

**MODELO DE INTEGRACIÓN DISEÑO-PLANEACIÓN Y CONSTRUCCIÓN  
SOSTENIBLE PARA PROYECTOS INMOBILIARIOS EN COLOMBIA.**

**Marcela Fajardo Carvajal**

**Universidad EAFIT.**

**Escuela de Ingeniería Civil**

**2016**



**MODELO DE INTEGRACIÓN DISEÑO-PLANEACIÓN Y CONSTRUCCIÓN  
SOSTENIBLE PARA PROYECTOS INMOBILIARIOS EN COLOMBIA.**

**MARCELA FAJARDO CARVAJAL**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de  
Magister en Ingeniería**

**Asesor: LUIS FERNANDO BOTERO BOTERO**

**MEDELLÍN**

**UNIVERSIDAD EAFIT**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**2016**

**Nota de aceptación**

---

---

**Presidente del jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

---

Medellín, septiembre 2016

## AGRADECIMIENTOS.

Todo triunfo empieza con la decisión de intentarlo y el éxito de este es la suma diaria de los pequeños logros y sin importar que tan pequeños sean es una batalla ganada; quizás aún no llego a mi meta, pero hoy estoy más cerca de lo que estaba ayer y algún día diré “No fue fácil, pero lo logre!”

A todos quienes me acompañaron durante este año y medio de días buenos y malos con su apoyo, colaboración y paciencia, Gracias! A mi familia por estar siempre ahí, apoyarme en mis decisiones y enseñarme que con esfuerzo, trabajo y confianza todo se consigue. A las Universidad EAFIT y a mi asesor Luis Fernando Botero por compartir conmigo su tiempo y conocimiento. A la universidad de PURDUE por recibirme, y a la Profesora Dulcy Abraham por haberme permitirme formar parte de su grupo de trabajo, por su cariño, por haberme hecho sentir como en casa y hacer de esta experiencia algo inolvidable. A la empresa Óptima por haberme dado su confianza, el tiempo necesario para mis estudios y permitirme seguir formando parte de su equipo de trabajo.

A todas las empresas constructoras en Colombia y en Estados Unidos por haberme colaborado con las respuestas del cuestionario lo cual me permitió conocer un poco más del sector, la situación actual y sus diferencias.

## Resumen

A pesar del desarrollo de diferentes modelos de gestión de proyectos, la gestión de proyectos de construcción inmobiliaria en Colombia no arroja resultados óptimos, pues es común en su ejecución la desviación de los diferentes objetivos propuestos por la variación del plazo, del costo, baja calidad entre otros. El desconocimiento por parte de los profesionales y las empresas constructoras de dichos modelos y la pobre gestión ocasionan el bajo desempeño de los proyectos construidos. Mediante el proyecto Modelo de Integración Diseño-Planeación y Construcción sostenible para proyectos inmobiliarios en Colombia, se identificaron los diferentes modelos empleados por las empresas constructoras colombianas y los modelos utilizados en el ámbito internacional, determinando los beneficios y dificultades de cada uno de ellos para proponer un modelo de integración en las fases de diseño, planeación y construcción que permitan la obtención de óptimos resultados, de acuerdo con las necesidades del sector y del país.

A lo largo de este trabajo se describen algunas de las diferentes metodologías para la gestión de proyectos más utilizadas a nivel internacional, estas están divididas en metodologías ágiles, metodologías tradicionales y las denominadas nuevas metodologías aplicadas a la construcción donde se habla del Integrated Project Delivery, y el Lean Project Delivery System. Las herramientas de planificación y herramientas tecnológicas utilizadas en la gestión de proyectos, al igual que las estructuras organizacionales y los esquemas de contratación y su apropiada selección mejoran los resultados de los proyectos una vez son implementadas.

El objetivo de la propuesta del modelo de gestión que se presenta en este trabajo de grado busca analizar algunos de los diferentes modelos de gestión utilizados en un selecto grupo de empresas constructoras colombianas para luego contrastarse con los modelos utilizados en el ámbito internacional. Esto apoyado en un análisis de la teoría existente contenida en el marco teórico y las respuestas obtenidas en las encuestas realizadas a un grupo de empresas constructoras en Colombia y las entrevistas realizadas a empresas constructoras en Estados Unidos, las cuales se complementaron con visitas a algunos de los proyectos. Este proceso arrojó como resultados las grandes diferencias que hay en los procesos de gestión de los proyectos y la falta de uso de las herramientas

tecnológicas, mostrando el gran atraso del sector constructor en Colombia y la falta de articulación entre los diferentes procesos constructivos.

Palabras clave: Proyectos, Gestión de proyectos, Herramientas de gestión, Herramientas tecnológicas, IPD (Integrated Project Delivery), PMI (Project Management Institute), BIM (Building Information Modeling), LPDS (Lean Project Delivery System), Sostenibilidad, Contratación.

## Abstract

Despite the development of different models of project management, project management construction in Colombia does not give the best results. It is common that during the execution process, the deviation of the different objectives proposed in terms of cost, low quality etc. the ignorance on part of the professionals and construction companies in those models cause poor management and poor performance of built projects. With the project “Design-planning and sustainable construction integration model for real estate projects in Colombia”, the different models identified that are used by Colombian construction companies and the models used around the world, determining the benefits and difficulties of each one. This information was used to propose a model that integrates the phases of design, planning and construction that will produce optimal results, according to the needs of industry and the country.

Throughout this paper, it describes some of the different methodologies for project management more used internationally; these are divided into agile methodologies, traditional methodologies and the ones that are called new methodologies applied to construction projects such as Integrated Project Delivery and the Lean Project Delivery System. Planning tools and technologies tools used in project management, as well as organizational structures, schemes appropriate selection recruitment and the improvement of the results of the projects once they are implemented.

The proposal of the management model presented in this paper is the result of an analysis of existing theory contained in the framework and the responses obtained in surveys to a group of construction companies in Colombia and the interviews in The United States construction companies, which were complemented with visits to some of their projects. This results showed the big differences in the processes of project management and lack of use of technological tools, showing the large backlog in the construction sector in Colombia and the lack of coordination between the different construction processes.

Keywords: Projects, Project Management, Management tools, technological tools, IPD (Integrated Project Delivery), PMI (Project Management Institute), BIM (Building Information Modeling), LPDS (Lean Project Delivery System), Sustainability, Procurement.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	5
ABSTRACT .....	7
INTRODUCCIÓN.....	15
1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
2 EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA.....	24
3 JUSTIFICACIÓN.....	32
4 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	34
4.1 Objetivo General: .....	34
4.2 Objetivos Específicos: .....	34
5 MARCO DE REFERENCIA .....	35
5.1 Marco Teórico.....	35
5.1.1 ¿Qué es un Proyecto?.....	35
5.1.2 ¿Qué es la Gestión de Proyectos? .....	39
5.1.3 Metodologías para la Gestión de Proyectos. ....	43
5.1.4 Metodologías tradicionales. ....	45
Los Principios esenciales del PMI son:.....	48
5.1.5 Metodologías ágiles.....	65
5.1.6 Nuevas metodologías aplicadas a la construcción.....	76
5.1.7 Diferencias entre el Integrated Project Delivey (IPD), Lean Project Delivery System (LPDS) y la forma tradicional de proyectos. ....	95
5.1.8 Herramientas de planificación.....	96



5.1.9	Herramientas tecnológicas utilizadas en las metodologías de gestión de proyectos.....	102
5.1.10	Estructuras organizacionales como soporte a la gestión de proyectos.....	113
5.1.11	Esquemas de contratación para la construcción. ....	118
5.2	ESTADO DEL ARTE .....	126
6.	DISEÑO METODOLÓGICO .....	143
7.	RESULTADOS DEL TRABAJO DE CAMPO. ....	163
8.	FORMULACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN .....	205
9.	PROPUESTA DE MODELO QUE INTEGRE EL DISEÑO-PLANEACIÓN Y CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE PARA PROYECTOS INMOBILIARIOS EN COLOMBIA. 216	
10.	CONSIDERACIONES FINALES DEL TRABAJO.....	230
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	232

