experiencia y conocimiento específico en el modelo, para asesorar de la manera más adecuada a otras empresas, grupos de empresas, países u organizaciones en general.

De los modelos analizados encontramos que el CMMI, OPM3, PMMM de Harold Kerzner, P2MM, P3M3 y LESAT ofrecen servicios de consultoría.

En la siguiente tabla 10 se presenta el resumen del cuadro comparativo de los criterios o ejes de evaluación identificados en cada uno de los modelos estudiados.

Tabla 10. Cuadro comparativo de los criterios de los Modelos de Madurez

Criterios agrupados en Key Practice Areas (KPA's) de cada uno de los Modelos de Madurez			
PM2	P2MM	HALMAT	HELMA
Gestión Integración del Proyecto	Gestión del Control	Uso estratégico de Lean	Integración de Lean en la estrategia empresarial
Gestión del Alcance, Tiempo y costes del Proyecto	Gestión de Beneficios	Sistemas financieros, de información y adquisiciones	Liderazgo y compromiso Lean
Gestión calidad del proyecto	Gestión financiera	Liderazgo Lean	Comprender el valor del cliente
Gestión de RR HH del Proyecto	Compromiso de los Interesados	Estructura y comportamiento Lean	Gestión de despliegue / Infraestructura Lean
Gestión Comunicaciones del Proyecto	Gestión de Riesgos	Desarrollo de personas	Comprensión de procesos y flujos de valor
Gestión Riesgos del Proyecto	Gobernanza Organizacional	Trabajo colaborativo	Uso de metodologías y herramientas Lean

Gestión adquisiciones del proyecto	Administración de recursos	Entrega de valor	Cobertura organizacional, actividad y capacidad
		Trabajo estándar	Mejora del rendimiento / realización de beneficios y entrega
		Flujo de procesos	Colaboración Lean, clima y cultura
		Control del proceso y garantía de calidad	Madurez del proveedor
MPCM	CIM3	P3M3	SPICE
Competencia en gestión de proyectos y programas	Gestión de Compras	Logro funcional / objetivos del proceso	Compromiso
Competencia en aspectos técnicos y contextuales	Gestión de Costes	Enfoque	Capacidad
Competencia conductual	Gestión de Calidad	Despliegue	Actividad
Uso metodológico	Gestión Medioambiental	Revisión	Evaluación
Informatización	Gestión de Recursos Humanos	Percepción	verificación
Uso de la conveniente estructura organizacional	Gestión de Salud y Seguridad	Medidas de desempeño	
Alineamiento estratégico			
PMMM	CMMI	LESAT	OPM3
Lenguaje común	Ingeniería	Transformación Lean	Proyecto
Procesos comunes	Gestión de proyectos	Procesos del ciclo de vida	Programa
Metodología Singular	Gestión de procesos	Habilitar la infraestructura	Portafolio
Benchmarking	Soporte		
Mejora continua			
CP3M V5.0	SLC-EModel		
Guía PMBOK	Compromiso de la alta dirección		
Alineación estratégica	Liderazgo Lean		
Aprendizaje	Trabajo en Equipo		
Adaptabilidad	Ambiente de trabajo		
Ciclo de vida	Soporte operativo a la producción		
	Mejoramiento del sistema de producción		
	Mejoramiento de la producción		

7.2 Selección del Modelo de Madurez más apropiado para adaptar y aplicar a la Gestión de Producción de Proyectos de Infraestructura en la empresa de construcción caso de estudio

7.2.1 Criterios de selección del Modelo de Madurez, teniendo en cuenta un Juicio de Expertos

Para lograr seleccionar el Modelo de Madurez pertinente a aplicar en la empresa constructora elegida, se utiliza como recurso el cuadro comparativo representado en la Tabla 10, donde fueron identificados los criterios o temáticas que tiene en cuenta cada modelo para evaluar el nivel de madurez de una organización.

Teniendo en cuenta dichos criterios, se agruparon, sintetizaron y categorizaron, resumiéndolos a medida que tuvieran un enfoque similar (Anexo B); con dicha información se efectuó una encuesta, la cual se aplicó a los expertos para su evaluación y obtención de los resultados (Anexo C). Entre las personas evaluadas se encuentran profesionales de arquitectura, ingeniería civil y profesiones relacionadas al área administrativa, adicionalmente, los encuestados pueden ser profesionales sin posgrados, al mismo tiempo que hay algunos con especializaciones o maestría; y en varios casos el posgrado es afín a la gerencia de proyectos.

A continuación, la Tabla 11, resume los criterios que se tuvieron en cuenta en la encuesta efectuada.

Tabla 11. Criterios para la encuesta

CRITERIOS A ENCUESTAR			
1	Gestión de Compras	24	Seguimiento y control del Tiempo
2	Gestión de costos	25	Seguimiento y control del Alcance
3	Gestión de Calidad	26	Seguimiento y control de los Costos
4	Gestión Medio Ambiental	27	Gestión de la planificación del proyecto
5	Gestión de Recursos Humanos	28	Gestión cuantitativa del proyecto
6	Gestión de Recursos Humanos	29	Definición detallada de procesos y modelos operacionales
7	Gestión de comunicaciones	30	Gestión del aseguramiento de la calidad de los procesos y productos
8	Gestión de la información	31	Proceso de análisis y resolución de problemas
9	Gestión de la Integración del Proyecto	32	Formación (académica) en Gestión de proyectos
10	Gestión de la Integración del Proyecto	33	Procesos y metodologías enfocadas al benchmarking
11	Gestión Financiera	34	Repositorio documental de lecciones aprendidas
12	Liderazgo facultativo de equipos de trabajo	35	Metodología integral y articulada entre Proyectos, Programas y Portafolios
13	Seguimiento y control de Adquisiciones (insumos y contrataciones de terceros)	36	Gerencia enfocada hacia las buenas prácticas en gestión de proyectos
14	Reconocimiento de los Beneficios de la Gestión de Proyectos	37	Organización adaptable que gestiona el cambio de una manera eficaz
15	Evaluación del desempeño de la gestión de proyectos	38	Recompensa, reconocimiento y atención a las personas de la organización
16	Gerencia enfocada a la colaboración	39	Gestión estratégica de alianzas y recursos

17	Gerencia enfocada a los objetivos	40	Productos y servicios se gestionan encadenando la producción con la operación (mantenimiento y/o distribución)
18	Gobernanza Organizacional (roles, funciones, responsabilidades y autoridad definidas)	41	Las relaciones con los clientes se gestionan y mejoran
19	Compromiso de los patrocinadores del proyecto (inversionistas, juntas directivas)	42	Resultados a clientes (percepción del servicio)
20	Evaluación de la capacidad técnica en la disciplina en que desarrolla los proyectos	43	Gestión de los Beneficios (Estratégicos, del negocio)
21	Evaluación del desarrollo de las actividades	44	Gestión del monitoreo y Control
22	Proceso de Validación, verificación y solución técnica del proyecto (integrado)	45	Gestión de los Interesados
23	Gestión de los Acuerdos con proveedores	46	Gestión de Procesos

Los criterios a encuestar surgen de la agrupación en categorías con el mismo enfoque de todos aquellos criterios de cada Modelo de Madurez desglosados en el cuadro comparativo del Anexo B, depurando así la cantidad de criterios a evaluar por parte de los expertos, facilitando la encuesta.

En la Ilustración 20 se identifica el porcentaje de profesionales con estudios de postgrado que participaron en la encuesta.

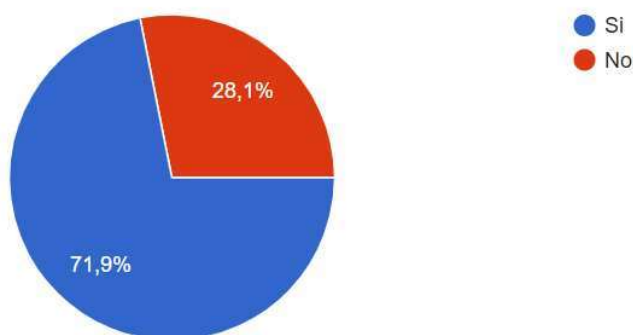


Ilustración 20. Porcentaje de encuestados con estudios de postgrado

Se presenta en la Ilustración 21, un resumen de los años de experiencia en proyectos de construcción que poseen los profesionales encuestados.

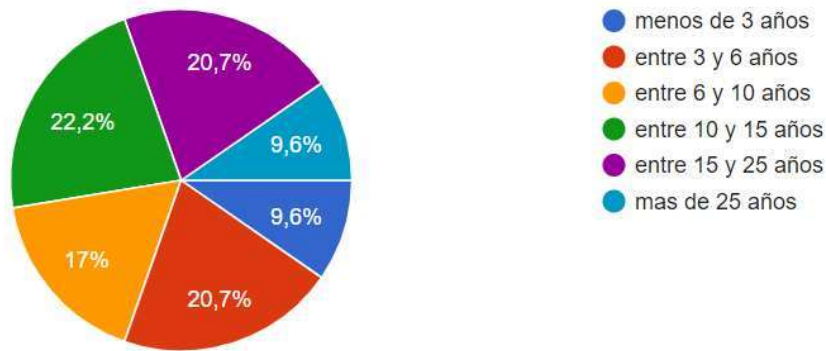


Ilustración 21. Resumen de los años de experiencia de los profesionales encuestados

7.2.2 Selección de las Características de Madurez, aplicando un Modelo de Ecuaciones Estructurales (Structural Equation Modeling, SEM)

El Modelo de Ecuaciones Estructurales sirve para probar el grado de ajuste de unos datos observados en un modelo hipotetizado y expresado mediante un diagrama de senderos; como resultado, genera los valores pertenecientes a cada relación, y más importante, un valor estadístico que expresa el grado en el que los datos se ajustan al modelo hipotetizado que se propone, confirmando su validez.

Los modelos de ecuaciones estructurales son un método estadístico multivariado que permite estudiar la relación que hay entre variables “latentes” y “observadas”, las variables latentes son aquellas que no pueden ser medidas directamente, se miden por medio de variables observadas; las variables observadas se miden directamente de un experimento diseñado para obtener su información. SEM permite explorar simultáneamente las relaciones de dependencia entre diferentes variables, y permite emplear múltiples medidas que representan los criterios, y controlar el error de medición específico de cada variable.

Los SEM son una familia de modelos estadísticos multivariantes que pueden ser utilizados para estimar el efecto y las relaciones entre múltiples variables, es una combinación de algunas técnicas multivariadas como la regresión múltiple, el análisis de caminos, o path análisis, y el análisis factorial. (Kahn, 2006) citado por (Cano S. , 2019)

En el modelo de ecuaciones estructurales se pueden identificar dos componentes principales: (a) un modelo de medida que representa las relaciones de las variables latentes (o constructos) con sus indicadores (o variables empíricas), y (b) el modelo estructural donde se describe la interrelación entre los constructos. El objetivo fundamental del modelo de medida es corroborar la idoneidad de los indicadores seleccionados en la medición de los constructos de interés, es decir, que el investigador evalúe qué tan bien las variables observadas combinan (covarían o correlacionan). (Weston & Gore, 2006).

Los principales especialistas en el SEM consideran seis pasos a seguir para aplicar esta técnica: especificación, identificación, estimación de parámetros, evaluación del ajuste, re-especificación del modelo e interpretación de resultados (Kaplan, 2000).

7.2.3 Construcción del Modelo de Ecuaciones Estructurales SEM

Con el fin de confirmar la pertinencia de los criterios seleccionados en la medición, y evaluar qué tan bien los resultados se correlacionan entre sí, por medio de un valor estadístico que expresa el grado en el que los datos se ajustan, confirmando su validez; se opta por realizar un Modelado de Ecuaciones Estructurales.

Para el desarrollo del SEM existen tres estrategias (Cano S. , 2019):

- **Modelización confirmatoria:** Se especifica el modelo aislado y se utiliza el SEM para evaluar, por medio de los resultados estadísticos, su desempeño o ajuste. Este modelo probablemente es uno de muchos posibles modelos que pueden ser propuestos y no necesariamente es el “mejor”, lo que se denomina un sesgo confirmatorio.
- **Modelos rivales:** Permite evaluar el modelo propuesto con respecto de diferentes modelos alternativos e identificar modelo que permita el mejor nivel de ajuste y por tanto seleccionar el “mejor” modelo.
- **Desarrollo del modelo:** Con un modelo propuesto, se busca mejorarlo sistemáticamente al modificar el modelo de medida y/o el estructural. Aquí se proponen modelos diferentes para encontrar uno nuevo.

Esta investigación utiliza la estrategia del desarrollo del modelo. El modelo propuesto fue especificado con un arreglo de variables observables que se agrupan y explican alrededor de variables latentes. Con ayuda del análisis factorial se confirma que la ubicación de las variables observadas en cada una de las latentes fuera consistente con su aporte de variabilidad a cada una de ellas. Las variables observables corresponden a los criterios evaluados que se encuentran en el Anexo B.

Cada variable latente, tiene agrupados en su interior, las variables observables, estas últimas fueron aquellos criterios preguntados en la encuesta; cada agrupación (variable latente) se codifica con un nombre corto y cada una de las variables observables adoptan el mismo código de su agrupación más un número consecutivo para tener una identidad única. En la Ilustración 22 se describe mejor esta condición:

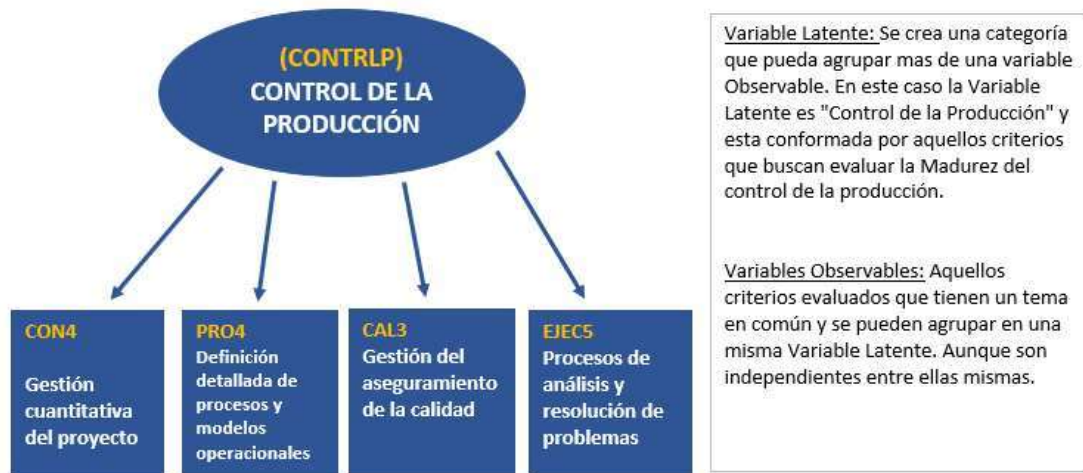


Ilustración 22. Esquema de relación entre una Variable latente y sus variables observables.

Así, para poder ingresar los datos encontrados en la encuesta al software WarpPLS, donde se realiza el desarrollo de la ecuación estructural, todos los criterios deben ser agrupados y categorizados dentro de variables latentes; lo cual generó la siguiente información (Tabla 12):

Tabla 12. Variables latentes y variables observables

(COL) COLABORADORES		(DIR) DIRECCIÓN	
EJEC1	Gestión de recursos humanos	DIR1	Gerencia enfocada a los objetivos
EJEC2	Gestión de salud y seguridad	DIR3	Organización adaptable que gestiona el cambio de una manera eficaz
EJEC3	Gestión de comunicaciones	INT3	Gestión de la planificación del proyecto
EJEC4	Liderazgo facultativo de equipos de trabajo	CON4	Gestión cuantitativa del proyecto
INT4	Formación académica en gestión de proyectos		
EJEC6	Recompensa, reconocimiento y atención a las personas de la organización		
(CAL) CALIDAD		(EQU) EQUIPO DE GESTIÓN DEL PROYECTO	
CAL1	Gestión de la calidad	EQU1	Gestión de la información
CAL2	Evaluación de la capacidad técnica en la disciplina que desarrolla los proyectos	EQU2	Gerencia enfocada a la colaboración
CAL3	Gestión del aseguramiento de la calidad de los procesos y productos	EQU3	Gobernanza organizacional
CAL4	Gerencia enfocada hacia las buenas practicas en gestión de proyectos	EQU5	Gestión de los interesados
EJEC5	Proceso de análisis y resolución de problemas		
(PRO) PROCESOS		(FLC) FLUJO DE CAJA	
PRO1	Gestión medio ambiente	DIN1	Gestión de costos
PRO2	Gestión de los riesgos	DIN2	Gestión financiera
PRO3	Evaluación del desarrollo de las actividades	DIN4	Gestión de los acuerdos con proveedores
PRO4	Definición detallada de procesos y modelos operacionales	DIN5	Gestión de compras
PRO5	Gestión de procesos		
(PVE) POSTVENTA		(CMP) CONTROL Y MONITOREO DEL PROYECTO	
PVE1	Procesos y metodologías enfocadas al benchmarking	CON1	Proceso de validación, verificación y solución técnica del proyecto (integrado)
PVE3	Las relaciones con los clientes se gestionan y mejoran	CON2	Seguimiento y control del tiempo
PVE4	Resultados a clientes (percepción del servicio)	CON3	Seguimiento y control del alcance
PVE2	Productos y servicios se gestionan encadenando la producción con la operación (mantenimiento y/o distribución)	CON5	Gestión del monitoreo y control
		DIN6	Seguimiento y control de los costos
		DIN3	Seguimiento y control de adquisiciones (insumos y contrataciones de terceros)
(EST) ESTRATEGIA		(INT) INTEGRACIÓN DEL PROYECTO	
EST1	Reconocimiento de los beneficios de la gestión de proyectos	INT1	Gestión de la integración del proyecto
EST2	Compromiso de los patrocinadores del proyecto (inversionistas, juntas directivas)	INT2	Evaluación del desempeño de la gestión de proyectos
EST3	Gestión estratégica de alianzas y recursos	INT5	Repositorio documental de lecciones aprendidas
EST4	Gestión de los beneficios (estratégicos del negocio)	DIR2	Metodología integral y articulada entre proyectos, programas y portafolios

Para proceder con la evaluación de la encuesta por medio del modelado, se debe generar una relación entre las Variables Latentes, para lo cual se hizo una hipótesis inicial teniendo en cuenta los procesos que se dan en la gestión de proyectos de construcción, con la cual el Software realiza el análisis de la validez del resultado de la encuesta. La hipótesis inicial se representa en la Ilustración 23.

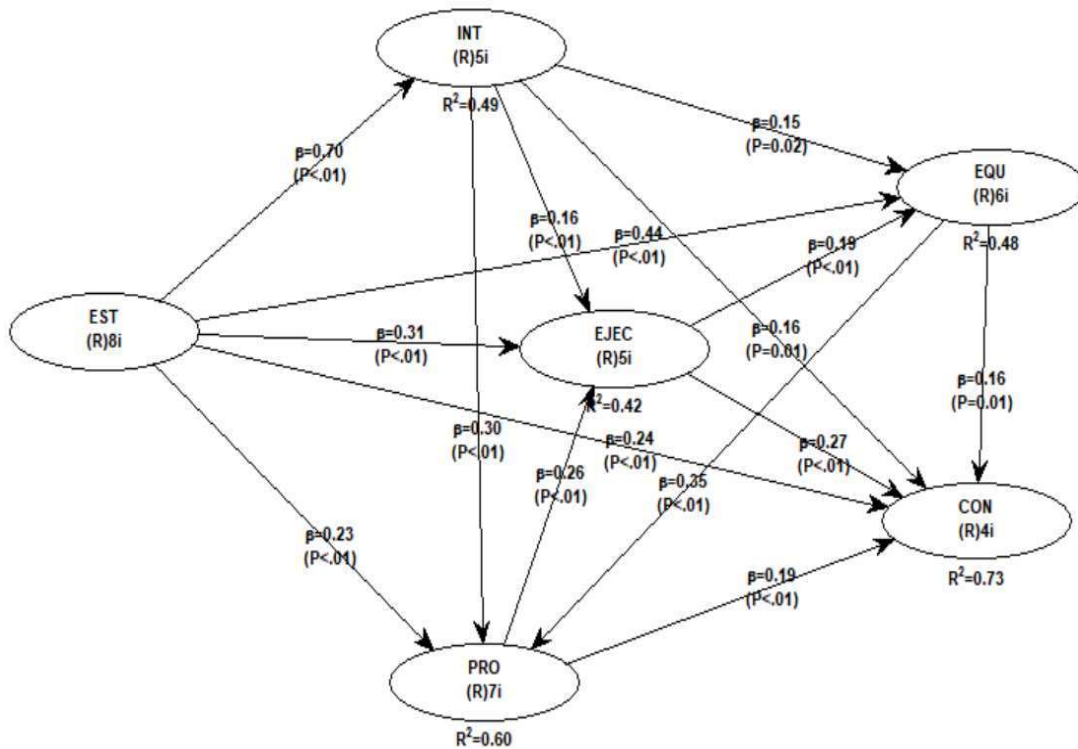


Ilustración 23. Hipótesis inicial para el desarrollo del modelo

El programa recibe como insumo dos datos, la hipótesis de relaciones que se plantea y también los valores resultantes de las encuestas, con lo que el programa procede a recomendar ajustes, generando valores de asertividad entre las conexiones planteadas inicialmente. Con los resultados que el programa va generando, se hacen varias iteraciones en el programa donde manualmente se ajustan las interrelaciones entre las variables latentes hasta que el programa entregue productos óptimos acerca de las relaciones entre las variables latentes y la encuesta.

Al mismo tiempo que se ajustan las conexiones entre las variables latentes, con el fin de mejorar la afinidad entre ellas mismas, se pueden trasladar las variables observables de una variable latente a otra, según los datos que arroja el software, e incluso se pueden eliminar variables observables que el programa manifiesta que no tienen mayor impacto en los resultados de la encuesta.

Finalmente, luego de establecer varias relaciones entre las variables latentes, y revisar las variables observables de menor impacto, se confirma el modelo que mejor se comporta, el cual se compone de 34 criterios de evaluación de los MM (variables observables), agrupadas

en 6 procesos de la Gestión de la Producción de Proyectos de Construcción (variables latentes), como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13. Variables latentes y variables observadas del Modelo de Ecuaciones Estructurales

(PALTAD) PROCESOS DE ALTA DIRECCION		(GINFOR) GESTION DE LA INFORMACION Y COMUNICACION	
DIR1	Gerencia enfocada a los objetivos	EQU1	Gestion de la informacion
CAL2	Evaluacion de la capacidad tecnica (de la jerarquia organizacional)	EST1	Reconocimiento de los beneficios de la gestion de proyectos
PRO3	Evaluacion del desarrollo de las actividades	INT2	Evaluacion del desempeño de la gestion de proyectos
CON1	Proceso de validacion, verificacion y solucion tecnica del proyecto	EQU2	Gerencia enfocada a la colaboracion
DIN4	Gestion de los acuerdos con proveedores	EJEC3	Gestion de comunicaciones
DIN5	Gestion de compras		
(PSOPORTE) PROCESOS DE APOYO Y SOPORTE		(CONTROLP) CONTROL DE LA PRODUCCION	
CAL1	Gestion de calidad	CON4	Gestion cuantitativa del proyecto
PRO1	Gestion medio ambiental	PRO4	Definicion detallada de procesos y modelos operacionales
EJEC1	Gestion de recursos humanos	CAL3	Gestion del aseguramiento de la calidad de los procesos y productos
EJEC2	Gestion de salud y seguridad	EJEC5	Procesos de analisis y resolucion de problemas
PRO2	Gestion de los riesgos		
(RBENCLI) GESTION DE BENEFICIOS Y CLIENTES		(PRODUC) MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCION	
PVE3	Las relaciones con los clientes se gestionan y mejoran	PVE1	Procesos y metodologias enfocadas al benchmarking
PVE4	Resultados a clientes (percepcion del servicio)	INT5	Repositorio documental de lecciones aprendidas
EST4	Gestion de los beneficios	DIR2	Metodologia integral y articulada entre proyectos, programa y portafolios
CON5	Gestion de monitoreo y control	CAL4	Gerencia enfocada hacia las buenas practicas en gestion de proyectos
EQU5	Gestion de los interesados	DIR3	Organización adaptable que gestiona el cambio de manera eficaz
PRO5	Gestion de procesos	EJEC6	Recompensa, reconocimiento y atencion a las personas de la organización
		EST3	Gestion estrategica de alanzas y recursos
		PVE2	Procesos y servicios se gestionan encadenando la produccion con la operación

Como resultado, el programa genera un diagrama de influencias donde se representa la interacción entre las variables latentes; una síntesis del resultado del programa se evidencia en la Ilustración 23.

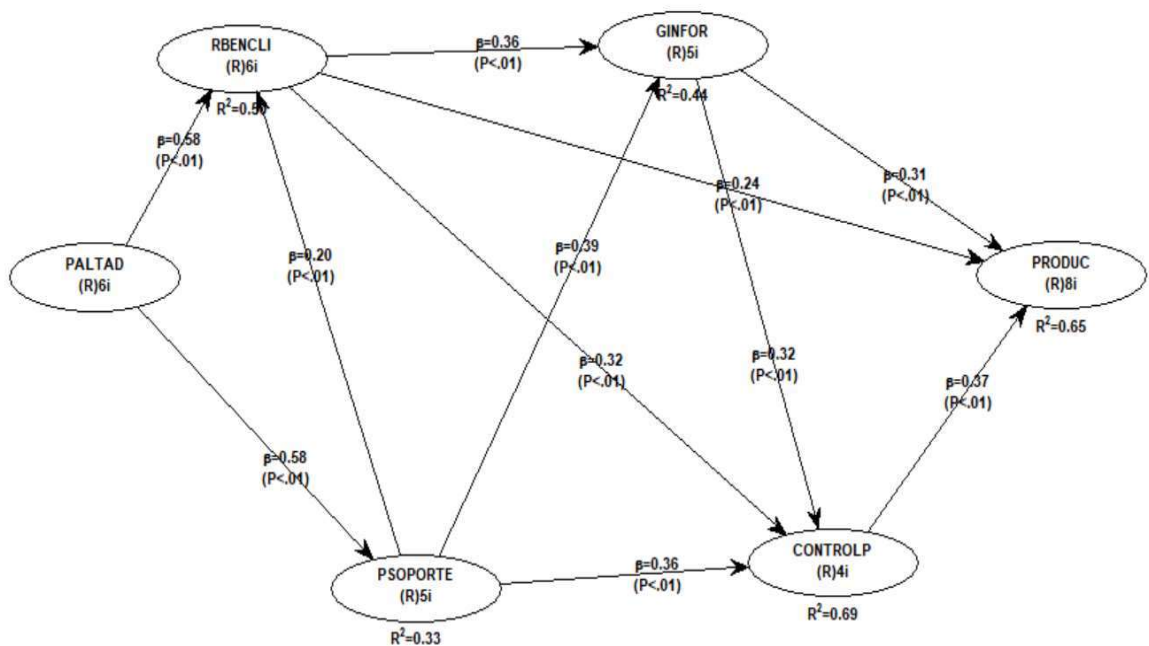


Ilustración 24. Resumen del resultado de aplicar el Modelado de ecuaciones estructurales a la encuesta

Esto dio como resultado que el proceso de Mejoramiento de la Producción (PRODUC) cuenta con once relaciones, ocho relaciones que corresponden a los criterios que lo explican y tres relaciones causales referidas a los procesos: Control de la Producción, Gestión de la Información y Comunicación, y Gestión de Beneficios y Clientes. Seguido del proceso de Gestión de Beneficios y Clientes, con ocho relaciones, de las cuales seis son los criterios que lo explican y dos relaciones causales referidas a los procesos: Procesos de Apoyo y Soporte, y Procesos de Alta Dirección.

Para calcular el tamaño de muestra para el Análisis Factorial en este modelo se requiere obtener 110 encuestados como mínimo para contar con una fuente de información confiable. (Kline, 2011) explica que una muestra adecuada debería tener entre 10 a 20 participantes por parámetro observado. En esta investigación se encuestaron 135 profesionales por lo tanto se considera una muestra confiable.

Una vez se tiene el resultado generado por el software (Anexo C), donde el criterio de agrupamiento confirma que estos criterios se integran a los Procesos con valores de varianza por encima de 0.6 (por debajo de 0.5 indica que no se asocia al Proceso), las flechas indican la importancia de las relaciones entre las variables latentes y el porcentaje de influencia de una variable sobre otra; se revisan aquellas variables observables relevantes en el diagrama, y es con aquellas que se define el o los Modelos de Madurez más aptos para evaluar la organización caso de estudio.

7.2.4 Modelo de Madurez seleccionado, y su adaptación

Por medio del diagrama de influencia del Modelo de Ecuaciones Estructurales SEM se prueba estadísticamente el tipo y la dirección de las relaciones que se espera encontrar entre las variables evaluadas en el juicio de expertos, confirmando su validez. Lo que dio como resultado que se eliminaran algunos criterios de los encuestados a los profesionales de la construcción, se reorganizaran las categorías, y se obtuvieron unos vectores con un grado de impacto.

Con los criterios validados, se cruza esta información con aquellos Modelos de Madurez preseleccionados, cotejando cuantos de dichos criterios se tienen en cuenta en los Modelos de Madurez, definiendo el Modelo de Madurez que se tendrá en cuenta para la evaluación de la organización caso de estudio. En la tabla 14 se relacionan las coincidencias de los criterios de selección con los MM preseleccionados.

Tabla 14. Selección de Modelos de Madurez, según el número de criterios que tienen en cuenta

CATEGORIAS definidas por medio del Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM)	MODELOS DE MADUREZ QUE INCLUYEN LAS CATEGORIAS MENCIONADAS													
	CP3M	CM3	CMMI	OPM3	PMMM	P3M3	P2MM	SPICE	PM2	MPCM	HALMAT	HELMA	LESAT	SLC - E
PROCESOS DE ALTA DIRECCION														
Gerencia enfocada a los objetivos	X		X		X						X	X		X
Evaluación de la capacidad técnica (de la jerarquía organizacional)			X			X		X		X	X	X		X
Evaluación del desarrollo de las actividades				X			X							
Proceso de validación, verificación y solución técnica del proyecto			X					X	X				X	X
Gestión de los acuerdos con proveedores	X	X	X		X	X					X	X		
Gestión de compras	X	X	X		X						X			
GESTION DE LA INFORMACION Y COMUNICACIÓN														
Gestión de la información	X			X		X			X	X				X
Reconocimiento de los beneficios de la gestión de proyectos					X	X	X			X	X	X		
Evaluación del desempeño de la gestión de proyectos				X	X			X		X	X	X	X	X
Gerencia enfocada a la colaboración		X					X	X	X	X	X	X	X	X
Gestión de comunicaciones	X			X	X		X		X	X		X	X	
PROCESOS DE APOYO Y SOPORTE														
Gestión de calidad	X	X	X		X	X				X	X	X		X
Gestión medio ambiental		X									X	X		
Gestión de recursos humanos	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Gestión de salud y seguridad		X									X	X		X
Gestión de los riesgos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	
CONTROL DE LA PRODUCCION														
Gestión cuantitativa del proyecto		X	X		X	X			X		X	X	X	X
Definición detallada de procesos y modelos operacionales	X		X				X	X			X	X		X
Gestión del aseguramiento de la calidad de los procesos y productos		X	X		X	X	X		X			X	X	X
Procesos de análisis y resolución de problemas			X			X					X	X		
GESTION DE BENEFICIOS Y CLIENTES														
Las relaciones con los clientes se gestionan y mejoran											X	X	X	
Resultados a clientes (percepción del servicio)											X	X	X	X
Gestión de los beneficios					X	X						X		
Gestión de monitoreo y control	X	X		X		X	X	X		X	X	X		X
Gestión de los interesados						X			X	X	X	X		
Gestión de procesos	X		X		X	X			X	X	X	X		X
MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCION														
Procesos y metodologías enfocadas al benchmarking					X									X
Repositorio documental de lecciones aprendidas	X				X						X	X		
Metodología integral y articulada entre proyectos, programa y portafolios	X		X	X	X			X	X	X			X	
Gerencia enfocada hacia las buenas prácticas en gestión de proyectos	X			X	X						X	X	X	X
Organización adaptable que gestiona el cambio de manera eficaz	X									X				X
Recompensa, reconocimiento y atención a las personas de la organización										X	X		X	
Gestión estratégica de alianzas y recursos					X									
Procesos y servicios se gestionan encadenando la producción con la operación											X	X		X
TOTAL	15	10	13	9	18	16	7	10	9	15	22	24	13	19

Los Modelos de Madurez que tienen un mayor número de criterios asociados, se revisan para conocer la forma como evalúan cada criterio, y se tienen en cuenta aquellos más afines a la estructura de la organización caso de estudio.

Los MM con mayor número de criterios asociados son PMMM, HALMAT, HELMA y SLC-EModel, siendo HELMA el de mayor coincidencia con 24 de 34 criterios asociados, seguido de HALMAT y SLC-EModel con 22 y 19 coincidencias respectivamente. En estos modelos se puede observar que la evaluación tiene un lenguaje alineado hacia personas y organizaciones que usen o tengan la intención de implementar metodologías y herramientas Lean en la Gestión de Proyectos.

Una vez revisadas las guías para la aplicación de los MM se determina que la herramienta de aplicación de HELMA es la más pertinente para adaptar a la organización caso de estudio, debido a las temáticas de interés con enfoque Lean, como también su lenguaje, el cual facilita

su evaluación y el entendimiento por parte de las personas que van a intervenir en el proceso de evaluación.

Finalmente, definido el Modelo de Madurez se procede con la adaptación de la herramienta para ser aplicada en la organización caso de estudio.

7.2.4.1 Adaptación de la herramienta de evaluación del Modelo de Madurez HELMA para aplicarlo en la empresa de construcción seleccionada

Con el fin de contar con un documento que sirva como guía, para que las personas de la organización designadas para llevar a cabo la evaluación, puedan ser contextualizadas sobre la implantación del MM y que además conozcan la herramienta para desarrollar los pasos que componen la metodología de evaluación, se optó por elaborar un instrumento que contiene inicialmente una introducción que busca captar el interés del lector y además alinear el objetivo del MM con la misión y visión de la organización. El instructivo contiene básicamente los siguientes apartes:

1. Una breve guía de Lean para aquellas personas que no están familiarizadas con el término.
2. Una guía de procedimientos recomendados para completar la evaluación.
3. Un glosario de términos utilizados para discutir sobre Lean.

El propósito de usar el marco de evaluación es proporcionar un medio estructurado para evaluar dónde está en términos de implementación Lean la organización. Al seguir el procedimiento, es aconsejable que las personas involucradas entiendan Lean y den una contribución franca y abierta.

Es inevitable cierta interpretación de la validez de la evidencia presentada y, por lo tanto, el uso de este marco requerirá que la organización cuente con al menos una persona que tenga conocimiento de los principios y prácticas Lean.

El proceso en sí es bastante sencillo y el tiempo requerido para completarlo dependerá de la disponibilidad de tiempo de las personas del equipo designado para llevar a cabo la evaluación. El proceso básico consiste en que los miembros del equipo de evaluación lleven a cabo su propia evaluación y luego, como grupo, acuerden un puntaje en consenso.

El progreso entre las puntuaciones completas puede demostrarse puntuando a intervalos de 0,5. Por ejemplo, si la organización posee todos los criterios necesarios para un puntaje de "1" contra un elemento, y actualmente está implementando la mitad de las actividades necesarias para un puntaje de "2"; puede demostrar esto al puntuarse en 1.5.

El objetivo del proceso de evaluación es resaltar áreas de mejora y utilizar esta información para ayudar a impulsar el proceso de implementación Lean. Después de cada evaluación, la organización produce un Plan de Mejora. La plantilla estándar del Plan de Mejora se puede consultar en el Anexo 7.

En la Guía se recomienda seguir estos pasos para completar la evaluación:

Paso 1: Decidir el límite de la evaluación, es decir, la organización completa, una división particular de la organización o un departamento específico.

Paso 2: Nombrar un facilitador. Debe ser una persona que tenga un conocimiento suficiente de los principios Lean para poder brindar orientación dentro de la organización sobre la interpretación. El facilitador no debe ser el jefe de la organización, ya que esto podría influir en las respuestas.

Paso 3: Seleccionar un grupo de personas que puedan representar las áreas clave de la organización. Se debe buscar un acuerdo del puntaje general de consenso.

Paso 4: Programar una reunión inicial para:

- Asegurar que se comprende la evaluación y cómo se usa. ES recomendable que los involucrados consulten las pautas de temas y los consejos principales incluidos en la Guía.
- Confirmar que los límites para la evaluación se entienden claramente.
- Acordar el calendario para la finalización y la recopilación de puntajes individuales.
- Fijar una fecha para la reunión de retroalimentación y puntaje final.

Paso 5: Las personas deben completar la evaluación y recopilar cualquier dato o evidencia para respaldar su punto de vista.

Paso 6: El facilitador debe recopilar los resultados para identificar áreas donde hay un acuerdo sólido y áreas de gran disparidad.

Paso 7: Llevar a cabo una reunión de evaluación para acordar un consenso sobre su posición en la matriz de madurez.