## TABLAS

Tabla 1. <i>Proyecciones Económicas Internacionales 2015-2016</i> .....	28
Tabla 2. Valor de las ventas de vivienda 2015-2016 Var % anual.....	30
Tabla 3. Estándares en dirección de proyectos, organizaciones y países responsables. .	46
Tabla 4. Grupos de Procesos y Áreas del conocimiento PMI.....	50
Tabla 5. Esquema del BOK de APM. ....	55
Tabla 6. Procesos de la dirección de proyectos ISO 21500 .....	58
Tabla 7. Áreas de conocimiento y procesos CMMI. ....	61
Tabla 8. Descripción de los Elementos ICB. ....	63
Tabla 9. Áreas de conocimiento y Ámbitos de competencia ICB.....	64
Tabla 10. Los 7 desperdicios de la construcción.....	79
Tabla 11. Alternativas para recortar la duración del proyecto.....	95
Tabla 12. Diferencias entre LPDS, LEAN y Sistema Tradicional.....	95
Tabla 13. Tipos de Software .....	102
Tabla 14. Beneficios del uso de BIM.....	112
Tabla 15. Implementación del modelo BIM en proyectos de construcción. ....	113
Tabla 16. Descripción de las empresas constructoras entrevistadas en Colombia .....	148
Tabla 17. Descripción de las empresas encuestadas en Estados Unidos.....	150
Tabla 18. Características de la empresa.....	163
Tabla 19. Proceso de Diseño.....	166
Tabla 20. Proceso de Planeación .....	168
Tabla 21. Construcción .....	173
Tabla 22. Sostenibilidad, Calidad de vida y del Producto.....	176
Tabla 23. Characteristics of the company .....	178
Tabla 24. Design Process.....	180

Tabla 25. Planning Process .....	182
Tabla 26. Construction.....	185
Tabla 27. Sustainability, quality of life and product quality .....	187
Tabla 28. Metodologías, Etapas y procesos. ....	206
Tabla 29. Etapas y procesos de la propuesta del Modelo de Gestión. ....	224

**FIGURAS**

Figura 1. Cadena de Valor del Cluster. ....	19
Figura 2. Las brechas que se presentan a lo largo de la cadena. ....	20
Figura 3. La productividad del clúster está ligada a la industrialización.....	22
Figura 4. PIB total, Valor agregado Construcción y subsectores, Variación anual y participación en el PIB 2001 (I trimestre) - 2015 (III trimestre). ....	25
Figura 5. Valor de producción del sector de la Construcción, expresado en billones de pesos.....	25
Figura 6. Composición del PIB de edificaciones. ....	26
Figura 7. PIB de Edificaciones, Variación anual (Año completo) 2005-2016.....	29
Figura 8. Contribución al crecimiento del PIB de Edificaciones de las políticas públicas 2016 .....	30
Figura 9. Censo de Edificaciones.....	31
Figura 10. Ciclo de vida de un proyecto general. ....	38
Figura 11. Ciclo de vida del proyecto, sus fases y quienes intervienen en ellas.....	38
Figura 12. Fases de un proyecto de construcción.....	39
<i>Figura 13. Triple restricción.....</i>	43
Figura 14. Elementos básicos de una metodología.....	44
<i>Figura 15. Beneficios de las Metodologías de Gestión de Proyectos .....</i>	44
<i>Figura 16. Grupos de procesos de la gestión tradicionales de un proyecto.....</i>	45
Figura 17. Grupos de procesos de dirección.....	50
Figura 18. Grupos de procesos con las áreas del conocimiento adicionales en la extensión de la construcción. ....	51
Figura 19. Procesos e interconexiones de la metodología PRINCE2.....	54
Figura 20. Estructura de la gestión de proyectos según APMBOK.....	56
Figura 21. Grupo de Procesos y sus iteraciones.....	57
Figura 22. Componentes de la Metodología P2M. ....	60

Figura 23. Ojo de la competencia ICB. ....	63
Figura 24. Grupos de procesos XP (Extreme programming).....	67
Figura 25. Grupos de procesos Scrum. ....	68
Figura 26. Código Cromatico Crystal. ....	70
Figura 27. Grupo de procesos Crystal Clear. ....	72
Figura 28. Grupo de procesos DSDM. ....	73
Figura 29. Grupo de procesos LEAN Startup.....	75
Figura 30. Circulo de la improductividad de una empresa.....	79
Figura 31. Lean Project Delivey System. ....	81
Figura 32. Sistema tradicional vs IPD. ....	87
Figura 33. Flujo de los proyectos IPD vs Sistema Tradicional, Curva Macleamy. ....	88
Figura 34. Actores que integran el IPD. ....	88
Figura 35. Fases de IPD.....	92
Figura 36. Fast Track.....	94
Figura 37. Last Planner System.....	100
Figura 38. Modelo General de Planificación de proyectos usando LPS según Ballard....	101
Figura 39. Organización funcional clásica (PMI) ....	115
Figura 40. Organización Matricial débil (PMI) ....	116
Figura 41. Organización matricial fuerte (PMI) ....	116
Figura 42. Organización matricial equilibrada (PMI).....	117
Figura 43. Organización orientada a proyectos (PMI) ....	117
Figura 44. Organización compuesta (PMI).....	118
Figura 45. Tipos de Contratos.....	119
Figura 46. Responsabilidad y riesgo dueño-contratista dependiendo de la modalidad de contrato.....	122
Figura 47. Contrato Diseño-Oferta-Construcción (Design-Bid-Build DBB). ....	122

Figura 48. Contrato Diseño – Construcción..	123
Figura 49. Contrato Diseño - Construcción - Operación – Mantenimiento.....	124
Figura 50. La Gestión de Proyectos y sus elementos. ....	126
Figura 51. Delineamiento de la investigación.....	143
Figura 52. Modelo tradicional realizado por las empresas constructoras entrevistadas. .	213
Figura 53. Propuesta del Modelo de Gestión .....	227
Figura 54. Participación de los interesados en el Modelo de Gestión. ....	228
Figura 55. Flujo grama Propuesta del Modelo de Gestión que integra Diseño - Planeación y Construcción sostenible para proyectos Inmobiliarios en Colombia. ....	229

## Introducción

Esta investigación pretende indagar sobre los diferentes modelos de gestión utilizados en algunas de las empresas constructoras colombianas que, en contraste con los modelos utilizados en el ámbito internacional, permitirán diseñar un modelo de gestión de proyectos que integra los procesos de diseño - planeación y construcción y que garantice el desarrollo de proyectos enmarcados en la realidad, las necesidades del país y del sector; buscando construir proyectos que cumplan en tiempo, presupuesto, calidad y sostenibilidad, mejorando la calidad de vida de quienes los habitan y a su entorno.

La investigación se desarrolla a partir de la búsqueda de información de las diferentes metodologías de gestión de proyectos, herramientas de planificación y tecnológicas utilizadas para la gestión de proyectos tanto en Colombia como a nivel internacional.

Dentro de la información inicial del proyecto se describe la situación actual del sector de la construcción en Colombia y los avances que se han realizado desde la academia en los temas anteriormente descritos, todo esto dentro del marco teórico. También se describen algunos avances y estudios realizados en diferentes países de América Latina, Europa y Estados Unidos en los temas de sostenibilidad, construcción sin pérdidas y gestión de proyectos mediante el uso e implementación de tecnologías y herramientas de gestión de proyectos.

Todo lo anterior con el fin de cumplir los objetivos propuestos en el trabajo, partiendo del primero objetivo el cual se refiere a “Levantar el estado del arte sobre modelos de gestión de proyectos de construcción en el ámbito internacional”. Se habla del ámbito internacional porque son en países como Estados Unidos, Reino Unido y Japón entre otros, los cuales se encuentran en la tabla 3 apartado 5.1.5 Metodologías tradicionales, quienes por primera vez de una metodología para la gestión de proyectos y crearon sus propias metodologías acorde a sus necesidades. Aunque Colombia no tiene una metodología propia propuesta, se ha venido implementado el uso de algunas de las metodologías descritas dentro del marco teórico.

La recolección de toda esta información sirve como base para la propuesta final del modelo de gestión el cual busca la integración del diseño, la planeación y la construcción

de proyectos inmobiliarios en Colombia, contextualizado en la realidad y las necesidades del país, que permita el desarrollo de proyectos sostenibles enfocados en la obtención de resultados óptimos requeridos por el país y el sector, basados en la gestión de proyectos a nivel internacional.



## 1 Formulación del Problema

Como respuesta a la necesidad de realizar los proyectos inmobiliarios de una forma coherente, armónica, organizada y que garantice la rentabilidad, nacen en el mundo diferentes formas de gerenciamientos bajo la premisa que cualquier proyecto, sin importar su naturaleza, utiliza las mismas bases metodológicas y herramientas.

Estos modelos describen los procesos, las herramientas y las técnicas utilizadas para dirigir un proyecto con éxito, fundamentos aplicables a un amplio rango de proyectos incluyendo la construcción.

Aunque existen diferentes modelos de gestión de proyectos, la fragmentación en la construcción, definida como la partición de diferentes grupos con intereses particulares en la gestión de los proyectos de construcción (diseñadores, constructores, comercializadores, interventores, proveedores, contratistas, entre otros.), genera consecuencias negativas que afectan el desarrollo y el desempeño de los proyectos. Es común que durante su ejecución existan desviaciones en los diferentes objetivos propuestos como el plazo, el costo, la calidad, entre otros. Igualmente, el desconocimiento por parte de los profesionales y las empresas constructoras de dichos modelos y la pobre gestión, ocasionan el bajo desempeño de los proyectos construidos.

Las deficiencias en la fase de diseño, por ausencia de especificación, diseños incompletos, falta de información para la construcción, sumado a la falta de planificación del proyecto, traen como consecuencia que en la ejecución del mismo, se tomen decisiones no siempre acertadas y que comprometen el buen resultado del proyecto. En Colombia es común que los proyectos inicien su construcción aún con inconsistencias e interferencias en los diseños técnicos, con falta de información de planos y especificaciones, comprometiendo las etapas de ejecución.

Aunque la construcción es un sector que representa 7 % de PIB del país, y 6 % del empleo con más de 1.3 millones de personas ocupadas, sus barreras, limitaciones y la baja productividad de acuerdo con los estándares internacionales ha venido cayendo en los últimos cuatro años, según lo manifestado por Marco Llinás Vargas, vicepresidente del Consejo Privado de Competitividad, en el encuentro organizado por el Cluster

Construcción con empresarios pertenecientes a las cadenas de valor del sector. (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2015)

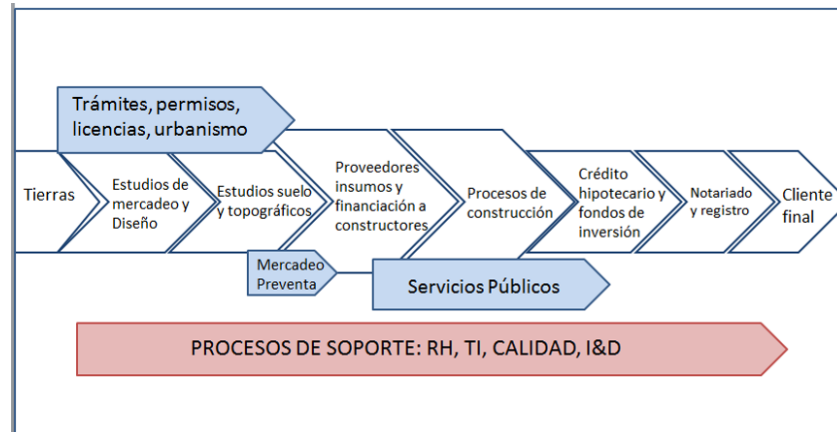
La cadena de valor tiene como finalidad la mejora en la calidad de la información de los proyectos que se planean y ejecutan, facilitando su formulación y la decisión de asignación de recursos entre ellos, tanto por parte de la entidad responsable como por parte de aquella que viabiliza la iniciativa. La cadena de valor es la relación secuencial y lógica entre insumos, actividades, productos y resultados en la que añade valor a lo largo del proceso de transformación total del proyecto. Se puede decir que en una primera etapa de la cadena de valor se toman los insumos, que tienen unos costos asociados, y con el uso de alguna tecnología y procesos (llamados actividades), se transforman en productos (bienes y servicios). Luego, en una segunda etapa, los productos, bajo las condiciones específicas, generan resultados que deben cumplir parcial o totalmente los objetivos formulados.

Algunas de las ventajas que proporciona el ejercicio de la cadena de valor son:

- Identificar los productos y actividades de los proyectos.
- Estandarizar la información de los productos y actividades con las estadísticas nacionales e internacionales.
- Consolidar información homogénea y comparable de todos los proyectos.
- Mejorar el proceso de toma de decisiones de inversión de los recursos.
- Hacer seguimiento a la gestión de los programas y proyectos a través de información más detallada de sus productos y actividades.
- Ofrecer información organizada para la rendición de cuentas de los proyectos.

Aunque la metodología de la cadena de valor no sustituye la metodología de formulación de proyectos, es más bien una parte integral de una adecuada formulación. La identificación de los objetivos generales y específicos de la formulación de proyectos es el punto de partida para la construcción de la cadena de valor (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

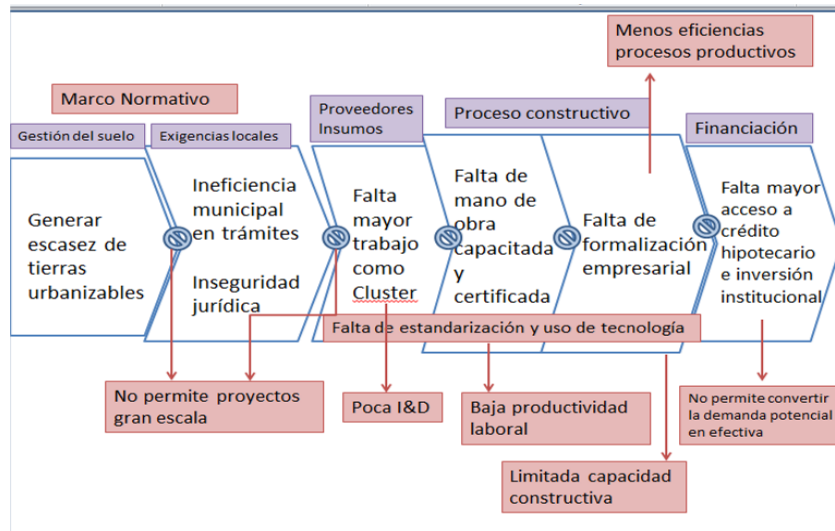
Para el sector de la construcción en Colombia, la cadena de valor debería ser la mostrada en la siguiente gráfica:



**Figura 1. Cadena de Valor del Cluster.** Recuperado de *Competitividad de la actividad constructora de edificaciones: diagnóstico y recomendaciones de política* (CAMACOL, 2007)

Los principales factores que afectan la productividad de los proyectos en el sector son la compleja gestión del suelo, el confuso marco regulatorio, la falta de estandarización en el precio y la calidad de los insumos, los recursos humanos poco tecnificados y la mano de obra no calificada, las restricciones empresariales y la dificultad para acceder a un crédito hipotecario. Pero también la baja productividad del sector, los reprocesos, el incumplimiento en los costos iniciales del presupuesto y en el tiempo de entrega, hacen de este un sector poco competitivo. (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2015)

Estas brechas intervienen a lo largo de la cadena de valor del proyecto lo que hace que los proyectos tengan inconvenientes en todas las áreas: costo, tiempo y calidad.