Paso 8: El facilitador recopila los puntajes para su revisión y organiza una reunión de retroalimentación con todo el equipo.

Evaluación de la Madurez Lean

El objetivo de la organización es motivar a los colaboradores para que adopten principios Lean para incentivar una cultura de mejora continua para el beneficio mutuo.

El propósito de este marco de evaluación Lean es ayudar en este proceso, para cumplir dos objetivos principales:

- Permitir que la organización se evalúe por sí misma, utilizando una serie de áreas temáticas y declaraciones de madurez, donde la organización, o la parte de la misma, se destaca en términos de madurez Lean.
- Proporcionar un método estructurado para que se lleve a cabo las autoevaluaciones, con el fin de demostrar los siguientes aspectos:

- ✓ Puntuaciones consistentes en toda la cadena de suministro.
- ✓ Áreas de mejores prácticas.
- ✓ Intercambio de ideas y comentarios que pueden ayudar a desarrollar planes de acción.

El marco de evaluación

Áreas temáticas dentro del marco de evaluación:

1. Integración de Lean en la estrategia comercial
2. Liderazgo y compromiso Lean
3. Gestión de la implementación / Infraestructura Lean
4. Comprensión del valor para el cliente
5. Comprensión de los procesos y flujos de valor
6. Uso de metodologías y herramientas
7. Cobertura organizacional, actividad y capacidad
8. Mejora del rendimiento / realización de beneficios y entrega
9. Colaboración y cultura Lean
10. Madurez del proveedor

Luego de realizar el recorrido por cada una de las áreas temáticas de evaluación y llegar a un consenso de puntuación, con el equipo de evaluación, para el estado actual de madurez y el estado futuro de madurez deseado de la organización, se debe diligenciar la hoja de puntaje la cual se representa en el gráfico de radar tal y como se muestra en el ejemplo de la Tabla 15 y la Ilustración 24.

Hoja de puntaje de autoevaluación

Todas las áreas tienen la misma ponderación con el fin de obtener una puntuación general.

Tabla 15. Ejemplo hoja de puntuación, elaboración propia

	Área Temática	Preguntas clave	Madurez anterior	Madurez actual	Madurez objetivo
1	Integración de Lean en la estrategia empresarial	¿Cuán explícitamente se integra Lean dentro de la estrategia comercial general?		1,5	2,0
2	Liderazgo y compromiso lean	¿Qué tan comprometidos están los directivos con el viaje Lean? ¿Cómo están demostrando los líderes el compromiso y el liderazgo?		1,5	2,5
3	Gestión de despliegue / Infraestructura Lean	¿Cómo maneja Lean dentro del negocio desde la estrategia hasta la implementación? ¿Cómo lleva a cabo la implementación, la gobernanza, la planificación y la revisión de Lean? ¿Cómo se mide el progreso?		1,0	1,5
4	Comprender el valor del cliente	¿Cómo entiendes el valor interno y externo del cliente? ¿Qué medidas tienes implementadas? ¿Cómo se vincula el valor del cliente con sus procesos de entrega?		0,5	1,5
5	Comprensión de procesos y flujos de valor	¿Cuán ampliamente se entienden los procesos y las corrientes de valor? ¿Cómo emprende la medición en proceso? ¿Cómo establece el tirón y el flujo? ¿Cómo identificas y eliminas el desperdicio?		2,0	3,0
6	Uso de metodologías y herramientas	¿Cuál es el rango de metodologías y herramientas Lean que utiliza? ¿Cuán ampliamente son entendidos y practicados?		1,5	2,0
7	Cobertura organizacional, actividad y capacidad	¿Cuál es la profundidad y amplitud de Lean dentro de la organización? ¿Cuántas personas están involucradas en la actividad Lean? ¿Qué áreas organizacionales están entregando mejoras? ¿Cómo está desarrollando la capacidad Lean dentro del negocio? ¿Qué capacitación se ha impartido, a qué nivel y con qué cobertura?		1,5	2,5
8	Mejora del rendimiento / Realización y entrega de beneficios	¿Cómo se miden, capturan e informan los beneficios Lean? ¿Qué mejoras ha entregado en los últimos 12 meses? ¿Cómo ha registrado y registrado estos beneficios en el rastreador de Highways England y están ahora en un registro de eficiencia de Highways England?		2,0	3,0
9	Colaboración Lean, clima y cultura	¿Cómo describirías tu cultura actual? ¿Cuál es su comprensión de su cultura y clima Lean deseados? ¿Cómo trabaja su gente en conjunto, con clientes, proveedores y socios? ¿Cómo está planeando y gestionando el cambio cultural?		1,5	2,0
10	Madurez del proveedor	¿Cómo se relaciona con sus proveedores y socios en Lean? ¿Cuál es su nivel de madurez? ¿Qué beneficios puede lograr con una mayor colaboración Lean?		2,0	2,5



Ilustración 25. Ejemplo grafico de puntuación, elaboración propia

Este gráfico deberá aparecer en el informe de retroalimentación que será acompañado por la plantilla de proyectos de mejora.

Pautas del área temática

La matriz de madurez es la herramienta utilizada por el equipo para autoevaluar su madurez Lean en una escala de 0 a 4. Esta herramienta también es utilizada para revisar la evidencia de cada evaluación y proporcionar una puntuación basado en la evidencia proporcionada.

Las cinco etapas de madurez son las siguientes:

0 aún no ha comenzado

1 comenzó a mostrar un progreso inicial en algunas áreas

2 desarrollando y entregando buenas prácticas en áreas específicas

3 buenas prácticas y desempeño evidente en muchas áreas

4 excelente logro integrado en toda la organización

La matriz consta de diez áreas temáticas contra las cuales se evalúa la madurez. Cada área temática se trata con más detalle a continuación:

El objetivo principal al realizar la evaluación es encontrar el conjunto de declaraciones en cada área temática que mejor describa a la organización en lo que respecta a Lean.

Cuando se completan las diez áreas temáticas, se puede obtener un puntaje promedio general, este será su puntaje para el presente año.

A continuación, se describirá cada una de las diez áreas temáticas a evaluar, sus objetivos, las evidencias que se esperan encontrar para soportar y/o argumentar las puntuaciones determinadas, como también recomendaciones, pautas y definiciones de conceptos Lean; que fueron tomados de la Guía original HELMA, para su adaptación:

1. Integración de Lean en la estrategia empresarial

Preguntas clave: ¿cuán explícitamente se integra Lean en la estrategia comercial general?

Objetivo de este tema: evaluar la fortaleza de la adopción y el compromiso con un enfoque Lean a nivel comercial y por parte de la alta gerencia.

Se buscando evidencia que muestre el compromiso de la empresa con Lean y el compromiso explícito de usar Lean como el enfoque preferido para la mejora de los negocios y los procesos.

Se espera encontrar ejemplos de cómo la empresa integra Lean en su planificación estratégica y cómo se comunica esto en toda la organización. La evidencia que respalda esta área temática puede incluir ejemplos de comunicaciones del CEO a los empleados, documentos de estrategia, carteles y folletos de comunicaciones, contenido web, contenido de intranet, etc.

El contenido del compromiso y el mensaje variará dependiendo del área específica bajo revisión, sin embargo, una buena práctica en este tema sería proporcionar:

- ✓ Una declaración del rendimiento actual: dónde se encuentra hoy.
- ✓ Una declaración de rendimiento objetivo: un requisito o meta a futuro.
- ✓ La brecha que debe cerrarse: el nivel de mejora requerido durante un período de tiempo específico.

- ✓ Una evaluación de la contribución que jugará Lean para cerrar esta brecha.
- ✓ Métricas cuantificadas centradas en el cliente que se ajustan al concepto de Lean, por ejemplo, costo (\$), calidad (niveles de servicio específicos), entrega (basada en el tiempo)
- ✓ Una referencia simple de “cómo” se implementará Lean dentro de la empresa (no la Estrategia de implementación Lean detallada y completa que se tratará en el área temática 3), por ejemplo, el grado de compromiso planificado de los empleados, las intenciones con respecto a la capacidad Lean, el enfoque dentro el negocio, por ejemplo, implementación de políticas *Hoshin*, cultura de mejora continua, trabajo estándar, mejora de procesos, planificación colaborativa, gestión visual, etc.

2. Liderazgo y compromiso Lean

Preguntas clave: ¿qué tan comprometidos están los altos directivos con el *Lean journey*? ¿Cómo están demostrando los líderes el compromiso y el liderazgo?

Objetivo de este tema: evaluar el compromiso y los comportamientos de liderazgo Lean dentro de la organización a nivel senior y otros roles de líderes Lean.

El liderazgo es el determinante más importante del éxito o el fracaso de cualquier programa Lean. No es suficiente que los líderes rindan homenaje a Lean nominando un patrocinador interno de Lean y luego obviando cualquier otra responsabilidad.

Hay dos aspectos de los que se espera ver evidencia en este tema:

1) ¿Cómo se compromete la alta gerencia?

- ✓ ¿Cuál es su compromiso con la autoeducación en Lean? No se trata solo de recibir capacitación Lean, sino de leer algunos de los textos fundamentales sobre el tema (por ejemplo, "Lean Thinking" de Womack y Jones, "The Lean Toolbox" de Bicheno)
- ✓ ¿Tienen la capacidad de guiar a otros en términos de Lean? Cuando realizan visitas de campo son participantes activos de los procesos, ofreciendo orientación y dirección Lean.
- ✓ ¿Cómo conducen una cultura de mejora continua? Esto será siendo un líder Lean visible, asistiendo a reuniones de células de rendimiento de grupos de trabajo, promoviendo la importancia de una cultura de rendimiento, emprendiendo *Gemba* (caminatas para observar procesos y proponer mejoras) en todos los aspectos del negocio, presentando la junta de células de rendimiento de un Gerente Senior y cultura de reuniones. Esto finalmente se moverá hacia el trabajo estándar del líder y el trabajo estándar del grupo de trabajo.
- ✓ Serán un participante activo en establecer la visión Lean para su organización.
- ✓ ¿Están aumentando su propia capacidad en Lean, a través de la autoeducación, la comprensión y las acciones, por ejemplo, el uso de herramientas Lean en su propia actividad de gestión?

- ✓ ¿Están invirtiendo su tiempo y esfuerzo en impulsar el programa a través de la gestión y la actividad de *gobernanza*?
- ✓ ¿Están proporcionando los recursos y el tiempo necesarios para que su gente participe en Lean?
- ✓ ¿Los comportamientos del líder apoya Lean al proporcionar enfoque, estructura, disciplina y propiedad?
- ✓ ¿Los líderes actúan como *champions (líderes de entrenamiento)*, entrenadores expertos y modelos a seguir para Lean?

2) ¿Cómo se desempeñan otros roles de liderazgo?

- ✓ ¿El impulso para Lean proviene del equipo interno Lean o, más ampliamente, de otros roles de liderazgo funcional y de equipo?
- ✓ ¿Cómo operan los líderes de equipo en su rol diario para brindar una mejora continua a través de Lean?
- ✓ ¿Cuál es el nivel de capacidad Lean a nivel de líder de equipo?

Ejemplos típicos de comportamientos de liderazgo Lean son:

- ✓ Los gerentes y supervisores son vistos como mentores y entrenadores.
- ✓ Los empleados están capacitados y reconocidos por señalar problemas o defectos que ocurren en su área.
- ✓ El coaching en el trabajo en prácticas Lean es una parte diaria de la cultura.
- ✓ Un sistema de reconocimiento se centra en el rendimiento que fomenta el comportamiento ideal de Lean.
- ✓ Sentido de confianza entre líderes, gerentes y personal.
- ✓ Los gerentes y supervisores son vistos regularmente en el área de trabajo, interactuando con la fuerza laboral para comprender mejor su realidad.

3. Gestión de despliegue / Infraestructura Lean

Preguntas clave: ¿cómo maneja Lean dentro de la empresa, desde la estrategia hasta la implementación? ¿Cómo lleva a cabo la implementación, la gobernanza, la planificación y la revisión de Lean? ¿Cómo se mide el progreso?

Objetivo de este tema: comprender cómo la empresa está introduciendo y desplegando Lean dentro de la organización, cuáles son los planes y cómo está progresando.

La implementación de Lean sin una estrategia o plan de acción puede generar confusión y fracaso. Se deben encontrar elementos en esta área temática y en particular, un enfoque claro y sostenible para construir Lean dentro de la organización.

En primer lugar, se espera conocer a la persona con la responsabilidad diaria del despliegue de Lean. Es probable que este rol (líder de la implementación), si existe, esté muy involucrado en la evaluación y revisión del modelo.

El responsable de la implementación debería ser capaz de desarrollar una estrategia y un plan de implementación Lean para que pueda acordar y establecer la dirección Lean para la empresa.

Este trabajo hará que pienses en asuntos como:

- ✓ Cómo Lean encajará en su plan de negocios y qué entregará para el negocio.
- ✓ ¿Cuál es su visión para Lean? Un cambio de filosofía y cultura para el negocio o un conjunto de herramientas para resolver problemas.
- ✓ Cómo desarrollará la capacidad interna para implementar la mejora continua Lean y tendrá un plan claro de lo que hará una vez que su personal haya sido capacitado para garantizar que se convierta en parte de sus hábitos de trabajo diarios.
- ✓ Qué roles Lean existirán y qué competencia ofrecerá cada uno.
- ✓ Qué herramientas y metodologías Lean le brindarán el mayor beneficio.
- ✓ Donde debe enfocarse dentro del negocio para priorizar el esfuerzo de mejora.
- ✓ Cómo se seleccionará, definirá y priorizará la actividad de mejora (facilidad / beneficio a través de la resolución de problemas) como parte de su proceso de gobernanza.
- ✓ Quién dirigirá y respaldará la actividad de implementación.
- ✓ Cuando se lograrán hitos clave en su madurez.
- ✓ Cómo interactuará con su cadena de suministro, en qué esquemas y qué herramientas utilizar.
- ✓ Cómo establecerá la gobernanza del programa.
- ✓ Cómo medirá y capturará los beneficios.

Se espera ver un documento y un plan de estrategia claramente articulado, junto con revisiones recientes de gestión y gobernanza.

4. Comprender el valor del cliente

Preguntas clave: ¿cómo entiende el valor interno y externo del cliente? ¿Qué medidas tienes implementadas? ¿Cómo se vincula el valor del cliente con sus procesos de entrega?

El cliente debe estar en el centro de toda actividad de mejora Lean y proporcionar valor al cliente es uno de los principios fundamentales de Lean.

¿Quién es la cliente?

Aquí estamos utilizando el significado Lean de cliente como el destinatario de la salida de un proceso. Por lo tanto, dentro de cualquier negocio habrá una jerarquía de clientes (o partes interesadas) que van desde clientes y usuarios finales, hasta equipos internos, funciones e individuos, incluidas organizaciones asociadas e incluso proveedores. De hecho, cualquier persona a quien le suministremos un producto, servicio o información es un cliente en términos Lean. Incluso los clientes del cliente formarán parte de la cadena de valor y también deberían considerarse. Un cliente puede incluir varias partes interesadas del cliente, cada una con requisitos diferentes o conflictivos.

¿Qué es el valor?

El cliente es el árbitro del valor en términos Lean, es decir, no todas las actividades dentro de una organización proporcionan valor a los ojos del cliente. En pocas palabras, si el cliente pudiera ver todas las actividades dentro de su negocio, solo estaría dispuesto a pagar por algunas de ellas; esto es lo que valoran. Otras actividades pueden verse como necesarias (habilitadores) para entregar valor (a menudo llamado 'valor agregado esencial sin valor') o son simplemente un desperdicio obvio (transporte, inventario, movimiento, espera, producción excesiva, procesamiento excesivo, defectos, aplicación incorrecta de habilidades). Por lo tanto, es fundamental comprender lo que valoran los clientes para comenzar la eliminación de desperdicios a través de Lean.

Lo que se busca es una comprensión de estos conceptos fundamentales de Lean junto con un enfoque sistemático y documentado para entregar valor al cliente a través de la actividad de mejora continua de Lean.

Al orientador de la evaluación le gustaría ver una comprensión del valor del cliente a nivel comercial y de equipo de trabajo con cierta cuantificación y medición de ese valor. El uso de algunas de las herramientas Lean para determinar la voz del cliente (VoC) ayudará con esto.

- ✓ ¿Cómo podemos cuantificar el valor? Por lo general, los clientes buscan valor en términos de alguna combinación de costo / precio, calidad y entrega. En la construcción también valoramos la seguridad (pero esto puede ser un subconjunto de la calidad).
- ✓ ¿Cómo podemos medir el valor? Las medidas deben ser apropiadas y oportunas para saber cómo se están desempeñando, de ahí que se centre en la gestión visual en el trabajo. A menudo, nos referimos a las medidas clave como Crítico para la Calidad o CTQ, que mide esos pocos resultados críticos que el cliente debe recibir. Los árboles CTQ son una forma de comprender los requisitos de múltiples niveles del cliente.
- ✓ ¿Los equipos de trabajo entienden su lugar en la cadena de valor? Una herramienta simple como SIPOC (proveedores, entradas, procesos, salidas, clientes) puede ser esencial para aclarar quiénes son los clientes y qué valoran.
- ✓ El modelo Kano se puede usar como una forma de comprender y clasificar los requisitos del cliente.
- ✓ Declaraciones claras de los clientes y valor en todos los niveles de la empresa con medidas significativas que guíen la actividad diaria de las personas y generen intervenciones de mejora continua para satisfacer mejor los requisitos del cliente.

5. Comprensión de procesos y flujos de valor

Preguntas clave: ¿hasta qué punto se entienden los procesos y las corrientes de valor? ¿Cómo emprende la medición en proceso? ¿Cómo establece el *pull* y el flujo? ¿Cómo identificas y eliminas el desperdicio?

Los procesos y los flujos de valor son la forma en que entregamos valor a los clientes a través de nuestra actividad diaria en el negocio.

La mejora del proceso a través de Lean es cómo todo nuestro trabajo puede ofrecer más valor, menos desperdicio, menor costo, plazos más rápidos, mejor calidad, de manera más segura y de una manera más predecible. Lean ofrece los principios, metodologías y herramientas para mejorar de manera sistemática y continua la forma en que los procesos funcionan dentro de la organización y para brindar mejoras a través de flujos de valor "de extremo a extremo" que cruzan los límites de la organización.

Comprender cómo funcionan los procesos y los flujos de valor es un requisito previo fundamental para realizar mejoras Lean, razón por la cual se busca evidencia sólida en el área.

- Los procesos a menudo se anidan dentro de niveles jerárquicos. ¿Entiende la empresa los componentes básicos del proceso que existen?
 - ✓ ¿Están capturados y disponibles para la revisión de todo el personal?
 - ✓ ¿Están los propietarios del proceso en su lugar y visibles?
 - ✓ ¿Existen KPI para medir puntos importantes en el proceso?
 - ✓ ¿Qué es la gobernanza del proceso?
 - ✓ ¿Están los procesos operativos claramente identificados?
 - ✓ ¿La documentación refleja la realidad de cómo trabaja la gente?
 - ✓ ¿Existe una imagen clara de los pasos del proceso, entradas y salidas, proveedores y clientes?
 - ✓ ¿Se entiende y mide el flujo de productos, servicios e información, de modo que se puedan tomar medidas?
 - ✓ ¿Las personas pueden ver dónde se ubican en el proceso y cómo su trabajo impacta aguas arriba y aguas abajo?
 - ✓ ¿Pueden las personas relacionar los problemas que encuentran, en su trabajo diario, para procesar causas?
 - ✓ ¿Puede el personal predecir, a lo largo del día, y tomar medidas inmediatas para ajustar y mejorar el proceso?

- ¿Se utilizan rutinariamente herramientas de mejora de procesos?
 - ✓ ¿Los equipos de trabajo mantienen y mejoran en colaboración mapas de procesos y SIPOC?
 - ✓ ¿Los residuos se eliminan habitualmente?
 - ✓ ¿Se mide y controla el flujo de trabajo?
 - ✓ ¿Está el proceso a prueba de errores?

6. Uso de metodologías y herramientas.

Preguntas clave: ¿Cuál es la gama de metodologías y herramientas Lean que utiliza? ¿Cuán ampliamente son entendidos y practicados?

Las metodologías y herramientas de Lean ofrecen una forma sistemática y comprobada de involucrar a las personas en la resolución de problemas y la mejora de los procesos. Las herramientas se pueden usar durante la resolución de problemas "eventos" en el viaje de mejora continua o como parte de las prácticas laborales diarias de las personas y los equipos. La comprensión de las herramientas disponibles, cómo y dónde deben usarse, proporciona un lenguaje común y un enfoque estructurado que se puede adoptar en toda la empresa.

Se buscan un nivel adecuado de comprensión y uso de las herramientas y metodologías Lean para la etapa de su viaje Lean. Los problemas simples requieren el uso de herramientas simples que pueden ser aplicadas por muchas personas, mientras que los problemas difíciles y recurrentes pueden requerir herramientas más sofisticadas que son utilizadas por equipos liderados por practicantes de Lean más experimentados y conocedores. Las innovaciones, las ideas de mejora, las soluciones técnicas y los problemas de procesos se resuelven sin utilizar un enfoque Lean estructurado y sistemático (metodologías y herramientas) para evitar el éxito y proporcionar una solución sostenible.

¿Qué es una metodología Lean?

Se utilizan varias metodologías según la naturaleza del problema. Esencialmente, una metodología es una forma paso a paso de resolver el problema, utilizando herramientas específicas a lo largo del camino, para entregar e implementar la mejor solución disponible en ese momento.

Algunos ejemplos de metodologías Lean típicas son:

El ciclo de Deming: se basa en planificar, hacer, verificar y actuar con el objetivo general de mejorar el proceso. En algunos casos, la fase de verificación se reemplaza por estudio. El concepto detrás de este enfoque es que la resolución de problemas y la mejora de procesos es un proceso continuo.

La Metodología de Ocho Disciplinas (8D): este sistema es un enfoque basado en equipo para resolver problemas de productos y procesos. Se utiliza para corregir e identificar problemas recurrentes mediante el uso de métodos estadísticos para iniciar la recopilación de datos, el análisis de causa raíz y la resolución de problemas.

Kaizen: este es un método de resolución de problemas basado en equipos orientado a la mejora continua en todos los niveles de la organización.

Lean Six Sigma: esta metodología utiliza el enfoque de definir, medir, analizar, mejorar y controlar y se centra en el uso de datos, análisis de causa raíz, implementación de acciones de mejora e implementación de acciones del sistema para mantener las mejoras. Lean Six Sigma enfatiza el uso de datos, selección de proyectos y gestión de proyectos.

¿Qué son las herramientas Lean?

Hay muchas herramientas Lean disponibles, sin embargo, lo importante es que esté utilizando la herramienta Lean adecuada para el problema que está tratando de resolver, que viene con la experiencia.

Por lo general, las herramientas Lean ayudan con la actividad Lean específica y las etapas en las metodologías:

- ✓ Formación y gestión de equipos Lean: en el lugar de trabajo o equipos de proyectos multifuncionales, por ejemplo, charters, gestión visual, RACI, reuniones de revisión diaria, etc.
- ✓ Planificación Lean Collaborative: planificación de proyectos y programas mediante mapeo y planes colaborativos, control de producción, resolución de problemas y mejora continua.
- ✓ Gestión de intervenciones / proyectos Lean, por ejemplo, cuatro objetivos, revisiones de la etapa, planes de proyectos, etc.
- ✓ Análisis de procesos, por ejemplo, mapeo de procesos, análisis de residuos, análisis de cuellos de botella, 5 por qué, prueba de errores, 3Cs (preocupación, causa y contramedida), etc.
- ✓ Análisis de datos, por ejemplo, cuadros de conteo, cuadros de ejecución, análisis de variación, cuadros de control, etc.

No se trata de ser prescriptivos sobre qué metodologías y herramientas debe usar, siempre que:

- ✓ Su estrategia de implementación establece cuáles usa y cómo abordarán el objetivo de mejora comercial
- ✓ Su metodología y herramientas elegidas se comunican claramente al personal, por ejemplo, al tener una bolsa de herramientas en su portal web
- ✓ Su personal ha sido informado, capacitado y tiene acceso a las herramientas y plantillas estándar que ha decidido.
- ✓ Hay evidencia de que las herramientas se están utilizando y podemos ver ejemplos en acción.
- ✓ Existe evidencia de estudio de caso de que la mejora del negocio ha resultado de un enfoque estructurado (en lugar de ideas y soluciones ad hoc).

7. Cobertura organizacional, actividad y capacidad.

Preguntas clave: ¿Cuál es la profundidad y amplitud de Lean dentro de la organización? ¿Cuántas personas están involucradas en la actividad Lean? ¿Qué áreas organizacionales están entregando mejoras? ¿Cómo está desarrollando la capacidad Lean dentro del negocio? ¿Qué capacitación se ha impartido, a qué nivel y con qué cobertura?

El grado en que Lean realmente está sucediendo de manera estructurada y sistemática dentro de la organización es una verdadera medida de la madurez de Lean. Los moderadores están

interesados en realizar caminatas alrededor de la organización para conocer a su gente y visitar sitios de trabajo para tocar y sentir la actividad Lean que está sucediendo. Específicamente, debería poder demostrar:

- ✓ El número total de personas en la organización (o el número que trabaja en esa parte de su organización).
- ✓ La cantidad de personas capacitadas para cada nivel de Lean, por ejemplo, conciencia, fundamento, profesional, etc., con evidencia de su registro de capacitación / matriz de capacitación, junto con las áreas del negocio en el que se encuentran.
- ✓ El progreso contra el plan establecido en su estrategia de implementación.
- ✓ Las áreas del negocio donde Lean han echado raíces y las que están rezagadas.
- ✓ El trabajo de mejora que se ha emprendido y que está en progreso y dónde se ubica dentro del negocio: estudios de casos desarrollados, etc.
- ✓ Su conjunto de capacitación: plan de estudios, materiales del curso, marco de competencias, etc.
- ✓ Células de rendimiento en su lugar con evidencia de manejo visual.
- ✓ El uso extensivo de herramientas, técnicas y metodologías Lean.
- ✓ La participación del liderazgo en Lean: actividad de defensa, caminatas *Gemba*, etc.

8. Mejora del rendimiento / Realización y entrega de beneficios

Preguntas clave: ¿Cómo se miden, capturan e informan los beneficios Lean? ¿Qué mejoras ha entregado en los últimos 12 meses?

Se busca evidencia de dos elementos relacionados con este tema:

- ✓ Mejora del rendimiento en la forma cotidiana en que las personas y los procesos trabajan dentro de su organización y cómo esa buena práctica se ha compartido y transferido dentro del sector.
- ✓ La cuantificación de los beneficios identificados, realizados y entregados, que benefician a su organización y su esfuerzo por demostrar ahorros de eficiencia tangibles a través de Lean.

La mejora continua se ubica mejor dentro del contexto del desempeño medido a lo largo del tiempo. Solo a través del conocimiento del estado de la línea de base (también llamado estado actual) se puede medir el progreso, establecer una mejoría y cuantificarla. Con demasiada frecuencia, se muestran mejoras lean sin evidencia de rendimiento antes o después de la intervención a nivel de equipo de trabajo o como un proyecto de mejora funcional. Esta no es solo una mala práctica de Lean, como resultado de la falta de un enfoque estructurado, sino que elimina la capacidad de demostrar ahorros y reconocer el excelente trabajo de su gente dedicada al desarrollo de actividades de mejora. Decidir qué medir viene con la experiencia Lean y, a menudo, está vinculada al despliegue de la gestión visual a nivel de equipo de trabajo. Todos los equipos deberían al menos poder ver "¿estamos en camino?" y poder hacer la intervención oportuna para corregir las cosas.

Además de evidenciar una mejora en el rendimiento dentro de sus procesos productivos y administrativos, es importante visualizar cómo se registra y realiza un seguimiento de los beneficios Lean, y los paquetes de transferencia de conocimiento desarrollados.

9. Colaboración Lean, clima y cultura

Preguntas clave: ¿cómo describirías tu cultura actual? ¿Cuál es su comprensión de su cultura y clima Lean deseados? ¿Cómo trabaja su gente en conjunto, con clientes, proveedores y socios? ¿Cómo está planeando y gestionando el cambio cultural?

Muchas organizaciones tienen personas dedicadas, entusiastas e inteligentes que trabajan duro para proporcionar lo que los clientes quieren. Este es el terreno fértil dentro del cual Lean puede desarrollarse y crecer.

Se busca evidencia que demuestre que Lean está madurando y está comenzando a crear una cultura de mejora continua, específicamente a través de ejemplos como:

- ✓ Los gerentes y supervisores son vistos como mentores y entrenadores.
- ✓ Los empleados están capacitados y reconocidos por señalar problemas o defectos que ocurren en su área.
- ✓ El coaching en el trabajo en prácticas Lean es una parte diaria de la cultura.
- ✓ El sistema de reconocimiento se enfoca en el desempeño que fomenta el comportamiento ideal.
- ✓ Sentido de confianza entre los líderes, gerentes y personal.
- ✓ Los gerentes y supervisores son vistos regularmente en el área de trabajo comprometiéndose con la fuerza laboral para comprender mejor su realidad.
- ✓ Se toman medidas inmediatas cuando el área de trabajo está adelante o atrás programar.
- ✓ El flujo de servicio o producto es simple y directo, creando flujo continuo.
- ✓ El estado actual y el estado futuro son un ciclo continuo - perseguido activamente con un plan de acción de mejora visual y detallado y un cronograma.
- ✓ Las Instrucciones de trabajo estándar (SWI) en las áreas de trabajo son muy visuales, simples y utilizadas (se actualizan rutinariamente a medida que se realizan mejoras).
- ✓ Existe la sensación de que la 'mejora continua' es solo parte del trabajo.
- ✓ Las actividades de mejora están directamente vinculadas a el enfoque estratégico y los objetivos principales de la organización.
- ✓ Las ideas de mejora se comparten de manera rutinaria y abierta en toda la organización, a través de múltiples flujos de valor y funciones.
- ✓ Los empleados pueden describir cuál es la misión y la visión de la organización y cómo impactan personalmente en ella.
- ✓ Existe una estructura proceso para alinear objetivos y prioridades estratégicas que es simple y visible en todos los niveles de la organización
- ✓ La voz del cliente dirige el enfoque de la mejora continua y el desarrollo futuro de la organización existe comunicación abierta a través de flujos de valor, soporte y funciones administrativas.

- ✓ Líderes y los gerentes siguen el trabajo estándar y son vistos habitualmente fuera de las oficinas y en las áreas de trabajo.
- ✓ Consejos de administración visuales se utilizan a diario para la discusión abierta y la retroalimentación de manera que los ajustes se pueden hacer rápidamente.
- ✓ Métricas y objetivos son simples y claramente alineados, conduciendo el comportamiento correcto para alcanzar la visión de la organización

10. Madurez del proveedor

Preguntas clave: ¿Cómo interactúa con sus proveedores y socios en Lean? ¿Cuál es su nivel de madurez? ¿Qué beneficios puede lograr con una mayor colaboración Lean?

Las redes de suministro en el sector de la construcción son complejas y operan en múltiples niveles, a menudo involucrando empresas conjuntas formales y acuerdos de colaboración. Los flujos de valor cruzan las barreras organizativas desde el cliente hasta los socios de suministro más críticos. Mejorar los flujos de valor fundamentales en el sector solo puede tener éxito si las organizaciones en todos los puestos de la cadena de suministro comparten un enfoque Lean colaborativo.

Se busca evidenciar que Lean se está implementando con su cadena de suministro a través de mecanismos tales como:

- ✓ Capacitación y desarrollo compartidos.
- ✓ Lenguaje, herramientas y metodologías Lean compartidas.
- ✓ Trabajo conjunto en actividades de mejora que cruzan fronteras contractuales.
- ✓ Intercambio colaborativo de mejores prácticas
- ✓ Evaluaciones de madurez de 360°.
- ✓ Entrega conjunta de ahorro de eficiencia.

Cuando se identifiquen barreras para que Lean funcione, para beneficio mutuo de todas las partes, se espera que se resuelvan de manera colaborativa.

7.3 Evaluación de madurez en la gestión de la producción de proyectos de infraestructura de la empresa caso de estudio

7.3.1 Presentación de la Empresa SAINC Ingenieros Constructores

Sainc Ingenieros Constructores es una empresa dedicada a desarrollar proyectos en la cadena de valor de la construcción. Constituida desde el 22 de noviembre de 1976 con el nombre de Otero, Tafur y Durán Ltda. Posteriormente, el 25 de septiembre de 1984 se cambió el nombre por SAA & Angulo Ingenieros Constructores Ltda. y en octubre de 1997 se produce la transformación a sociedad anónima y se registra con el nombre de Sainc Ingenieros Constructores S. A. En el año 2002 se apertura la sede en Bogotá y en el 2008 se creó Skema S. A., para la promoción y gerencia de proyectos. En 2010, inició su proceso de internacionalización con la inauguración de la sucursal en Perú (Sainc Ingenieros Constructores, 2020).

Sainc Ingenieros Constructores, es una firma de gran reconocimiento a nivel regional y nacional. Desarrolla proyectos de infraestructura, plantas industriales, edificaciones comerciales e institucionales, vivienda y urbanismo. Posee conocimiento de 40 años en el sector de la construcción, cuenta con el talento humano, la capacidad financiera y operativa para emprender proyectos con altos estándares de calidad, seguridad y respeto con el medio ambiente.

Durante sus años de trayectoria a participado en la ejecución de importantes proyectos de infraestructura, a continuación, se nombran los de mayor relevancia en los últimos años:

- **Puente vehicular carrera 100 (2019)**

La ejecución de este proyecto considera la construcción de la infraestructura encaminada a mejorar las condiciones de movilidad del sector de la carrera 100 y 99 con calle 25 y 26, dos puentes que se levantarán sobre la carrera 100 a través de la calle 25 y 26, en una longitud de 75m, conexión vial a nivel que conecta la carrera 100 (Estación Universidades) y carrera 99 (14 Valle del Lili), construcción de ramales viales, construcción Redes de servicios públicos, desarrollo del urbanismo y paisajismo, Construcción de cicloruta sobre andén, la cual permite la conexión tanto de la ciclo-ruta existente en la Estación Universidades con las ciclo bandas de la vía Jamundí —Cali y viceversa y la conexión con la troncal de la calle 99 (sector Valle del Lili) y demás obras complementarias del proyecto. (Proyecto en ejecución).

- **Patio Taller Valle del Lili (2019)**

Construcción del Patio y Taller Valle Del Lili y demás Obras Complementarias del Sistema Integrado de Transporte Masivo de Pasajeros de Santiago de Cali, incluye construcción de 2 edificaciones mayores, 10 Edificaciones menores, estacionamiento de buses, vías internas, externas y urbanismo. (Proyecto en ejecución).

- **Terminal Calima (2015)**

Construcción de la Terminal incluyendo rehabilitación de las vías vecinas a la entrada de la terminal, construcción de dos plataformas para la llegada de los buses, cinco edificios, dos puentes peatonales, plazoleta de estancia, bahías para taxis y buses intermunicipales. El área de intervención corresponde al corredor vial de la Carrera 1, entre las calles 70 y 72A en una longitud aproximada de 700 metros.

- **Parques del Río Medellín (2015)**

Construcción de la etapa 1.1 del proyecto “Parques del Río Medellín” en el tramo de la Avenida Regional comprendido entre la Estación Industriales del Metro y el puente Horacio Toro (calle 58) y sus obras complementarias. en la ciudad de Medellín, Antioquia.

- **Doble calzada Cisneros-Lobo Guerrero (2014)**

Construcción de la fase II de la doble calzada Cisneros – Loboguerrero, sector de la carretera Buga Buenaventura, que incluye ajustes de diseños, construcción de túnel, vías de acceso, gestión social, predial y ambiental.

- **Hidroeléctrica de Ituango (2014)**

Construcción de los Ramales de los túneles de desviación 507 metros, los Túneles principales de desviación 2012 m, el Túnel de acceso a la casa de máquinas 892 m y la Galería de construcción superior norte 140 m.

- **Mejoramiento de la Avenida Javier Prado (2012)**

Mejoramiento y Ampliación de la Avenida Javier Prado tramo Estadio Monumental – Avenida Metropolitana y construcción de paso a desnivel en la intersección vial de la Avenida Javier Prado- Avenida Nicolas Ayllon Segundo tramo Etapa I Construcción y Mejoramiento de la Avenida Javier Prado Tramo Estadio Monumental – Avenida Metropolitana pistas principales y secundarias y puente peatonal sobre el cerro Puruchuco. Lima, Perú.

- **Terminal de Cabecera Menga (2012)**

El proyecto comprende la terminal de cabecera, construcción de 52.735 metros cuadrados con 12.385 metros cuadrados de pavimento rígido, 22.496 metros cuadrados de pavimento flexible, 5.539 metros cuadrados cubiertos y 12.315 metros cuadrados de urbanismo, así como la adecuación y ampliación de los carriles de ingreso y salida a la terminal, la señalización y demarcación, la construcción de plataformas de abordaje, los accesos peatonales, con intervención de redes de servicios públicos, ejecución de obras de urbanismo y paisajismo y la construcción del edificio de la sede administrativa y las obras complementarias que se requiere.