**Figura 2. Las brechas que se presentan a lo largo de la cadena.** Recuperado de *Competitividad de la actividad constructora de edificaciones: diagnóstico y recomendaciones de política* (CAMACOL, 2007)

Las dificultades en la gestión del suelo, la escasez de suelo urbanizable por razones normativas y geográficas, la mala gestión para la re densificación y la renovación urbana por falta de instrumentos urbanísticos para la planificación de áreas metropolitanas y la ausencia de coordinación entre los planes maestros de servicios públicos y Planes de Ordenamiento Territoriales (POT) son algunas de las brechas que se tiene en el sector.

Hasta la fecha (2016), y luego de consultar con el director actual del clúster de la construcción de la Cámara de Comercio de Medellín, Ingeniero Carlos Mario Bernal, la cadena de valor mostrada en la figura 1 y las brechas de la misma mostrada en la figura 2 se encuentran vigentes. Dicho estudio fue realizado por la Cámara de Comercio de Medellín en compañía del Banco Mundial y la Universidad Eafit para analizar la competitividad en la construcción de edificaciones, su diagnóstico y recomendaciones; estudio donde se obtuvieron los resultados anteriormente mencionados. Uno de sus objetivos fue hacer la radiografía del sector en su momento y dejar planteadas algunas soluciones y proyectos para mejorar el clúster. Una de esas recomendaciones fue el marco regulatorio, los tiempos, costos y cantidad de trámites que tenía que realizar el constructor a la hora de obtener una licencia de construcción. Dichas recomendaciones

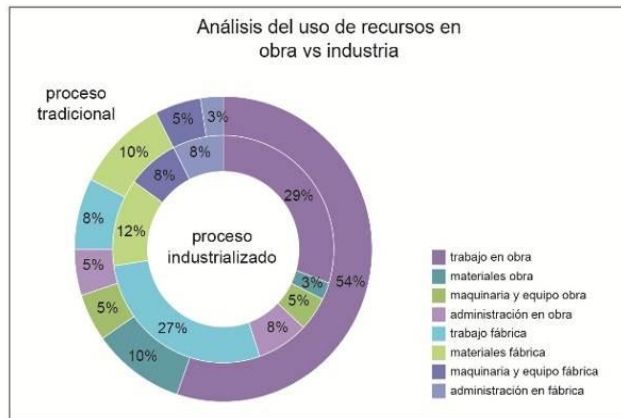
quedaron en manos de los privados y de los entes estatales reguladores de la expedición de las licencias.

Pero aun así, el marco regulatorio es complejo y genera ineficiencias debido a la dispersión y ambigüedad normativa, incluyendo los códigos de construcción. Los procesos son lentos y costosos y la desarticulación entre las entidades estatales son tan grandes que hacen de un trámite para un permiso o licencia un proceso interminable. Pero con “la expedición de los decretos 566 y 568 de marzo de 2011 y su inmediata implementación, la Alcaldía de Medellín hizo posible que trámites que se requerían adelantar para la obtención de las licencias de urbanismo y construcción y el recibo de las obras se pudieran obtener hoy en 20 días hábiles y no en seis meses, como venía sucediendo.”(Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2011). Pero los resultados luego de la implementación de este decreto no muestran una mejora ni una reducción en los tiempos de los trámites de las licencias de construcción. En el estudio realizado en 2015 por Doing Business del Grupo Banco Mundial muestra el puesto en el cual se encuentra Colombia entre 218 países analizados, ubicándose en el puesto 38 con un promedio de 73 días para la respuesta de un trámite de construcción. Con este estudio se puede ver que ni con la implementación de este decreto los costos y tiempo han mejorado. Este mismo estudio señala que en Medellín los trámites toman aproximadamente 119 días lo que contradice los resultados en la aplicación de los decretos 566 y 568. (DOING BUSINESS, 2015a, 2015b)

Por otra parte, la insuficiente estandarización de los insumos y la carencia de especificaciones para los materiales hacen que el producto sea de baja calidad. La poca industrialización del proceso constructivo hace de este un proceso artesanal, lento y con pobres especificaciones. La insuficiente articulación con los proveedores de insumos son la gran brecha para hacer de la construcción un proceso eficiente, de buena calidad y sostenible.

Para mejorar la productividad, se debe dejar superar algunos paradigmas. Expresiones como “siempre lo hemos hecho así y funciona, para que cambiar?”, “cambiar e innovar cuesta mucho” hace que el sector evolucione de una forma lenta y con bajos niveles de productividad lo que aporta poca sostenibilidad al país.

En la figura 3 se ilustra un análisis gráfico de la productividad de los procesos industrializados y los procesos tradicionales en la construcción. En algunos países del entorno internacional la construcción tiene un enfoque más industrial; siendo diferente la situación en Colombia. El cambio debe ser progresivo y debe hacerse en cabeza de quienes forman parte de este sector. Este medio no está para inventarse ni es nuevo, ha existido por miles de años y se ha venido perfeccionando con las nuevas tecnologías, los cambios culturales dentro de las organizaciones y la conciencia que se ha adquirido con respecto al impacto medioambiental y el gran impacto que la construcción tiene sobre este ha llevado al sector de la construcción a volverse un sector más industrializado.



**Figura 3. La productividad del clúster está ligada a la industrialización.** Recuperado de *Competitividad de la actividad constructora de edificaciones: diagnóstico y recomendaciones de política (CAMACOL, 2007)*

Los recursos humanos son también un punto débil del sector en Colombia, la escasa mano de obra tecnificada y calificada, la alta informalidad y falta de certificación de la oferta laboral hace que la calidad del producto no sea la mejor y las condiciones laborales del personal tampoco son las más adecuadas.

Aunque el impacto del sector de la construcción en el PIB del país es muy significativo, los problemas de productividad, las brechas en la cadena de valor son amplias, los índices de productividad con respecto a otros sectores son bajos y la insuficiente estandarización de los insumos y la carencia de especificaciones para los materiales, hacen de este un sector con baja productividad. También la falta de apreciación por parte de entidades públicas de la importancia de tener ingeniería de alta calidad para diferentes niveles de detalle y

alcances, ha sido un factor para obtener en algunos casos productos de baja calidad y aumento en las dificultades de los proyectos y grandes obras. Es importante por lo tanto, analizar el entorno actual, su evolución y la forma como las grandes obras se desarrollan en el mundo y en el país; esto con el fin de establecer estrategias y acciones que mejoren el sector, con el fin de obtener ventajas que ofrece el mercado y las oportunidades actuales, y reducir las desventajas y los riesgos que estas imponen.

Por estas diferentes razones surge la pregunta ¿Cuál será la mejor manera para gerenciar un proyecto inmobiliario en Colombia que integre el diseño-planeación-construcción y sea a su vez sostenible?

Mediante el proyecto de investigación *Modelo de integración diseño-planeación y construcción sostenible para proyectos inmobiliarios en Colombia*, se identificarán los diferentes modelos empleados por las empresas constructoras colombianas y cuáles son los utilizados en el ámbito internacional, para determinar los beneficios y dificultades de cada uno de ellos y así proponer un modelo de integración en las fases de diseño, planeación y construcción que permita la obtención de óptimos resultados, de acuerdo con las necesidades del sector y del país.

## 2 El sector de la construcción en Colombia

Uno de los ejes principales del Gobierno actual 2014-2018 es impulsar el desarrollo económico a partir de una mayor oferta de vivienda. Con esta propuesta no solo se pretende mejorar el déficit de vivienda sino también mejorar los índices de desempleo mediante la generación de empleos en la construcción de las mismas. Esta iniciativa responde al gran crecimiento demográfico y al acelerado proceso de urbanización que se viene presentando desde la segunda mitad del siglo XX. (Lean Construction Enterprise, 2012).

Como menciona la Organización Lean Construction Enterprise en el artículo Historia del sector de la construcción en Colombia: 1972-2012, “El origen de las actuales estrategias promovidas por el gobierno actual para la construcción de vivienda se sitúa en cuatro hechos históricos. El primero, la creación del sistema de financiamiento de Unidad de Poder Adquisitivo Constante (UPAC) y la creación de las corporaciones de ahorro y vivienda (CAV). Segundo, apertura económica y crisis financiera al finalizar la década de los noventa. Tercero, consolidación del sistema de subsidio a la demanda de vivienda y recuperación del sector. Finalmente, creación del subsidio a la tasa de los créditos hipotecarios en 2009”(Lean Construction Enterprise, 2012) Estos cuatro hechos marcaron la historia de la intervención del estado al sector de la vivienda en los últimos cuarenta años.

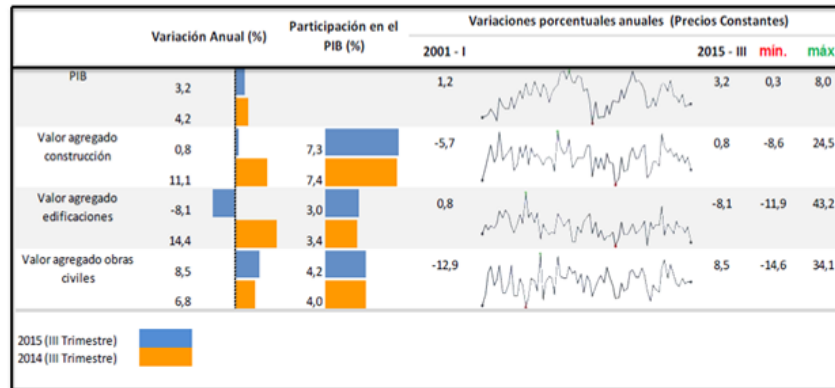
¿Pero cómo ha venido variando el sector de la construcción en los últimos años después de las crisis que se han presentado en la economía del país, en el sector y las medidas que ha tomado el actual y los anteriores gobiernos?

En el boletín técnico entregado por el DANE en diciembre 23 de 2015 se muestran los indicadores económicos alrededor de la construcción (IEAC) en el cual se presenta la información de 16 investigaciones desde el punto de vista de indicadores macroeconómicos, oferta, demanda y precios e índices.

En los indicadores macroeconómicos el PIB en el tercer trimestre de 2015 a precios constantes creció 3,2% con relación al mismo trimestre de 2014. Al analizar el resultado del valor agregado por grandes ramas de actividad, se observa el crecimiento del valor

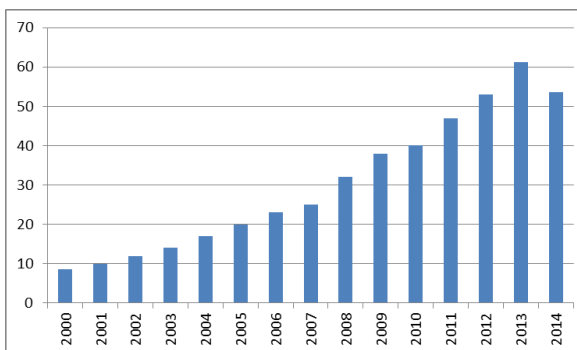


agregado del sector construcción de 0,8%. Este resultado se explica por el aumento de 8,5% en el subsector de obras civiles y la disminución de 8,1% en el subsector de edificaciones. La figura 4 muestra el PIB y su variación por construcción, edificaciones y obras civiles desde el primer trimestre de 2001 hasta el tercer trimestre de 2015. (DANE, 2015)



**Figura 4. PIB total, Valor agregado Construcción y subsectores, Variación anual y participación en el PIB 2001 (I trimestre) - 2015 (III trimestre).** Recuperado de *Indicadores Económicos Alrededor de la construcción – III trimestre de 2015.* (DANE, 2015)

En la figura 5 se puede ver el crecimiento del sector de la construcción desde el año 2000 hasta el tercer trimestre del año 2014 en Colombia.



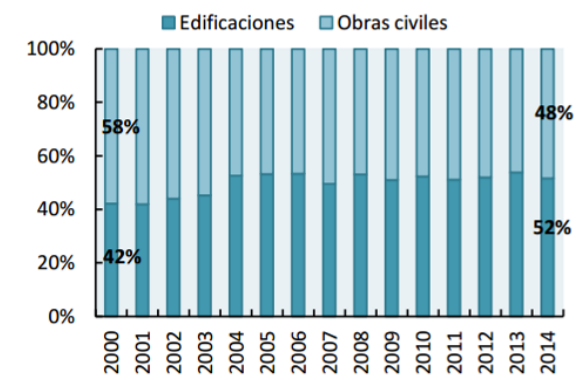
**Figura 5. Valor de producción del sector de la Construcción, expresado en billones de pesos.** Recuperado de (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, s. f.) DANE

Puede observarse que en el año 2013, se alcanzó un valor aproximado de 61,2 billones de pesos al cierre del año, aunque en el 2014 la cifra no fue para nada mala, la caída del edificio SPACE interfirió en el buen ritmo que se traía sobre todo para el sector en el departamento de Antioquia, donde se percibió en un comienzo después del siniestro, un

bajo rendimiento y una lentitud en las ventas de proyectos tanto nuevos como los que ya estaban en procesos de construcción.

El crecimiento del PIB en el sector construcción se divide en los subsectores de construcción de obras civiles y en construcción de edificaciones, donde esta última se ha comportado por encima del subsector de obras civiles en los últimos años.

En la figura 6 se puede observar como la construcción de edificaciones ha ido en aumento desde el año 2000.



**Figura 6. Composición del PIB de edificaciones.** Recuperado de (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, s. f.) DANE

Este comportamiento se debe al crecimiento de la demanda impulsada desde el gobierno nacional que ha introducido subsidios durante los últimos 4 años, jugando un papel supremamente importante para el crecimiento del sector de las edificaciones buscando como consecuencia una mejora en la calidad de vida de los ciudadanos.

Pero ¿Cómo está el sector de la construcción en Colombia, cuál es su proyección para el 2016 en términos del PIB y generación de empleo en el país?

El 2016 se ha denominado el año de incertidumbre para la economía de Colombia, debido a múltiples factores que están ocurriendo no solo a nivel nacional con el proceso de paz sino también con los cambios a nivel mundial con el valor del barril de petróleo y la volatilidad del dólar, lo que genera un aumento en las tasas de interés y la desaceleración en el crecimiento de la economía del país. Con estas condiciones el Ministerio de

Hacienda prevé un crecimiento del de 3,5% en el PIB en tanto que el Fondo Monetario pronostica apenas un crecimiento del 2,8%. (Portafolio, 2015)

Por estas razones el Gobierno Nacional ha venido tomando medidas que permitan hacer frente a la situación que se prevé para el 2016 generando diferentes incentivos a los diferentes sectores con el fin de amortiguar las adversidades. Bajo estas condiciones, el sector de la construcción juega un papel importante ya que tiene un papel protagónico en la generación de empleo e ingresos para el país con programas de vivienda como Mi Casa Ya y el subsidio a la tasa de interés contenido en PIPE 2.0.