- **Terminal de Cabecera Andrés Sanín (2012)**

Este proyecto comprende área interna construida 2.136 metros cuadrados, patio interior 11.926 metros cuadrados, zonas duras 5.345 metros cuadrados, 5 plataformas 4.500 metros cuadrados, vías asf. e:5 CM 33.850 metros cuadrados, puente vehicular 1 luz de 17.5 metros y puente peatonal de 73 metros, así como la adecuación y ampliación de los carriles de ingreso y salida a la estación, señalización y demarcación, semaforización, construcción de las plataformas de abordaje, accesos peatonales, redes de servicios públicos, obras de urbanismo y paisajismo, construcción del edificio administrativo, plan de manejo ambiental, plan de manejo social, plan de manejo de tráfico.

- **Puente Calle 100 con Carrera 15 (2011)**

Estudios, diseños y construcción de obras en diferentes puntos de la ciudad de Bogotá, entre los cuales se encuentra la intersección de la Avenida Paseo Country (carrera 15) con la Avenida Carlos Lleras Restrepo (calle 100), la intersección de la Avenida German Arciniegas (carrera 11) por la Avenida Laureano Gómez (carrera 9) y la Avenida German Arciniegas (carrera 11) desde la calle 106 hasta la Avenida Laureano Gómez (carrera 9).

- **Vía La Apartada – Ayapel (2010)**

Reconstrucción, pavimentación y/o repavimentación de la vía La Apartada – Ayapel, sector del K5+000 AL K15+000, longitud de 10 kilómetros en el departamento de Córdoba.

- **Troncal Carrera Primera entre calles 40 a 46 (2008)**

Elevación, adecuación de estudios y diseños, movimiento de tierras, estructura de pavimento (pavimento asfáltico: 13.900 metros cuadrados, pavimento rígido: 6.900 metros cuadrados) obras de espacio público (5.300 metros cuadrados), estaciones de parada. Señalización y demarcación vial. Arborización y adecuación y habilitación de vías: 19.900 metros cuadrados. Todo en una longitud aproximada de 560 metros, en dos calzadas de cuatro carriles cada una (1 sólo bus y 3 mixto).

7.3.2 Caracterización de procesos para la producción de proyectos de infraestructura en Sainc Ingenieros Constructores.

Con el fin de realizar un levantamiento documental de los procesos de gestión para la producción de proyectos de infraestructura de la empresa caso de estudio, se optó por la caracterización de sus procesos utilizando la herramienta SIPOC (Supplier: proveedor, Input: entrada, Process: proceso, Output: salida, Customer: cliente), lo cual permite un acercamiento a la forma como la organización tiene establecidos sus procesos para la gestión de proyectos. Siendo esto indispensable para llevar a cabo la implantación del modelo de madurez seleccionado.

7.3.2.1 SIPOC Supplier, Input, Process, Output, Customer

A través del diagrama SIPOC se puede realizar un ordenamiento de una situación, identificando un proveedor, un proceso o serie de actividades, una salida y un cliente. Con este diagrama se logra representar un proceso para entender su funcionamiento, facilitando la comprensión de los requisitos o lo que espera el cliente con la salida que se está generando, así como las condiciones o requisitos que se necesitan en la entrada para asegurar que lo que se genere sea lo requerido.

Además, esta representación permite encontrar los puntos débiles que pueden generar problemas sobre el proceso, al igual que logra comunicar eficientemente la forma en que un proceso genera resultados, pues describe concretamente lo que hace un proceso.

Para la comprensión de cada proceso es necesario conocer sus entradas para establecer los parámetros o requerimientos que esperan los clientes. El SIPOC es una técnica que permite identificar cuáles son los suministradores del proceso, las entradas de cada suministrador al proceso, el proceso propiamente dicho, o sea, las etapas o fases del proceso, las salidas que emite el mismo y los clientes externos e internos que reciben estas salidas. En muchos estudios se identifican los requerimientos de calidad que desea el cliente para cada una de las salidas. Se utiliza fundamentalmente para identificar las variables de entradas y de salidas para un posterior análisis de estas y además a partir de las fases generales del proceso que se definen realizar análisis más detallados de estas fases posteriores en la gestión de procesos.

7.3.2.2 Caracterización de procesos utilizando la herramienta SIPOC

Una vez revisado los documentos de la organización que hacen parte de su sistema de gestión integrado (SGI), encontramos el mapa de procesos que se representa en la Ilustración 25:

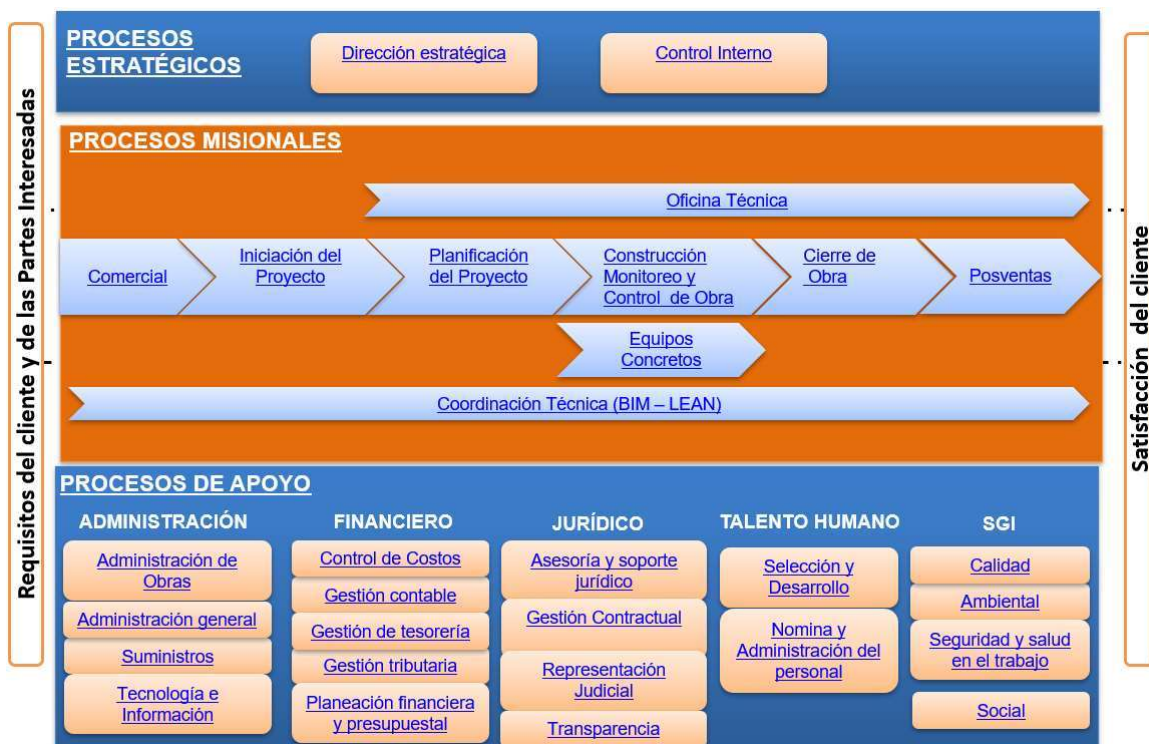


Ilustración 26. Mapa de procesos SAINC versión 8, tomado de:
<http://190.143.80.237:85/Isolucion4/Documentacion/fmListadoMaestroDocumentos.aspx>

La estructura del mapa de procesos establecido en el SGI de Sainc Ingenieros Constructores se conforma de tres grupos: procesos estratégicos, procesos misionales y procesos de apoyo. Los procesos estratégicos están definidos por la dirección estrategia y el control interno, el primero tiene el objetivo de definir la planeación estratégica que involucra las políticas y objetivos a mediano y largo plazo para garantizar la competitividad de la empresa, su permanencia en el mercado nacional y la conquista de nuevos mercados, apoyado en la cultura y los principios y valores de la organización; el segundo tiene como objetivo

proporcionar seguridad razonable sobre la eficacia de las operaciones, la fiabilidad de la información financiera y el cumplimiento de las políticas y procedimientos de la compañía. Los procesos misionales son los relacionados con la generación de valor para el cliente y la organización, para este grupo se definen los siguientes procesos: comercial, iniciación del proyecto, planificación del proyecto, construcción-monitoreo-control de obra, cierre de obra y posventas, además de los procesos de oficina técnica y coordinación (BIM-LEAN).

Por último, se encuentran los procesos de apoyo los cuales ayudan a la realización de los procesos misionales o procesos de la cadena de valor. Se conforman de los siguientes procesos: administración, financiero, jurídico, talento humano y SGI; en este último se encuentran los procesos de gestión de la calidad, gestión ambiental, seguridad y salud en el trabajo y gestión social.

Teniendo en cuenta que el trabajo a desarrollar se enfoca en la producción de proyectos de infraestructura, de los procesos anteriormente mencionados se caracterizarán los que directamente están relacionados, para este caso se seleccionan los siguientes procesos misionales: iniciación del proyecto, planificación del proyecto, construcción-control-monitoreo de obra y cierre de obra.

7.3.2.2.1 Caracterización del proceso Iniciación del Proyecto

El objetivo de este proceso es formalizar el inicio del proyecto adjudicado y contratado, consignar el objetivo, el alcance, los riesgos, las restricciones de costo y tiempo e identificar los participantes del proyecto. En la tabla 21 del Anexo D se realiza la caracterización utilizando la diagramación SIPOC.

7.3.2.2.2 Caracterización del proceso Planificación del Proyecto

El objetivo de este proceso es planificar los requerimientos del personal, contratación de servicios, materiales y equipos, que permita llevar a cabo el proyecto cumpliendo con los tiempos pactados y la utilidad del presupuesto de trabajo. En la tabla 22 del Anexo D se realiza la caracterización utilizando la diagramación SIPOC.

7.3.2.2.3 Caracterización del proceso Construcción, Monitoreo y Control de Obra

El objetivo de este proceso es garantizar que las obras se ejecuten dentro de un marco de calidad técnica, cumpliendo con los plazos de entrega para lograr la satisfacción de nuestros clientes; optimizando los recursos, alcanzando la rentabilidad esperada, generando condiciones de trabajo segura y cumpliendo con los compromisos ambientales. En la tabla 23 de Anexo D se realiza la caracterización utilizando la diagramación SIPOC.

7.3.2.2.4 Caracterización del Proceso Cierre de Obra

El objetivo de este proceso es gestionar la aceptación final del proyecto asegurando la recopilación de los soportes requeridos que demuestren el cumplimiento de las obligaciones del contrato con el cliente, para evitar reclamaciones futuras. En la tabla 24 se realiza la caracterización del proceso utilizando el diagrama SIPOC.

7.3.3 Aplicación de la herramienta de evaluación de la madurez en el caso de estudio, Sainc Ingenieros Constructores.

Para evaluar el nivel de madurez de Sainc Ingenieros Constructores, se opta por seleccionar un grupo de profesionales que han participado activamente en la gestión de uno de los proyectos actualmente en ejecución, y que han hecho parte de los procesos esenciales para gestionar las actividades propias de la construcción del proyecto, en sus diferentes componentes: técnico, operativo y administrativo. Las personas que se tuvieron en cuenta para la evaluación se describen en la tabla 16.

Tabla 16. Profesionales que participaron en la evaluación

Cargo	Nombre	Años de experiencia	Rol del cargo
Director de estrategias y riesgos	Ing. Juan José Montejo	10 años	Estratégico - Táctico
Directora de obra	Ing. Rosmira García	30 años	Estratégico - Táctico
Directo de oficina técnica	Arq. Sara López	35 años	Estratégico - Táctico
Jefe administrativo	Sandra Marín	10 años	Estratégico - Táctico
Residente de obra	Ing. Juan Alfredo Ospina	20 años	Estratégico - Táctico
Residente de obra	Ing. Julio Arboleda	25 años	Estratégico - Táctico
Residente de arquitectura	Arq. Leonardo Polanco	20 años	Estratégico - Táctico

La herramienta a aplicar evalúa cada temática que contiene los criterios seleccionados y posteriormente realiza un promedio para obtener el nivel de madurez general, teniendo en cuenta lo anterior, se le suministra la guía a cada uno de los profesionales, para discutir las temáticas en una mesa de trabajo con el fin de determinar una puntuación en consenso. La puntuación obtenida se describe en la tabla 17.

Tabla 17. Puntuación nivel de madurez actual

Área Temática	Madurez Actual
Integración de Lean en la estrategia	2.0
Liderazgo y compromiso Lean	1.0
Gestión de la implementación / Infraestructura Lean	2.0
Comprensión del valor para el cliente	1.0
Comprensión de los procesos y flujos de valor	2.5
Uso de metodologías y herramientas	1.5
Cobertura organizacional, actividad y capacidad	0.5
Mejora del rendimiento / realización de beneficios y entrega	2.0
Colaboración y cultura Lean	1.5
Madurez del proveedor	2.0

En el Sistema de Gestión Integrado (SGI) de SAINC se puede identificar que para la producción de proyectos de construcción la metodología Lean debe brindar soporte a todos los procesos que hacen parte del ciclo de vida del proyecto.

Lean en la organización tiene como objetivo principal realizar una coordinación técnica adecuada en las obras conforme a las metodologías de trabajo y herramientas LEAN que contribuyan a garantizar la rentabilidad esperada, la satisfacción del cliente y la mejora continua de los procesos.

En SAINC se evidencia que la Gerencia desde hace dos años viene realizando esfuerzos importantes para que todos los proyectos de construcción cuenten con la metodología Lean, entre las herramientas que están integradas en las etapas de planeación y ejecución de proyectos de construcción se encuentran: Pull Planning y Last Planner.System; además de la metodología BIM (Modelos de Información para La Construcción), la cual se gestiona de manera colaborativa, brindando beneficios que generan valor al cliente.

Los líderes de procesos han demostrado su interés en la implementación de las herramientas que ofrece Lean para mejorar el rendimiento de sus procesos, para lo cual algunos de ellos han emprendido una formación sobre la metodología Lean. La organización ha optado por tener dentro de sus roles estratégicos un Líder que es el encargado de llevar a cabo la implementación de Lean en cada uno de los proyectos de construcción a ejecutar, este colaborador es el encargado de brindar capacitación y apoyo a los otros líderes de procesos con la finalidad de integrar la metodología de manera eficiente.

El Líder Lean es el encargado del despliegue de la estrategia, enfoque, metodologías y herramientas Lean en la organización. Este es un trabajo en curso el cual ha avanzado en el área técnica y operativa de los proyectos, logrando buenos resultados en la optimización de tiempo durante la ejecución de las obras, como también obtención de ahorros que mejoran la rentabilidad del negocio.

En cuanto a la comprensión de la importancia del Valor para el Cliente, interno y externo, hay un trabajo importante por desarrollar, sobre todo en los niveles inferiores de la organización, son conceptos novedosos que deben ser entendidos de manera adecuada para que se puedan integrar eficientemente en el sistema de producción de los proyectos, por lo tanto, se debe plantear una estrategia que se adapte y permita lograr este objetivo.

La organización cuenta con un SGI donde se establecen todos los procesos requeridos para la producción de proyectos de construcción, estos están disponibles en el intranet de la empresa para ser consultados por los líderes de los procesos y empleados autorizados, en los documentos se pueden identificar claramente los objetivos del proceso, entradas, proveedores, requisitos, actividades, formatos a gestionar, clientes y salidas. Es común que estos procesos no se revisen de manera colaborativa con todos los involucrados, por lo tanto, es posible que no se aprovechen oportunidades para que se planten mejoras que permitan ofrecer más valor, a través de la disminución desperdicios, reducción de costos, recortes plazos y mejora de la calidad.

SAINC en los últimos años ha emprendido un camino para la implementación de una estructura formal para evaluar desempeño e implementar mejoras en los procesos de gestión de la producción de proyectos y, como resultado, se han realizado algunas mejoras sostenibles documentadas. La organización ha adoptado enfoques estándar y pantallas visuales basadas en una bolsa común de herramientas y técnicas. Existe un sistema de planificación colaborativa, control de producción y pantallas de mejora continua para facilitar la comunicación entre equipos integrados.

Algunos miembros de la organización de diferentes niveles han recibido algún tipo de capacitación básica sobre Lean. Sin embargo, esto ha sido sobre una base ad hoc y ahora requiere ser formalizada en el marco de una estrategia Lean. La estrategia de SAINC deberá abordar todos los aspectos de la cobertura organizativa e identificar las necesidades que tienen los proyectos para la implementación Lean, la capacitación requerida y cómo se mantendrá la implementación.

La organización ha diseñado formalmente una serie de pantallas visuales importantes a nivel de equipo que son utilizadas por todos los miembros para supervisar las métricas clave de rendimiento, como por ejemplo indicadores de desempeño de tiempo y costo. Es fácil ver cuándo una actividad está adelantada o atrasada. Los beneficios obtenidos de las buenas prácticas son registrados y transferidos al resto de la organización.

En cuanto a la gestión de la cadena de suministro la organización desde la Gerencia ha realizado alianzas estratégicas con proveedores de insumos críticos, con los cuales se tiene avances importantes en la mejora de tiempos de entrega, economía de escala y calidad de productos, para lograrlo se a generado una cultura colaborativa entre las partes interesadas.

En síntesis, SAINC frente al estándar que presenta la herramienta de evaluación, se encuentra en un nivel de madurez intermedio entre el uno y el dos, es decir que la organización tiene progresos importantes en la implantación Lean en algunas áreas, además del desarrollo de buenas prácticas en áreas específicas.

7.4 Propuesta de Mejora y Recomendaciones

En La Política del SGI claramente identifica el compromiso con la búsqueda de mejora continua de procesos, para mantener altos estándares de desempeño, con la participación de los colaboradores de la organización, proveedores y contratistas, con el fin de generar valor al cliente y ser reconocidos como la mejor alternativa del mercado. Para lograr lo anterior es necesario que la empresa estructure un mecanismo de despliegue que permita vincular la estrategia con la implantación Lean en todos los niveles de la organización y su cadena de suministros.

Los Líderes de procesos están familiarizados con la metodología Lean, pero es necesario que la empresa realice un esfuerzo para implementar un programa de capacitaciones formal que permita generar un enfoque unificado, con objetivos claros de formación, para que posteriormente estos Líderes comiencen a capacitar a otros empleados. Es importante el compromiso y el acompañamiento de la Gerencia para establecer una visión Lean desde el más alto nivel. Además de la capacitación, los Líderes deben comprometerse con una autoeducación continua en Lean, educar a otros en términos de despliegue Lean y eliminación de residuos, impulsar una cultura de mejora continua utilizando herramientas visuales y reuniones diarias de producción, asegurar que todas las actividades de mejora estén documentadas y se compartan las prácticas recomendadas.