La puesta en marcha de PIPE 2.0 (Plan de Impulso a la Productividad y el Empleo) en su segunda versión, generara un gran impacto no solo en el tema habitacional sino en las edificaciones con destino educación, ya que en esta propuesta se planea la construcción/ampliación de 30.000 aulas en 1.500 colegios de diferentes zonas del país con una inversión estimada en 4.5 billones de pesos. (Forero Ramírez, Ortega, & Sarmiento, 2015). Sumado a este este plan se encuentran los planes existentes como el programa de vivienda social con el subsidio a la tasa de interés para VIS y el más reciente programa de arrendamiento social.

De esta manera se espera que el impulso del sector edificador traiga consigo una mayor generación de empleo y un valor agregado a la economía.

En los informes de cierre del año 2015 presentados por CAMACOL, para septiembre del 2015, el sector de la construcción generó 98.870 nuevas plazas de ocupación, lo que representó un incremento de 7,8% anual, cifra que, además de mostrar que el sector es el primero en crecimiento porcentual de ocupados, significó un acumulado de 26 meses consecutivos en la creación de 90.000 empleos promedio anual. (El Tiempo, 2015)

Según Sandra Forero, presidenta ejecutiva de CAMACOL “el 2016 dependerá en gran medida de variables importantes como la confianza de la inversión sectorial, la promoción de los programas de vivienda que impulsa el Gobierno Nacional, la adopción de medidas por parte de las nuevas administraciones locales para fortalecer la oferta de suelo urbanizable y, finalmente, la generación de un entorno jurídico estable en las ciudades que sea atractivo para los promotores de los proyectos”. (El Tiempo, 2015)

El crecimiento económico del país, gracias al sector de la construcción se refleja sin duda alguna en la generación de empleo, el sector financiero, la industria y el comercio de bienes y servicios. Aunque en la actualidad la economía mundial no pasa por su mejor momento, el desempeño del sector de la construcción en el 2016 seguirá siendo positivo; se espera que las cifras de producción, empleos, costos y de cartera hipotecaria apunten a un sector fuerte y con valor agregado a la economía nacional con las medidas tomadas por el Gobierno y que fueron mencionadas con anterioridad.

Según el Fondo Monetario Internacional (FMI), la pérdida de productividad total de los factores, las tensiones geopolíticas, y el rápido envejecimiento de la población para trabajar, originaron la revisión a la baja de sus proyecciones de crecimiento en los países de Economías Avanzadas. A diferencia de las economías emergentes como América Latina y el Caribe quienes para el presente año 2016 esperan unos crecimientos entre el 0 y 3,0 %, ubicando a Colombia en el cuarto lugar de los países con mayor crecimiento de la región.

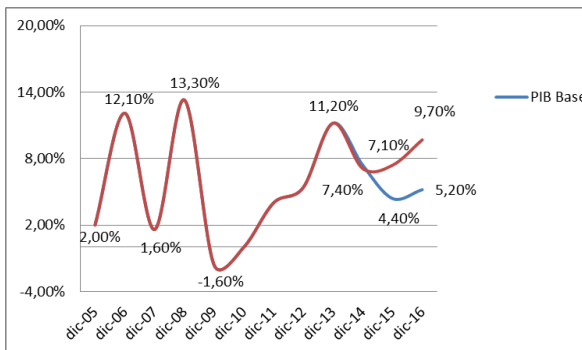
**Tabla 1. Proyecciones Económicas Internacionales 2015-2016**

Economías	2014	Proyecciones	
		2015	2016
<b>Crecimiento mundial</b>	<b>3,4%</b>	<b>3,1%</b>	<b>3,6%</b>
EEUU	2,4%	2,6%	2,8%
Euro-zona	0,9%	1,5%	1,6%
Alemania	1,6%	1,5%	1,6%
Francia	0,2%	1,2%	1,5%
Italia	-0,4%	0,8%	1,3%
España	1,4%	3,1%	2,5%
<b>Latinoamérica y Caribe</b>	<b>1,3%</b>	<b>-0,30%</b>	<b>0,8%</b>
Argentina	0,5%	0,4%	-0,7%
Brasil	0,1%	-3,0%	-1,0%
Chile	1,9%	2,3%	2,5%
Colombia	4,6%	2,5%	2,8%
Ecuador	3,8%	-0,6%	0,1%

*Recuperado de Perspectivas del sector edificador en Colombia 2016: Contexto de mercados y efectos de política pública. (Forero Ramírez et al., 2015)*

Ante el panorama que se puede observar en la Tabla 1, la volatilidad del crecimiento en la economía mundial evidencia una disminución si se compara con el crecimiento que se obtuvo en el 2014, pero para el FMI el 2016 sugiere mejoras para la mayoría de los países. Esto se podrá lograr si se modifican los enfoques de las políticas monetarias.

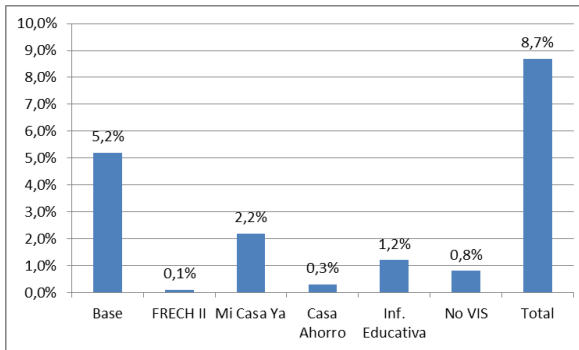
Aunque las proyecciones de crecimiento para este 2016 son un poco inciertas y hay opiniones divididas entre el Gobierno, los analistas y el FM el comportamiento del sector edificador mantiene un ritmo positivo de actividades. La inercia propia del mercado y los volúmenes de actividad que han continuado con su proceso constructivo y con un cierre del año 2015 en un 4,4% de expansión anual, con un aporte de 2.7 puntos porcentuales adicionales generado por el desarrollo de proyectos del programa Casa Ahorro y la continuidad del FRECH II con las 30.000 que se ejecutaron a lo largo del 2015. Estas variaciones se muestran en la figura 7.



**Figura 7. PIB de Edificaciones, Variación anual (Año completo) 2005-2016** *Recuperado de Perspectivas del sector edificador en Colombia 2016: Contexto de mercados y efectos de política pública. (Forero Ramírez et al., 2015)*

Como se puede observar en la figura 7, la proyección de CAMACOL para el PIB de edificaciones es de 5,2 (línea azul) siempre y cuando se mantengan los proyectos anteriormente mencionados y las nuevas estrategias de política pública orientadas a garantizar el acceso a la vivienda. De esta manera, todos estos incentivos para la consecución y construcción de vivienda aportan en conjunto un 1,5 puntos porcentuales adicionales al crecimiento del sector, donde FRECH II y Mi Casa Ya aportan un 0,1 y 2,2 puntos porcentuales respectivamente, mientras que el subsidio para VIS aporta 0,8 como se puede ver en el Figura 8. Con la materialización de estos subsidios y proyectos, en el

2016 se pretende estimular la comercialización de aproximadamente 74.542 unidades habitacionales (16,8% anual) lo que superaría lo alcanzado en el 2015 por lo que el valor de ventas en el mercado nacional sumaría \$31.71 billones de pesos repartidos en todos los tipos de construcciones como se muestra en la tabla 2. (Forero Ramírez et al., 2015)



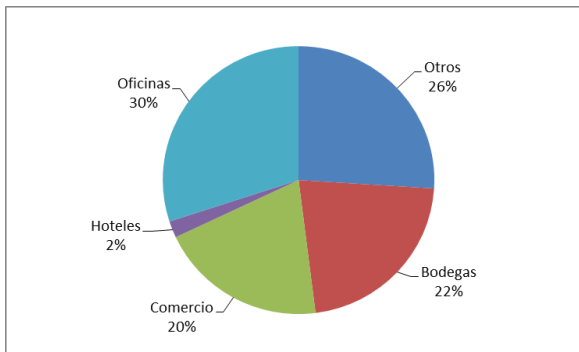
**Figura 8. Contribución al crecimiento del PIB de Edificaciones de las políticas públicas 2016**  
*Recuperado de Perspectivas del sector edificador en Colombia 2016: Contexto de mercados y efectos de política pública. (Forero Ramírez et al., 2015)*