Es necesario el desarrollo de un plan de acción de mejora Lean, el cual deberá establecerse como una estrategia a largo plazo centrándose en mejoras continuas, los objetivos del plan deberán estar claramente definidos y ubicados en una escala de tiempo definida. Todos los empleados deberán ser conscientes de la existencia del plan y de cómo es su interacción para llevarlo a cabo.

Para avanzar en el desarrollo Lean de los empleados, el Líder de la implementación Lean deberá concertar objetivos de mejora continua para todos los empleados de procesos clave, estos objetivos deberán ser cotejados e incluidos en revisiones individuales de desarrollo personal.

Con el fin de generar una conciencia del concepto de cliente interno en la organización, es importante empezar a reconocer el rendimiento y requisitos con los que se debe producir las salidas de los procesos, para lo cual es necesario implementar un registro de indicadores de cumplimiento, que permitan realizar un monitoreo adecuado de los compromisos, como también el análisis de problemas para proponer mejoras. Por otra parte, para afianzar el concepto de cliente externo y la forma de entregar valor, es necesario que las encuestas de satisfacción realizadas a los clientes sean analizadas, retroalimentadas y cuantificadas para que todos los involucrados sean conscientes del rendimiento actual y de las posibles áreas de preocupación.

En términos generales se debe realizar esfuerzos enfocados en generar cultura de trabajo estandarizado y mejora continua, Lean brinda varias herramientas que pueden empezar a ser implementadas para lograr este cambio cultural en pro de maximizar el valor para el cliente, estas herramientas deben estar identificadas en la estrategia de implantación Lean, deberán ser comunicadas adecuadamente al personal y estar disponibles en el intranet para ser consultadas cuando sea requerido.

El plan de implementación y desarrollo Lean deberá ser transferido progresivamente a la cadena de suministros, se debe seleccionar un grupo de proveedores principales para comenzar el programa en conjunto, con la metodología Last Planner System es posible llevar acabo esta interacción ya que es una herramienta colaborativa para la planeación de actividades donde se involucran todas las partes que intervienen en el proceso, para este caso los proveedores críticos.

El propósito de realizar estas propuestas de mejora en la organización es el de avanzar en la implementación de Lean de forma progresiva, para alcanzar un nivel de madurez superior en cada una de las áreas temáticas evaluadas. En la Ilustración 26 se muestra los niveles de madurez actual y el nivel de madurez objetivo, el cual deberá ser evaluado en un periodo de 12 meses para verificar su cumplimiento.

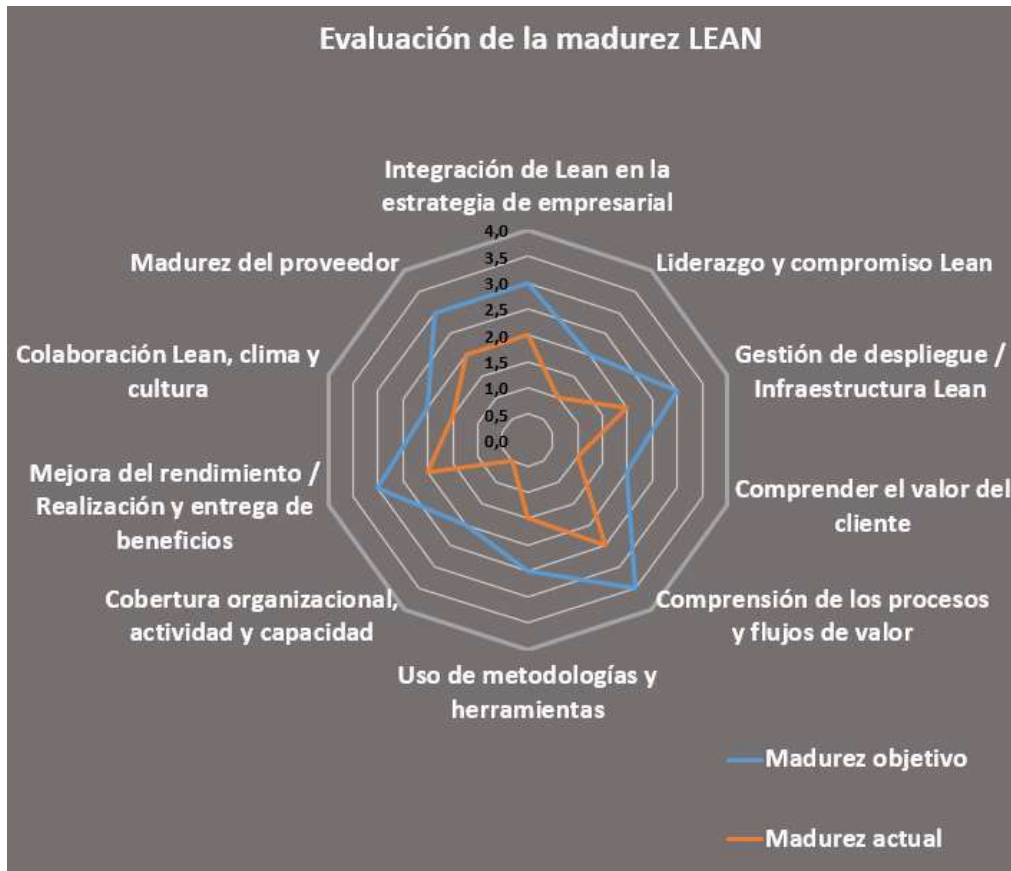


Ilustración 27. Grafica de radar madurez actual vs madurez objetivo

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez realizada la revisión bibliográfica y de estado del arte, se observa que en la comunidad académica se reportan más de 50 propuestas de herramientas diseñadas para medir las capacidades y el desempeño de procesos de las organizaciones, estas herramientas son denominadas modelos de madurez, además se encuentran estudios de caso donde se implementa algunos de estos modelos en empresas de construcción.

Al contar con una amplia variedad de modelos de madurez de diversas características, la indagación por medio del juicio de expertos, para determinar cuáles son los criterios que se deben tener en cuenta, para seleccionar la herramienta de evaluación de la madurez de una organización del sector de la construcción, es un recurso determinante. La verificación de la validez de los datos recolectados, mediante la implementación de un Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM), define la pertinencia de los criterios valorados por los expertos.

Los criterios definidos en el SEM funcionan agrupados en seis categorías que se relacionan entre sí, iniciando con los procesos de la alta dirección, cruzando por los procesos de apoyo, gestión e información, los cuales son encausados para brindar soporte y apoyo a los procesos de mejoramiento de la producción.

La implementación del modelo de madurez en la empresa de construcción caso de estudio, motivo la revisión de los procesos que hacen parte de su sistema de gestión, para la fase de ejecución de proyectos de infraestructura, estos procesos si bien se encuentran definidos, la forma como están explicados no son entendibles ya que no están representados en términos de flujos de trabajo donde se puedan identificar como están configurados y relacionados entre sí los proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes. La implantación de la herramienta SIPOC permitió un entendimiento claro de los flujos de trabajo de estos procesos.

El resultado de la evaluación de madurez determino que la organización se encuentra en un nivel medio-bajo de madurez, lo que quiere decir que frente al marco de metodología de gestión Lean la empresa reporta progresos importantes en la implantación Lean en algunas áreas, además del desarrollo de buenas prácticas. Para seguir avanzando hacia niveles superior de madurez, la empresa debe implementar mejoras estratégicas encaminadas a fortalecer la cultura de mejora continua, además de un programa de capacitaciones para que los Líderes de procesos se empoderen en cada una de sus áreas para llevar a cabo la implementación de Lean.

El objetivo principal de implementar modelos de madurez es incentivar a las organizaciones a desarrollar su actividad económica con altos estándares de calidad, generando el máximo valor a sus clientes y minimizando los desperdicios en sus procesos, dentro de una cultura organizacional de mejora continua.

Para garantizar el éxito de la implementación de una herramienta de gestión, se debe concientizar a la alta gerencia sobre los beneficios que genera la gestión de proyectos. Así, tras lograr su aprobación, debe garantizarse la inversión de recursos para capacitar a todo el equipo de trabajo, la generación de estrategias para el inicio y puesta en marcha y el compromiso total con la cultura de mejoramiento continuo.

9 TRABAJOS FUTUROS

Proponer una herramienta de evaluación de madurez en la gestión de proyectos, teniendo en cuenta las categorías de criterios definidos en El Modelo de Ecuaciones Estructurales presentado en esta investigación.

En una empresa constructora, realizar la aplicación de tres de los modelos de madurez explicados en el marco teórico del presente trabajo, para analizar y comparar los resultados.

Implementar metodología y herramientas Lean en una empresa o proyecto de construcción.

10 BIBLIOGRAFÍA

- Botero E, D. (2019). MODELO HIBRIDO DE GESTIÓN PARA PROYECTOS DE CONTRUCCIÓN EN COLOMBIA.
- Botero, L. (2004). Guía del mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean construction como estrategia de mejoramiento). *Universidad EAFIT*, 16.
- Cano, S. (2019). Modelo de evolución de la madurez de Lean Construction en la gestión de producción de proyectos de construcción. *Universidad del Valle*.
- Cano, S. L. (2019). Modelo de Evolución de la Madurez de Lean Construction en la Gestión de Producción de Proyectos de Construcción (SLC-EModel) . (*Tesis de doctorado*). Universidad del Valle, Cali.
- Cano, S., Botero, & Rivera. (2017). Evaluación del desempeño de Lean Construction. *Revista Espacios*, 17.
- Cooke. (2001). In PMI Annual Seminars and Symposium. *Beyond the PMBOK Guide* (pág. 11). Nashville: TS.
- Cooke, T. (2009). Maturity and Measurement What Are the Relevant Questions about Maturity and Metrics for a Project-based Organization to Ask, and What Do They Imply for Project Management Research. *Human Systems Limited*, 10.
- Eulate, U. A. (2005). La aportación de la “Cadena Crítica” frente a la gestión clásica de proyectos . *IX Congreso de Ingeniería de Organización Gijón, 8 y 9 de septiembre de 2005* , 11.
- Gomez, A. (2016). Análisis de la Productividad en la Construcción. *INGE CUC*, 11.
- GSW Consultancy Limited. (2013). PRINCE2® Maturity Model (P2MM). *AXELOS*, 34.
- Highways Agency. (2012). Highways Agency Lean Maturity Assessment Toolkit (HALMAT). 31.
- Highways England. (25 de enero de 2018). *www.gov.uk*. Obtenido de www.gov.uk/guidance/highways-england-lean-maturity-assessment-helma: <https://www.gov.uk/guidance/highways-england-lean-maturity-assessment-helma>
- Instituto Mexicano de Lean Construction. (14 de 10 de 2019). *lcimexico.org*. Obtenido de <https://lcimexico.org/uncategorized/que-es-y-como-aplicar-la-filosofia-lean-construction/>
- Jeong, K. (2004). Structured process improvement for construction enterprises (SPICE) level 3 : esta

- blishing a management infrastructure to facilitate process improvement at an organisational level. *Salford Centre for Research and Innovation (SCRI)*, 48.
- Jugdev, K. T. (2002). Project management maturity models: the silver bullets of competitive advantage? . *Project Management Journal*, 33.
- Kahn, J. H. (2006). Factor Analysis in Counseling Psychology Research, Training, and. *The Counseling Psychologist*,, 35.
- Kaplan, D. (2000). Structural Equation Modeling: Foundations and Extensions. *Advanced Quantitative Techniques in the Social*.
- Kerzner, H. (2001). *Strategic planning for Project management, using a Project management maturity model*. United States of America: John Wiley & Sons.
- Kerzner, H. (2005). Using the Project Management Maturity Model. New York, Estados Unidos: John Wiley & Sons.
- Kerzner, H. (2005). *Using the Project Management Maturity Model. Second Edition*. Estados Unidos: John Wiley & Sons.
- Kerzner, H. (2019). *Using the Project Management Maturity Model Strategic Planning for Project Management*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons.
- Klimko, G. (2001). Knowledge Management and Maturity Models: Building Common Understanding. *2nd European Conference Knowledge Management*.
- Kline, R. (2011). Principles and practice of structural equation modeling. Structural. *New York: The Guilford Press*.
- Koskela, L. (1992). Application of the new production philosophy to construction. *CIFE Technical Report #72*, 81.
- Kwak, Y. H., & Williams, I. C. (2002). Project Management Process Maturity (PM)2. *Journal of Management in Engineering*, 6.
- Kwak, Y.-H. (2005). *The story of managing projects : an interdisciplinary approach / edited by Elias G. Carayannis, Young Hoon Kwak, Frank T. Anbari*. Westport CO (USA): Greenwood Publishing Group.
- Kwan S. Jeong, M. K. (2006). Embedding good practice sharing within process improvement . *Emerald Insight*, 22.
- Massachusetts Institute of Technology. (2012). *LESAT Facilitator's Guide Version 2.0*. New York, USA: Enabling Enterprise Excellence.
- McKinsey. (2017). Un primer balance sobre la productividad en el sector de la construcción. *Camacol*, 10.

- Perkins, L. N., Leyla, A., & Valerdi, R. (2010). Insights from enterprise assessment: How to analyze LESAT results for enterprise transformation. *Information Knowledge Systems Management* 9, 23.
- Prado, L. J. (2019). Grado de madurez en gestión de proyectos de una empresa constructora de vivienda: Un análisis en Colombia. *Espacios*, 13.
- Project Management Institute. (2003). *Organizational Project Management Maturity Model (OPM3)*. Pennsylvania USA: Project Management Institute, Inc.
- Rosenstock, C. (2000). *Maturity Model Implementation and Use: A case Study, proceeding of the Project Management Institute Annual Seminars & Symposium*. Houston TX: Project Management Institute.
- Russell D, A., & Santos Do Prado, D. (15 de 04 de 2012). *www.maturityresearch.com*. Obtenido de <http://www.maturityresearch.com/novosite/es/index.html>
- Sainc Ingenieros Constructores. (2020). *WWW.SAINC.CO*. Obtenido de <http://www.sainc.co/quienes-somos/>
- Sarshar M, R. H. (2000). SPICE: a business process diagnostics tool for construction projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 12.
- Serpell, A. (2002). *Administración de operaciones de construcción*. Santiago de Chile: Alfaomega.
- Solarte Pazos, L. S. (2014a). Gerencia de proyectos y estrategia organizacional: el modelo de madurez en Gestión de Proyectos CP3M V5.0. *Revista Innovar*, 14.
- Solarte Pazos, L., Sanchez Arias, L., & Garavito, M. (2014b). Gerencia de proyectos y estrategia organizacional: un modelo de madurez en CP3M. *Universidad del Valle*.
- Solarte, L.-P. L.-A. (2014). Gerencia de proyectos y estrategia organizacional: el modelo de madurez en Gestión de Proyectos CP3M© V5.0*. *INNOVACION JURNAL*, 14.
- Weston, R., & Gore, P. (2006). A Brief Guide to Structural. *THE COUNSELING PSYCHOLOGIST*, 33.
- White, S. K. (16 de marzo de 2018). *www.cio.com*. Obtenido de <https://www.cio.com/article/2437864/process-improvement-capability-maturity-model-integration-cmmi-definition-and-solutions.html>
- Willis, C. J. (2011). The construction industry macro maturity model (CIM3): theoretical underpinnings . *Emeral dinsight*, 21.
- World Economic Forum. (2018). The Global Competitiveness Report 2018. 671.
- World Economic Forum. (2019). The Global Competitiveness Report 2019. 666.

11 ANEXOS

11.1 Anexo A. Comparativo Modelos de Madurez (MM)

Tabla 18. Cuadro comparativo Modelos de Madurez (MM)

COMPARATIVO MODELOS DE MADUREZ (MM)								
No.	CRITERIOS	CIM3	CMMI	CP3M V5.0	OPM3	PMMM	P3M3	P2MM
1	País de origen	Canadá	USA	Colombia	USA	USA	UK	UK
2	Versionamiento/No. Versiones	No	Si/4	Si/2	Si/3	Si/3	Si/3	Si/2
3	Año última versión	2011	2018	2014	2013	2019	2010	2013
4	Certificaciones	No	Si	No	Si	No	Si	No
5	Objetivo	Modelar la madurez de la industria de la construcción a nivel macro para proporcionar indicadores líderes del desempeño del proyecto; proporcionar un contexto en el cual interpretar el desempeño del proyecto; permitir comparaciones entre varias regiones; y proporcionar orientación con respecto a las	Ayudar a las organizaciones a mejorar su rendimiento y capacidad para entregar de manera consistente y predecible los productos, servicios y bienes de origen que sus clientes desean, cuando lo desean y a un precio que están dispuesto a pagar. Desde una perspectiva interna de la organización, CMMI ayuda a las empresas a mejorar el rendimiento	Mejorar la competitividad de las organizaciones nacionales frente a organizaciones de otros países, mediante la utilización de estándares internacionales y consecuentemente con el mejoramiento del desempeño de las compañías y sus proyectos.	Facilitar un camino a las organizaciones para que puedan comprender la gestión de proyectos organizacionales y puedan medir su madurez versus un extenso y amplio conjunto de mejores prácticas en la gestión de proyectos organizacionales.	Ofrecer herramientas de evaluación para organizaciones de todos los tamaños para evaluar su progreso en la integración efectiva de la gestión de proyectos a lo largo de la curva de madurez.	Proporcionar un puntaje de evaluación y medición para el portafolio, el programa y las actividades relacionadas con el proyecto dentro de las áreas del proceso que contribuyen a lograr un resultado exitoso del proyecto.	Proporciona un marco con el cual las organizaciones pueden evaluar su adopción actual del método de gestión de proyectos PRINCE2 y establecer planes de mejora con resultados medibles basados en las mejores prácticas de la industria.

13	Su origen está fundamentado en un modelo de gestión estándar?	No																
	No.	CRITERIOS	SPICE	MPCM	PM2	PMBOK	HALMAT	PMBOK	PMBOK, AGILE-SCRUM	LESAT	PRINCE2, MSP	PRINCE2	SLC - Emodel					
	1	País de origen	UK	Brasil	USA	UK	UK	UK	UK	USA	USA	Colombia						
	2	Versionamiento/No.	No	No	Si	Si/2	Si/2	Si/2	No	Si/2	Si/2	No	No					
	3	Año último versión	2002	2005	2002	2012	2012	2012	2018	2012	2012	2019						
	4	Certificaciones	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No					
	5	Objetivo	Ayudar a las organizaciones de construcción a mejorar sus procesos de gestión de manera estructurada.	Evaluar la madurez del departamento o sector de una organización, teniendo en cuenta las siguientes características: - 5 niveles diferentes y 7 dimensiones - Considera procesos, personas, tecnología y estrategia. - Se adhiere a los niveles y dimensiones de PMBOK (PMI) e ICB (IPMA)	Integrar prácticas, procesos y modelos de madurez de PM previos para mejorar la efectividad de PM en la organización.	Ayudar a las organizaciones de la cadena de suministro de la Agencia de Carreteras del Reino Unido a determinar en qué medida se han transformado para adoptar los principios Lean en línea con la Agencia.	Ayudar a las organizaciones (o parte de ellas) que hacen parte de la cadena de suministros de la Agencia de Carreteras de Reino Unido, utilizando una serie de áreas temáticas que están alineadas con principios LEAN para determinar su Madurez.	Permitir la autoevaluación de las organizaciones (o parte de ellas) que hacen parte de la cadena de suministros de la Agencia de Carreteras de Reino Unido, utilizando una serie de áreas temáticas que están alineadas con principios LEAN para determinar su Madurez.	Evaluar el nivel de las empresas a través de una metodología diseñada para guiar el liderazgo mediante el proceso de transformación hacia una empresa más Lean	Evaluar el nivel de las acciones de mejoramiento de la Gestión de producción de proyectos de construcción al integrar a Lean Construcción como su sistema de producción.								