**Tabla 2.** Valor de las ventas de vivienda 2015-2016 Var % anual

Var % anual	VIS	135-335	>335	Total
2015	4,7%	13,6%	0,4%	4,6%
2016	5,9%	12,9%	13,2%	12,1%

*Recuperado de Perspectivas del sector edificador en Colombia 2016: Contexto de mercados y efectos de política pública. (Forero Ramírez et al., 2015)*

Finalmente, la suma de los diferentes sectores de la construcción aporta de una u otra forma al crecimiento del PIB y a la generación de empleo en el país; por esta razón es importante tener en cuenta los sectores no residenciales que han apoyado de forma constante al crecimiento del PIB también. Se estima que para este 2016 el crecimiento en metro cuadrados sea un poco menor al del año 2015 producto de la pérdida de dinamismo prevista en la construcción de la hotelería y la moderación en el área nueva para comercio. De esta manera se espera que se alcancen los 5,32 millones de m<sup>2</sup>.



**Figura 9. Censo de Edificaciones** *Recuperado de Perspectivas del sector edificador en Colombia 2016: Contexto de mercados y efectos de política pública.* (Forero Ramírez et al., 2015)

Adicional a todo lo mencionado anteriormente con respecto al sector de edificaciones, como se describe en periódico Portafolio en su sección de finanzas en octubre de 2015, el arranque de la construcción de las primeras concesiones viales de cuarta generación se ha convertido en motivo de esperanza para reactivar la economía del país. Se espera que en el primer paquete de proyectos que tienen un costo aproximado de \$12 billones se intervendrán 1.628 kilómetros y se le suman 57 vías de equidad que serían ejecutadas por el Invías y por último la iniciativa de la figura de las Asociaciones Público Privadas (APP) de iniciativa particular. (Portafolio, 2015)

### 3 Justificación

El cumplimiento de las metas de los proyectos así como el aumento de la productividad y la disminución de los costos, es el objetivo principal de todas las empresas constructoras. La gerencia de proyectos tiene un impacto considerable para el éxito de un proyecto, en el cumplimiento de los parámetros inicialmente definidos en cuanto al tiempo, recursos y alcance que se pretende.

A pesar del gran impacto del sector de la construcción en la economía colombiana, son bien conocidas las deficiencias en el desempeño de los proyectos en variables claves como la calidad del producto, el cumplimiento de plazos y los presupuestos, el alto impacto ambiental y las altas tasas de accidentes. Tales resultados se generan en gran parte por las deficiencias en las etapas de diseño, planeación y construcción de los proyectos, etapas adelantadas independientemente por los diferentes profesionales que intervienen en la gestión de los proyectos.

Tener claridad en los diferentes modelos de gestión de proyectos de construcción utilizados por las empresas colombianas y del exterior, permitirá encontrar muchas de las causas que originan el bajo desempeño de los proyectos y servirán como punto de partida para la formulación de una propuesta de modelos integrados que incluyan los procesos de diseño, planeación y construcción que beneficiará al sector de la construcción en Colombia, a todos los subsectores industriales, comerciales y financieros e impactará positivamente al usuario o comprador del proyecto de construcción.

Aunque las empresas constructoras utilizan diferentes herramientas aisladas para gerenciar sus proyectos entre los cuales se encuentran la estimación de recursos, la duración, determinación de presupuesto, control de cronograma y gestionar a los interesados entre otros, estos no siempre se aplican como parte de un esquema organizado y lógico, sino como actividades independientes y puntuales a cada proyecto.

En el sector privado, los proyectos nacen de una oportunidad de negocio, a estos se les hace una formulación y evaluación financiera para analizar la viabilidad técnica, económica y normativa. Luego se lleva a cabo la gerencia del proyecto que puede ser temporal dependiendo de las características del proyecto. En la mayoría de los casos, la



metodología utilizada privilegia los aspectos comerciales y financieros debido a que quien gerencia no siempre es un especialista en gerencia de proyectos.

El trabajo de campo realizado con 16 empresas Colombianas y con 17 en Estados Unidos donde se indagó en diferentes empresas del sector constructor, fue posible identificar las diferentes metodologías de gestión de proyectos utilizados, así como los procesos constructivos y el usos de tecnologías las cuales sirvieron como base para la propuesta del modelo de gestión acorde con las realidades y las necesidades del sector en Colombia.

Con estos resultados y la propuesta formulada, las empresas del sector podrán mejorar sus procesos en gerencia y construcción de los proyectos inmobiliarios en Colombia. Para las empresas internacionales esta información les servirá como comparativo de sus metodologías y procesos con respecto a Colombia por lo que a estas también se les compartirán los resultados obtenidos luego de la investigación.

Para la comunidad académica e investigativa, el proyecto servirá como referente en el estudio de modelos de gestión de proyectos de construcción inmobiliaria, que podrá ser utilizado para posteriores investigaciones relacionadas con el tema en el país. Estos resultados podrán ser utilizados por todas aquellas entidades de la academia que prestan asesorías a empresas del sector constructor las cuales están buscando una mejora en sus procesos y como empresas.

## 4 Objetivos del proyecto

### 4.1 Objetivo General:

Formular una propuesta de modelo de gestión de proyectos de construcción inmobiliaria para Colombia, que integre los procesos de diseño - planeación y construcción, buscando el mejoramiento del desempeño, la sostenibilidad y los resultados de los proyectos acorde con la realidad y las necesidades del sector en Colombia.

### 4.2 Objetivos Específicos:

1. Levantar el estado del arte sobre modelos de gestión de proyectos de construcción en el ámbito internacional.
2. Indagar y analizar los modelos de gestión de proyectos utilizados por algunas de las empresas de construcción inmobiliaria en Colombia y Estados Unidos, para determinar las características de dichos modelos y sus impactos en los resultados de los proyectos.
3. A partir de la información obtenida a nivel nacional e internacional mediante el levantamiento del estado del arte, entrevistas y encuestas, proponer un modelo de gestión de proyectos integrando el diseño, la planeación y la construcción, enfocada a obtener proyectos inmobiliarios sostenibles en Colombia.

## 5 Marco de referencia

### 5.1 Marco Teórico.

Los cambios empresariales hacia estándares más exigentes de competitividad, calidad, agilidad y rigor organizacional a nivel mundial están generando una tendencia hacia la gestión de las actividades empresariales por medio de la dirección de proyectos. En la actualidad, muchas de las empresas del sector de la construcción se han concientizado de la necesidad de cambio en la metodología de gerencia de proyectos con cambios tecnológicos, mejoramiento, estrategia, construcción, investigación y desarrollo de software y productos.

Con el aumento del desarrollo gerencial, la gestión de proyectos aplicados a la organización, se crearon asociaciones encargadas de analizar y recopilar las mejores prácticas en proyectos y metodologías como el IPMA (International Project Management Association), PMI (Project Management Institute), PMF (Project Management Forum, PRINCE, Goal Directed Project Management, GDPM entre otras.

La creación de estas organizaciones permitió crear estándares internacionales que exigen y adoptan las mejores prácticas en gestión de proyectos, buscando minimizar los errores más frecuentes como el incumplimiento en el tiempo, modificación del alcance, falta de recursos etc. (Dinero, 2006)

A lo largo de este marco teórico se encontrará la descripción de algunos conceptos básicos para la gestión de proyectos, algunas de las diferentes metodologías y herramientas para la gestión de proyectos.

#### 5.1.1 ¿Qué es un Proyecto?

Para la Real Academia Española de la Lengua (RAE), existen diferentes definiciones para un proyecto

- Se define como una planta y disposición que se forma para la realización de un tratado, o para la ejecución de algo de importancia.