6	Niveles de madurez	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inicial/caótico 2. Planificado y seguido 3. Comparte buenas practicas 4. Cuantitativamente controlado 5. Mejorado continuamente 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inicial AD-HOC 2. Conocido 3. Definidos o normalizados 4. Administrado 5. Optimizados 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Etapa AD-HOC 2. Etapa planificación 3. Etapa de administración 4. Etapa integrada 5. Etapa de sostenimiento 	<p>Nivel 0</p> <p>Nivel 1</p> <p>Nivel 2</p> <p>Nivel 3</p> <p>Nivel 4</p>	<p>Nivel 0. Sin empezar</p> <p>Nivel 1. Comenzó a mostrar algunos avances iniciales en algunas áreas.</p> <p>Nivel 2. Desarrollo y entrega de buenas prácticas en áreas específicas</p> <p>Nivel 3. Evidencia de buenas prácticas y mejora del rendimiento en muchas áreas</p> <p>Nivel 4. Excelente logro integral de la organización</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poca conciencia del marco LEAN, tienen pocas actividades que se ejecutan con este criterio. 2. Hay conciencia del marco LEAN, y se desarrolla en varias áreas de trabajo, con diversos grados de efectividad y sostenibilidad. 3. Un método de trabajo para aplicar LEAN en la mayoría de áreas de trabajo, con métricas, y buena sostenibilidad. 4. Mejora continua en la organización, y sostenibilidad de las mejoras aplicadas 5. La aplicación del marco LEAN está bien definida a lo largo de la organización, reconocida como 	<p>Nivel 1</p> <p>Nivel 2</p> <p>Nivel 3</p> <p>Nivel 4</p> <p>Nivel 5</p>
---	--------------------	--	--	--	--	--	---	--

11.2

Anexo B. Categorización de los Criterios encontrados en los Modelos de Madurez

Tabla 19. Categorización criterios encontrados en los Modelos de Madurez

CATEGORIZACION DE LOS CRITERIOS ENCONTRADOS EN LOS MODELOS DE MADUREZ					
MM	CRITERIO	CATEGORIA	MM	CRITERIO	CATEGORIA
CP3M V5.0	Guía PMBOK	Proyecto (Integración, Alcance, Tiempo, Costo, Calidad, RRHH, Comunicaciones, Riesgos, Adquisiciones e Interesados)	PRINCE 2 (P2MM)	Gestión del Control	Control
CP3M V5.0	Alineación estratégica	Organizacional	PRINCE 2 (P2MM)	Gestión de Beneficios	Beneficios
CP3M V5.0	Aprendizaje	Lecciones aprendidas, documentación proyectos, Comunicaciones	PRINCE 2 (P2MM)	Gestión financiera	Costos
CP3M V5.0	Adaptabilidad	Procesos	PRINCE 2 (P2MM)	Compromiso de los Interesados	Interesados
CP3M V5.0	Ciclo de vida	Inicio, planeación, ejecución, monitoreo y control, cierre	PRINCE 2 (P2MM)	Gestión de Riesgos	Riesgos
CIM3	Gestión de Compras	Adquisiciones	PRINCE 2 (P2MM)	Gobernanza Organizacional	Liderazgo
CIM3	Gestión de Costes	Costos	PRINCE 2 (P2MM)	Administración de recursos	Recursos
CIM3	Gestión de Calidad	Calidad	SPICE	Compromiso	Liderazgo
CIM3	Gestión Medioambiental	Medio ambiente	SPICE	Capacidad	Técnica
CIM3	Gestión de Recursos Humanos	RRHH	SPICE	Actividad	Procesos
CIM3	Gestión de Salud y Seguridad	Seguridad	SPICE	Evaluación	Evaluación
P3M3	Logro funcional / objetivos del proceso	Proyecto (Alcance, tiempo, costos)	SPICE	Verificación	Control
P3M3	Enfoque	Interesados, Riesgos	PM2	Gestión Integración del Proyecto	Integración

P3M3	Despliegue	Procesos	PM2	Gestión del Alcance, Tiempo y costes del Proyecto	Proyecto (Alcance, tiempo, costos)
P3M3	Revisión	Control	PM2	Gestión calidad del proyecto	Calidad
P3M3	Percepción	Calidad	PM2	Gestión de RR HH del Proyecto	RRHH
P3M3	Medidas de desempeño	Mejoramiento (beneficios)	PM2	Gestión Comunicaciones del Proyecto	Comunicaciones
PMMM-KEZNER	Gestión del alcance y la integración, Gestión del cronograma, costo, adquisiciones, calidad, riesgo, y comunicaciones	Proyecto (Integración, Alcance, Tiempo, Costo, Calidad, RRHH, Comunicaciones, Riesgos, Adquisiciones)	PM2	Gestión Riesgos del Proyecto	Riesgos
PMMM-KEZNER	Reconocimiento de la necesidad de implementar procesos y metodologías. Formación en gestión de proyectos.	Procesos	PM2	Gestión adquisiciones del proyecto	Adquisiciones
PMMM-KEZNER	Procesos integrados. Apoyo de la cultura de la organización y en la gestión en todo los niveles	Integración	MPCM	Competencia en gestión de proyectos y programas	Proyecto (Alcance, tiempo, costos)
PMMM-KEZNER	Procesos y metodología enfocada al Benchmarking. Cultura enfocada al Benchmarking.	Comunicación	MPCM	Competencia en aspectos técnicos y contextuales	Técnica
PMMM-KEZNER	Planificación estratégica para la gestión de proyectos. Transferencia de conocimiento	Organizacional	MPCM	Competencia conductual	Liderazgo

LESAT	Transformación empresarial / liderazgo	Liderazgo, Organizacional	MPCM	Uso metodológico	Procesos
LESAT	Procesos de ciclo de vida	Integración, técnica, control, riesgos	MPCM	Informatización	Comunicación
LESAT	Infraestructura habilitadora	Calidad, procesos	MPCM	Uso de la conveniente estructura organizacional.	Organizacional
CMMI	Validación, Verificación, Solución técnica	Técnica	MPCM	Alineamiento estratégico	Integración
CMMI	Planificación del proyecto, Gestión de acuerdos con proveedores, Seguimiento y control del proyecto, Gestión integrada del proyecto	Integración, Proyecto	OPM3	Estandarizar. Medir. Controlar.	proyectos (alcance, tiempo, costos)
CMMI	gestión de procesos, definición de procesos organizativos	Procesos	OPM3	Mejora continua	beneficios
CMMI	Aseguramiento de la calidad de procesos y productos, su medición y análisis	Calidad	OPM3	Cultura organizacional enfocada a la gerencia de proyectos	Organizacional
HALMAT	Uso estratégico de Lean	Integración	HELMA	Integración de Lean en la estrategia empresarial	Integración
HALMAT	Sistemas financieros, de información y adquisiciones	Costos, comunicaciones, adquisiciones	HELMA	Liderazgo y compromiso Lean	Liderazgo
HALMAT	Liderazgo Lean	Liderazgo	HELMA	Comprender el valor del cliente	Clientes
HALMAT	Estructura y comportamiento Lean	Organizacional	HELMA	Gestión de despliegue / Infraestructura Lean	Comunicaciones
HALMAT	Desarrollo de personas	RRHH	HELMA	Comprensión de procesos y flujos de valor	Procesos
HALMAT	Trabajo colaborativo	Equipo	HELMA	Uso de metodologías y herramientas Lean	Buenas prácticas

HALMAT	Entrega de Valor	Clientes		HELMA	Cobertura organizacional, actividad y capacidad	Organizacional
HALMAT	Trabajo estándar	Calidad		HELMA	Mejora del rendimiento / realización de beneficios y entrega	Mejoramiento (beneficios)
HALMAT	Flujo de proceso	Procesos		HELMA	Colaboración Lean, clima y cultura	RRHH
HALMAT	Control del proceso y garantía de calidad	Mejoramiento (beneficios)		HELMA	Madurez del proveedor	Evaluación
SLC-Emodel	Compromiso de la alta dirección	Estrategia		SLC-Emodel	Soporte operativo a la producción	Técnico
SLC-Emodel	Liderazgo Lean	Liderazgo		SLC-Emodel	Mejoramiento del sistema de producción	Procesos, calidad
SLC-Emodel	Trabajo en Equipo	Equipo		SLC-Emodel	Mejoramiento de la producción	Beneficios
SLC-Emodel	Ambiente de trabajo	RRHH				

11.3

Anexo C. Resultado de la realización del Modelo de Ecuaciones Estructurales

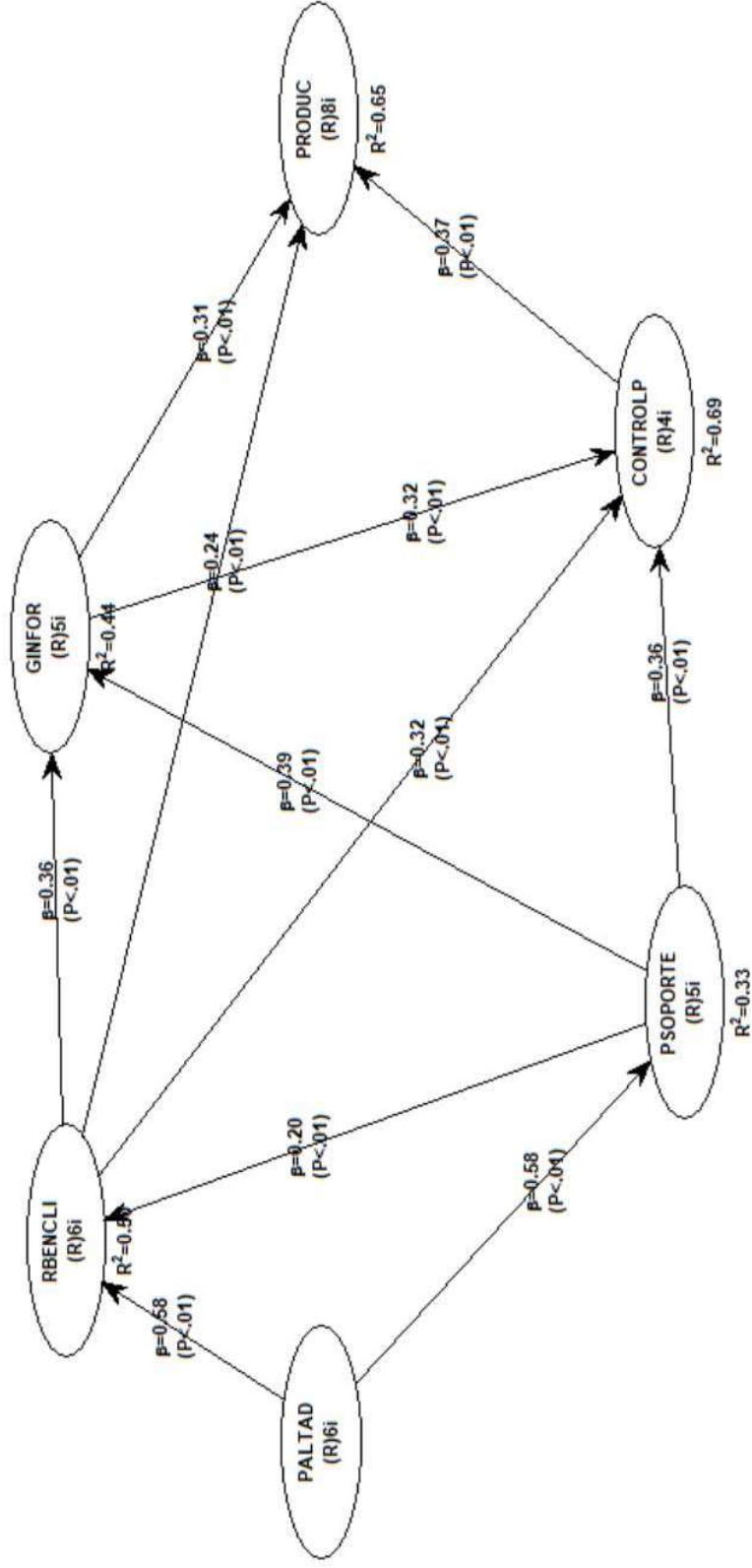


Ilustración 28. Diagrama resultante del Modelo de Ecuaciones Estructurales

Tabla 20. Afinidad entre variables según Modelo de Ecuaciones Estructurales

	PSOPORTE	GINFOR	PALTAD	CONTROLP	PRODUCC	RBENCLI	Type (as defined)	SE	P-value
CAL1	(0.726)	-0.053	0.215	0.114	-0.189	-0.125	Reflective	0.051	<0.001
PRO1	(0.774)	-0.314	-0.079	0.256	0.184	-0.092	Reflective	0.051	<0.001
EJEC1	(0.750)	0.178	0.006	-0.190	0.170	0.043	Reflective	0.051	<0.001
EJEC2	(0.816)	0.116	0.090	-0.169	-0.175	0.025	Reflective	0.060	<0.001
PRO2	(0.724)	0.074	-0.239	0.000	0.014	0.150	Reflective	0.051	<0.001
EQU1	0.155	(0.759)	-0.287	0.141	-0.332	0.291	Reflective	0.051	<0.001
EST1	0.006	(0.739)	0.244	0.008	0.277	-0.255	Reflective	0.051	<0.001
INT2	-0.111	(0.753)	0.082	0.080	0.225	-0.170	Reflective	0.051	<0.001
EQU2	-0.182	(0.747)	-0.014	-0.078	0.288	-0.023	Reflective	0.051	<0.001
EJEC3	0.128	(0.766)	-0.018	-0.150	-0.440	0.148	Reflective	0.051	<0.001
DIR1	0.183	-0.068	(0.638)	-0.404	0.206	0.090	Reflective	0.062	<0.001
CAL2	-0.296	-0.047	(0.680)	0.675	-0.025	0.093	Reflective	0.062	<0.001
PRO3	-0.052	0.212	(0.815)	0.041	-0.239	0.135	Reflective	0.060	<0.001
CON1	-0.072	-0.084	(0.739)	0.118	-0.072	-0.269	Reflective	0.061	<0.001
DINA	-0.036	0.114	(0.710)	-0.125	0.215	0.078	Reflective	0.061	<0.001
DIN5	0.342	-0.194	(0.602)	-0.386	-0.032	-0.145	Reflective	0.063	<0.001
CON4	-0.165	-0.029	0.139	(0.755)	-0.213	0.061	Reflective	0.051	<0.001
PRO4	-0.011	-0.126	0.213	(0.858)	0.093	-0.209	Reflective	0.060	<0.001
CAL3	0.361	-0.204	-0.153	(0.765)	0.196	0.015	Reflective	0.061	<0.001
EJEC5	-0.189	0.379	-0.226	(0.753)	-0.092	0.161	Reflective	0.061	<0.001
PVE1	-0.203	0.135	-0.116	0.328	(0.708)	0.102	Reflective	0.061	<0.001
INT5	-0.063	0.174	0.153	-0.261	(0.713)	0.019	Reflective	0.061	<0.001
DIR2	-0.085	0.111	-0.013	0.097	(0.771)	-0.178	Reflective	0.061	<0.001
CAL4	0.403	-0.047	-0.192	-0.188	(0.683)	0.073	Reflective	0.062	<0.001
DIR3	0.052	0.020	0.093	-0.452	(0.720)	0.325	Reflective	0.061	<0.001
EJEC6	-0.119	-0.061	-0.023	0.196	(0.674)	-0.271	Reflective	0.062	<0.001
EST3	0.084	-0.159	-0.058	0.154	(0.755)	-0.068	Reflective	0.051	<0.001
PVE2	-0.058	-0.177	0.149	0.117	(0.714)	0.003	Reflective	0.051	<0.001
PVE3	0.082	0.082	-0.059	-0.155	0.065	(0.742)	Reflective	0.051	<0.001
PVE4	0.177	0.088	-0.128	-0.358	-0.057	(0.732)	Reflective	0.051	<0.001
EST4	-0.074	0.083	0.165	0.118	-0.087	(0.805)	Reflective	0.050	<0.001
CON5	-0.053	-0.161	0.054	0.129	0.087	(0.775)	Reflective	0.051	<0.001
EQU5	-0.060	0.051	-0.117	0.016	0.005	(0.851)	Reflective	0.060	<0.001
PRO5	-0.046	-0.135	0.075	0.202	-0.010	(0.830)	Reflective	0.060	<0.001

11.4 Anexo D. Caracterización de procesos utilizando la herramienta SIPOC

Tabla 21. SIPOC Iniciación de Proyecto

Caracterización Proceso Iniciación del Proyecto			
PROVEEDOR	ENTRADA	PROCESO	SALIDA
<p>1. Comercial</p> <p>2. Director Jurídico</p>	<p>1. Propuesta (documentos del proyecto)</p> <p>2. Copia del contrato con el cliente</p>	<p>1. Identificar datos importantes para la ejecución de la obra.</p> <p>2. Definir el objetivo, los entregables y requerimientos de alto nivel del proyecto de acuerdo a la solicitud del cliente.</p> <p>3. Identificar las condiciones, restricciones financieras del proyecto y listar todos los riesgos de acuerdo a cada clasificación del formato IDP-R-001.</p> <p>4. Definir los participantes del proyecto de acuerdo a la solicitud del cliente o los participantes contemplados en la licitación.</p> <p>5. Diligenciar el formato del acta de constitución del proyecto IDP-R-001 de acuerdo al instructivo IDP-I-003.</p> <p>7. Formalizar el acta de constitución del proyecto IDP-R-001 con la dirección general al siguiente día de revisar y aprobar el acta.</p> <p>8. Enviar por correo electrónico la copia firmada del acta de constitución del proyecto a la dirección general inmediatamente se formalice el formato IDP-R-001 .</p> <p>9. Comunicar por correo electrónico el acta firmada de constitución del proyecto IDP-R-001 a los siete días después de la adjudicación del proyecto a todos los interesados y participantes.</p> <p>10. Archivar de acuerdo al instructivo para manejo de archivo con TRD SGI-I-006.</p>	<p>1. Acta de constitución del proyecto</p>
<p>1. Comercial</p> <p>2. Director Jurídico</p>	<p>1. Propuesta (documentos del proyecto)</p>	<p>1. Identificar el producto final del proyecto del primer nivel, aquello que debe ser</p>	<p>1. Comité estratégico</p> <p>Planificación del Proyecto</p> <p>2. EDT General del proyecto (hasta nivel 3)</p> <p>2. Planificación del Proyecto</p>

	2. Copia del contrato con el cliente	<p>entregado para cumplir con los objetivos descritos en el acta de constitución del proyecto.</p> <p>2. Descomponer los entregables del primer nivel a un nivel 2 y 3 de detalle apropiado para administrarlo y controlarlo (IDP-R-002), una vez se formalice el acta de constitución del proyecto. El nivel de detalle puede darse en términos de otros entregables o paquetes de trabajo (macro actividades).</p> <p>3. Revisar y aprobar la EDT (estructura de descomposición del trabajo) a los nueve días después de formalizada el acta de constitución del proyecto.</p> <p>4. Enviar por correo electrónico la EDT (estructura de descomposición del trabajo) hasta el nivel 3 al director de construcciones y al director de obra al siguiente día de revisada y aprobada.</p>		
--	--------------------------------------	--	--	--

Tabla 22. SIPOC Planificación del Proyecto

Caracterización proceso Planificación del Proyecto				
PROVEEDOR	ENTRADA	PROCESO	SALIDA	CLIENTE
1. Iniciación del Proyecto	1. EDT General del proyecto (hasta nivel 3)	<p>1. Revisar la EDT y verificar que todos los entregables del proyecto estén Identificados hasta el nivel 3 por parte del área comercial.</p> <p>2. Descomponer los entregables hasta un nivel 4 y 5 de acuerdo al instructivo IDP-I-002 inmediatamente se reciba la información del área comercial.</p> <p>3. Revisar y aprobar la EDT (estructura de descomposición del trabajo) a los nueve días después de recibida la información del área comercial y estar al nivel 4 y 5.</p>	1. EDT nivel 4 o 5	1. Construcción, monitoreo y control de obra

<ol style="list-style-type: none"> 1. Comercial 2. Suministros 3. División de concretos 4. División de equipos 5. Contrataciones 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Presupuesto interno y análisis de precios unitarios 2. Listado de precios de materiales actualizados 3. Listado de precios de concretos actualizados 4. Listado de tarifas de equipos actualizados 5. Cotizaciones de actividades a todo costo actualizadas 	<p>4. Publicar en la carpeta compartida del proyecto la EDT (estructura de descomposición del trabajo) aprobada.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión del presupuesto interno y APUS (análisis de precios unitarios) 2. Identificación de equipos y materiales críticos para la ejecución del proyecto (concretos, granulares, tuberías, aceros, etc.) 3. Identificación de actividades a contratar a todo costo. 4. Actualización de precios para el suministro de materiales críticos. 5. Actualización de precios para el suministro de concretos. 6. Actualización de precios equipos críticos. 7. Actualización de precios actividades a ejecutar a todo costo 8. Cuantificación de costos indirectos del proyecto. 9. Elaboración de presupuesto vertical utilizando software LICITA. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Presupuesto de trabajo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construcción, monitoreo y control de obra 2. Director de costos, Director de suministros, Director Plan dede OT
<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciación del Proyecto 2. Planificación del proyecto 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Propuesta (documentos del proyecto, incluye copia del contrato con el cliente) 2. EDT nivel 4 o 5 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definición de hitos del proyecto 2. Identificación y secuencia de actividades. 3. Estimación de rendimientos y duraciones. 4. Revisión de conflictos con el calendario de recursos o con otros proyectos. 5. Nivelar recursos si se requiere. 6. Definición línea base y ruta crítica del cronograma. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cronograma de obra 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construcción, monitoreo y control de obra
<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciación del Proyecto 2. Planificación del proyecto 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Propuesta (documentos del proyecto, incluye copia del contrato con el cliente) 2. Cronograma de obra 3. Presupuesto de trabajo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planear el personal administrativo de obra, asignación de roles, actividades y tiempo requerido para alcanzar los objetivos del proyecto. 2. Realizar el organigrama del proyecto. 3. Publicar el organigrama en el área técnica de la obra. 4. Realizar el registro de plan de recurso humano PDP-R-002. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plan de gestión de recursos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construcción, monitoreo y control de obra 2. Director talento humano

<p>1. Iniciación del Proyecto 2. Planificación del proyecto</p>	<p>1. Propuesta (documentos del proyecto, incluye copia del contrato con el cliente) 2. Cronograma de obra 3. Presupuesto de trabajo</p>	<p>1. Analizar estratégicamente las necesidades de los subcontratos de obra. 2. Definir los subcontratos de mano de obra. 3. Definir los subcontratos de suministros e instalación. 4. Identificar subcontratos que requieran tiempos especiales por trámites de importación. 5. Diligenciar el formato PDP-R-003 plan de contratación de servicio. 6. Gestionar aprobación del formato PDP-R-003 por parte del director de construcciones y el gerente técnico.</p>	<p>1. Plan de contratación de servicios</p>	<p>1. Construcción, monitoreo y control de obra 2. Director de OT</p>
<p>1. Iniciación del Proyecto 2. Planificación del proyecto</p>	<p>1. Propuesta (documentos del proyecto, incluye copia del contrato con el cliente) 2. Cronograma de obra 3. Presupuesto de trabajo</p>	<p>1. Analizar la necesidad de equipos para cada una de las actividades a ejecutar. 2. Revisar la cantidad y valor total licitado de cada equipo mayor y menor. 3. Definir el equipo mayor requerido para la ejecución de las actividades contratadas. 4. Definir el equipo menor requerido para la ejecución de las actividades contratadas. 5. Diligenciar el formato PDP-R-004 plan de equipos.</p>	<p>1. Plan de equipos</p>	<p>1. Construcción, monitoreo y control de obra 2. Jefe de equipos</p>
<p>1. Iniciación del Proyecto 2. Planificación del proyecto</p>	<p>1. Propuesta (documentos del proyecto, incluye copia del contrato con el cliente) 2. Cronograma de obra 3. Presupuesto de trabajo</p>	<p>1. Definición de las rutas de acceso y movilización interna. 2. Definición de la ubicación de estructuras provisionales (campamento, casino, punto(s) de encuentro, almacén). 3. Definición de la ubicación de equipos de elevación (en el caso que se requieran). 4. Definición de la ubicación de planta(s) de concreto. 5. Tramitar las solicitudes de conexión de servicios públicos necesarios para el funcionamiento de las instalaciones provisionales: energía, acueducto, alcantarillado</p>	<p>1. Layout de la Obra</p>	<p>1. Construcción, monitoreo y control de obra</p>

<p>1. Iniciación del Proyecto 2. Planificación del proyecto</p>	<p>1. Propuesta (documentos del proyecto, incluye copia del contrato con el cliente) 2. Cronograma de obra 3. Presupuesto de trabajo</p>	<p>6. Elaboración de plano con la ubicación de los accesos, rutas de circulación, estructuras provisionales y equipos de elevación.</p> <p>1. Elaborar del plan de inversión de anticipo. 2. Realizar proyección de facturación mensual según programación de obra. (Se debe tener en cuenta las retenciones y amortización de anticipo según contrato de obra). 3. Determinar el costo de obra mes a mes según presupuesto de trabajo y programación de obra (usar software LICITA). 4. Identificar anticipos para proveedores de materiales críticos y subcontratos de suministros e instalación. 6. Realizar cruce de ingresos y egresos proyectados mes a mes para todo el periodo de ejecución del proyecto.</p>	<p>1. Flujo de caja</p>	<p>1. Construcción, monitoreo y control de obra 2. Director de planeación financiera, Director de costos, Director de tesorería</p>
<p>1. Iniciación del Proyecto</p>	<p>1. Propuesta (documentos del proyecto, incluye copia del contrato con el cliente)</p>	<p>1. Identificar las actividades que hacen parte de los procesos constructivos que puedan comprometer la estabilidad de la obra. 2. Identificar las actividades de obligatorio cumplimiento por reglamentación gubernamental o por exigencia del cliente. 3. Determinar las actividades que a juicio del Director de obra deban ser objeto de seguimiento detallado. 4. Definir para cada actividad especificaciones técnicas de acuerdo a la normatividad vigente y exigencias del cliente. 5. Diligenciar el formato PRO-R-011 plan específico de calidad. 6. Diligenciar el formato PRO-R-012 plan de pruebas.</p>	<p>1. Plan específico de calidad y plan de pruebas</p>	<p>1. Construcción, monitoreo y control de obra</p>

<p>1. Iniciación del Proyecto 2. Planificación del proyecto</p>	<p>1. Propuesta (documentos del proyecto, incluye copia del contrato con el cliente) 2. Presupuesto de trabajo, cronograma de obra, plan específico de calidad, plan de pruebas, EDT nivel 4-5, organigrama</p>	<p>1. Descargar el formato PDP-R-001 para documentar el plan de manejo de obra y sus anexos: presupuesto de trabajo, cronograma de obra, plan específico de calidad, plan de pruebas, EDT nivel 4-5, organigrama 2. Comunicar el plan de manejo de obra al personal técnico administrativo que esté presente durante la etapa de pre-construcción y cuando ingrese nuevo personal. Se debe mantener una copia magnética actualizada del plan de manejo de obra en el Drive. 3. Divulgar los documentos que componen la planeación del proyecto al personal técnico de la obra que haga parte del equipo inicial y cuando ingrese personal nuevo en las diferentes etapas de la obra.</p>	<p>1. Plan de manejo de obra</p>	<p>1. Construcción, monitoreo y control de obra</p>
---	---	--	----------------------------------	---

Tabla 23. SIPOC Construcción, Monitoreo y Control de Obra

Caracterización proceso Construcción, Monitoreo y Control de Obra			
PROVEEDOR	ENTRADA	PROCESO	SALIDA
<p>1. Planificación del Proyecto</p>	<p>1. Presupuesto de trabajo 2. Cronograma de obra 3. Plan de gestión de recursos</p>	<p>1. Coordinar los métodos constructivos con la alternativa que permita ofrecer mayor valor al cliente. 2. Programar las actividades de obra de acuerdo con los tiempos establecidos en el cronograma. 3. Realizar las reuniones de coordinación de actividades con contratistas (metodología Last Planner) 4. Programar las necesidades de equipo (mayor, menor, formaletas e inspección y ensayo). 5. Programar las necesidades de materiales y elementos de seguridad semanalmente.</p>	<p>1. Planificación y coordinación para la ejecución de obras</p>
			<p>CLIENTE 1. Construcción, monitoreo y control de obra</p>

<p>1. Construcción, monitoreo y control de obra</p>	<p>1. Planificación y coordinación para la ejecución de obras.</p>	<p>6. Coordinar con la Dirección de Concretos la instalación de las plantas de concreto. 7. Solicitar contratación de servicio de actividades nuevas o mayores cantidades de obra</p>		<p>1. Cierre de Obra 2. Cliente</p>
<p>1. Construcción, monitoreo y control de obra</p>	<p>1. Comunicar al personal que participa en el proyecto los requerimientos del cliente, las condiciones del contrato que tienen que ver con su gestión, el plan de manejo de obra, plan específico de calidad, plan de pruebas, contrato, programa de obra y presupuesto. 2. Dar inicio a las actividades de obra de acuerdo al cronograma 3. Hacer las requisiciones de personal, equipos, y materiales según la planificación realizada. 4. Abrir la bitácora de obra, definir los responsables de la revisión y dar respuesta a las notas de la interventoría. 5. Mantener la comunicación con el cliente mediante la participación en los comités de obra y la atención a sus inquietudes escritas o verbales. 6. Proteger las áreas que están listas para entrega con cierres de espacios (sistemas e restricción de acceso) 7. Realizar la entrega parcial o total de las obras, ejecutadas según lo acordado con la interventoría, dejando el registro respectivo en la bitácora o mediante el acta de recibo de obra PRO-R-047. 8. Atender las quejas y reclamos del cliente durante la construcción de la obra. 9. Recibir las actividades del contratista de acuerdo al plan específico de calidad del proyecto. 10. Realizar el control de cambios cuando el cliente o el representante solicite alguna</p>	<p>1. Ejecución de obras planeadas</p>		

1. Construcción, monitoreo y control de obra		<p>modificación al contrato (actividades nuevas, cambios en los diseños, cambios en los programas de obra), de acuerdo al procedimiento PRO-P-012 Control del cambio en obra)</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. Controlar el desperdicio de los materiales. 12. Cuando se presente producto no conforme se debe gestionar de acuerdo a lo establecido en el procedimiento SGI-P-006 13. Realizar acta de cobro al cliente 14. Realizar acta de pago a contratistas de acuerdo al procedimiento PRO-P-010 15. Controlar el acero de refuerzo de acuerdo al procedimiento PRO-P-005 control de acero en obra. 16. Realizar la trazabilidad de estructuras en concreto y mampostería de acuerdo al procedimiento PRO-P-003. 17. Realizar el control y recibo de planos de acuerdo al procedimiento SGI-P-003 Control de documentos. 18. Aplicar la encuesta de satisfacción del cliente (SGI-R-013) de forma semestral 	1. Seguimiento y control a la ejecución de obras	1. Construcción, monitoreo y control de obra
	1. Ejecución de obras planeadas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer seguimiento a la aprobación de las solicitudes de control de cambio PRO-R-046 2. Autorizar los tiempos de trabajo extras y dominicales. 3. Verificar los rendimientos y desperdicios de los insumos críticos. 4. Verificar los informes de costos y el cumplimiento del presupuesto de trabajo. 5. Verificar el cumplimiento del programa de obra y otros indicadores de gestión. 6. Hacer seguimiento y evaluar a los subcontratistas y proveedores de acuerdo al instructivo COM-I-002. 		

1. Construcción, monitoreo y control de obra	1. Ejecución de obras planeadas 2. Seguimiento y control a la ejecución de obras	7. Verificar las actas de cobro parciales para cobro al cliente, pago a subcontratistas y proveedores de servicios. 8. Verificar la entrega oportuna a tesorería de las actas de cobro al cliente para facturación 9. Hacer seguimiento a la atención de las quejas y reclamos 10. Verificar el correcto diligenciamiento de la bitácora de obra 11. Realizar balance del contrato con el cliente y con los contratistas	1. Control de las desviaciones del plan	1. Construcción, monitoreo y control de obra
		1. Elaborar ofrosies por cambios definidos en balances de obra 2. Tomar acciones correctivas para evitar la repetición del producto no conforme. 3. Tomar acciones correctivas con base en los resultados de la encuesta de satisfacción del cliente y de las quejas consignadas en la bitácora de obra o en las comunicaciones formales 4. Solicitar modificaciones al presupuesto de trabajo cuando sea necesario. 5. Definir el retiro de personal de acuerdo con el avance de obra 6. Definir y aplicar acciones dirigidas a lograr la efectividad y mejorar la eficiencia en el proceso.		

Tabla 24. SIPOC Cierre de Obra

Caracterización proceso Cierre de Obra		
PROVEEDOR	ENTRADA	PROCESO
1. Construcción, Monitoreo y Control de Obra	1. Obras ejecutadas	1. Programar los recorridos de entrega final de obra con el cliente o su representante. 2. Realizar la entrega final de todas las actividades contractuales con el cliente o su representante.
		SALIDA 1. Obra terminada y recibida a satisfacción CLIENTE 1. Cliente 2. Posventas

			representante diligenciando el formato PRO-R-047 Acta de recibo de obra o el documento que el cliente defina. 3. Programar el recorrido de obra final con el área de posventas. 4. Realizar entrega de la obra al área de posventas, diligenciar acta PSV-R-001 y suministrar inventario de materiales disponibles para posventas		
1. Construcción, Monitoreo y Control de Obra	1. Planos de construcción 2. Carteras y memorias de los levantamientos topográficos	1. Planos definitivos de construcción as-Built	1. Programar la medición y recorrido de obra final para planos As-Built 2. Elaboración de planos As-Built	1. Cliente	
1. Construcción, Monitoreo y Control de Obra	1. Bitácora de obra	1. Bitácora de obra	1. Gestionar las firmas para cierre de Bitácora de obra	1. Cliente	
1. Construcción, Monitoreo y Control de Obra	1. Fichas técnicas, manual de mantenimiento y dossier de calidad	1. Manual de mantenimiento	1. Realizar el manual de mantenimiento de obra que incluya fichas técnicas y los manuales de mantenimiento de todas las redes, servicios y acabados con las especificaciones instaladas en obra y pruebas de calidad.	1. Cliente	
1. Construcción, Monitoreo y Control de Obra	1. Medición y cuantificación de obras ejecutadas 2. Liberación de obras ejecutadas 3. Reporte de ensayos de laboratorio 4. Certificaciones de calidad de materiales, productos y equipos	1. Acta final de cobro al cliente	1. Realizar el acta final de cobro al cliente con sus respectivos soportes y firmas de las partes involucradas	1. Cliente	
1. Construcción, Monitoreo y Control de Obra	1. Medición y cuantificación de obras ejecutadas	1. Acta final de pago a contratistas	1. Realizar el acta final de pago a contratistas para el cierre de contratos de acuerdo con el proceso administrativo	1. Contratistas MO, suministros e instalación 2. Jefe administrativo	
1. Construcción, Monitoreo y Control de Obra	1. Manual de mantenimiento 2. Planos As-Built	1. Acta de liquidación final 2. Acta de recibo y entrega de obra	1. Hacer entrega al cliente o su representante de los documentos establecidos contractualmente y realizar el acta de entrega,	1. Cliente	

2. Cierre de Obra	3. Bitácora de obra	<p>se incluyen: manual de mantenimiento, los planos As-Built, bitácora de obra (o fotocopias de la bitácora si el cliente acepta), dossier de calidad y otros según el contrato.</p> <p>2. Verificar que todas las liberaciones de obra y acta de entregas parciales estén debidamente firmadas por el cliente o su representante.</p> <p>3. Verificar que todas las actas de cobro parciales del cliente y pagos parciales a contratistas se encuentren debidamente firmadas y documentadas.</p> <p>4. Verificar el cierre de los productos no conformes que se hayan presentado en la obra</p> <p>5. Informar el retiro del personal que participe en el cierre de obra una vez se obtenga la aceptación formal del cliente o su representante.</p> <p>6. Gestionar:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Acta de terminación de obra *Acta de entrega y recibo final de obra *Acta de liquidación de obra, y *Certificación del cliente 		
-------------------	---------------------	---	--	--