- Primer esquema o plan de cualquier trabajo que se hace a veces como prueba antes de darle la forma definitiva. Idea de una cosa que se piensa hacer y para la cual se establece un modo determinado y un conjunto de medios necesarios. (Real Academia Española, 2015)

Para el Project Management Institute (PMI) la definición de proyecto es: “Un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un proyecto, servicio, o resultado único.” Tienen un principio y un final definido, por lo que un proyecto es algo temporal. Representa un cierto volumen de trabajo que requiere un tipo de organización dado; en caso contrario no sería un esfuerzo. (Project Management Institution, 2008)

No es un trabajo rutinario, no sigue los procedimientos normales porque hay algo que lo hace único. Crea un resultado final, lo que puede ser un producto, un servicio o un resultado.

Los proyectos de todo tipo y nivel necesitan una gestión adecuada, aunque la organización sea responsable de decidir primero si el objetivo debe ser alcanzado mediante un proyecto organizado en consecuencia. (Guía del PMBOK Capitulo 1.2).(Project Management Institution, 2008)

El proyecto termina cuando se logran sus objetivos, cuando estos no existan más, no puedan ser cumplidos o cuando las necesidades del proyecto no existan más.

Los proyectos no son esfuerzos continuos, están orientados a objetivos y deben dar como resultado final un producto o un servicio.

Un proyecto puede generar:

- Un producto, que puede ser un componente de otro elemento, una mejora de un elemento o un elemento final en sí mismo.
- Un servicio o una capacidad de realizar un servicio
- Una mejora de las líneas de productos o servicios existentes
- Un resultado, tal como una conclusión o un documento (ej. Un proyecto de investigación que desarrolla conocimiento que beneficiara a la sociedad)

Ejemplos de lo que se puede llamar un proyecto:

- El desarrollo de un nuevo producto, servicio o resultado
- La implementación de un cambio en la estructura, los procesos, el personal o el estilo de una organización.
- El desarrollo o la adquisición de un sistema de información nuevo o modificado (hardware o software)
- La realización de un trabajo de investigación cuyo resultado será adecuadamente registrado.
- La construcción de un edificio, planta industrial o infraestructura.
- La implementación, mejora o potenciación de los procesos y procedimientos de negocios existentes. (Project Management Institution, 2008)

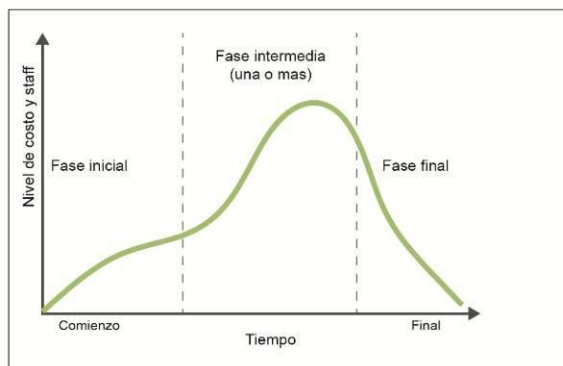
La buena gestión de proyectos es un aspecto fundamental en las competitivas organizaciones hoy en día, donde cada vez los mercados son más exigentes y existe una amplia oferta, por lo que si una empresa quiere sobresalir en el medio en el que se desempeña, esta deberá superar todos los obstáculos con innovación y calidad, teniendo proyectos exitosos en todos los aspectos (tiempo, costo, recursos etc.) evitando la mala planificación con una buena gestión y liderazgo.

Un proyecto exitoso significa la entrega de un producto, servicio o resultado requerido de alta calidad, dentro del alcance solicitado, a tiempo y dentro del presupuesto, lo cual se logra cuando se cumplan los siguientes aspectos:

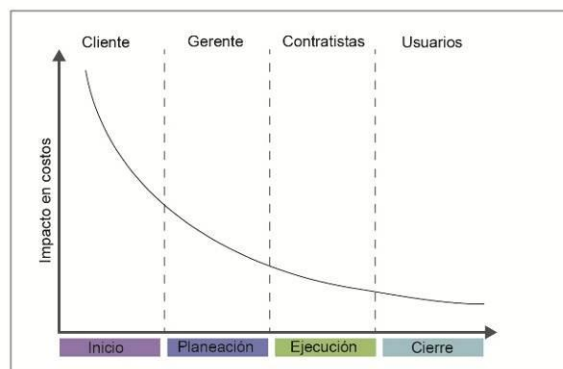
- Tener un cliente satisfecho
- Cumplir con los requisitos para satisfacer las necesidades y expectativas de las partes interesadas.
- Entregar el alcance acordado entre las partes.
- Cumplir con los plazos, costos y calidad.
- Trabajar con recursos humanos comprometidos con el proyecto.
- No cometer errores de interpretación por mala comunicación.
- Prevenir en lugar de reparar, con una buena gestión de riesgos.
- Gestionar correctamente los múltiples interesados del proyecto.

Las fallas en los proyectos se presentan por muchas causas, siendo algunas de ellas la mala planeación, la mala comunicación entre los integrantes del proyecto, la falta de control al alcance del proyecto, la falta de madurez en la cultura de proyectos de la organización y el desconocimiento en la dirección de proyectos, la falta de recursos humanos capacitado y calificado tanto para la gestión y gerencia del proyecto como en la ejecución del proyecto, entre muchas otras ya que son las que evitan que el resultado del proyecto sea exitoso.

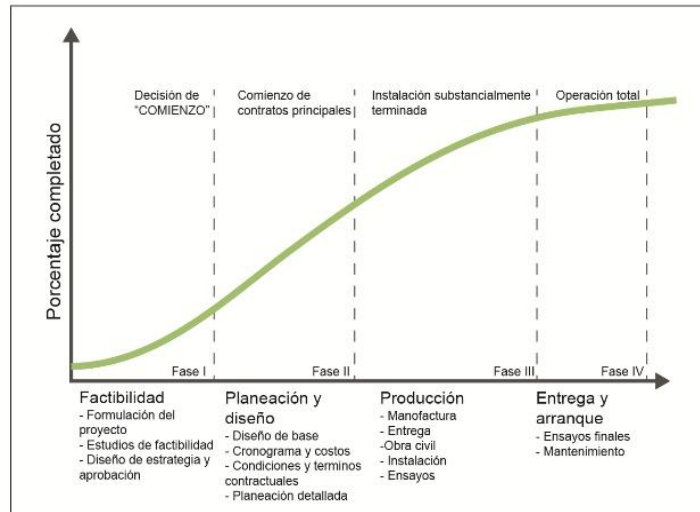
El ciclo de vida del proyecto sirve para definir el comienzo y el final de un proyecto. La definición de este determinará qué acciones se incluirán al inicio y al final del proyecto y cuáles no, de esta manera se pueden enlazar las operaciones sucesivas de la organización para la ejecución del proyecto.



**Figura 10. Ciclo de vida de un proyecto general.** Recuperado de *Una guía al cuerpo de conocimiento de la administración de proyectos. Project Management Institute. (Project Management Institution, 2008)*



**Figura 11. Ciclo de vida del proyecto, sus fases y quienes intervienen en ellas.** Recuperado de *Kerzner, Project Management. (Project Management Institution, 2008)*



**Figura 12. Fases de un proyecto de construcción.** Recuperado de Morris, Peter W.G. 1981. *Managing Project Interfaces: Key Points for Project Success*. In Cleland and King, *Project Management Handbook, Second Edition*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

### 5.1.2 ¿Qué es la Gestión de Proyectos?

La gestión de proyectos, antes de convertirse en una disciplina, se había practicado desde las primeras civilizaciones; un gran ejemplo de la buena gestión de proyectos fue la construcción de las pirámides de Egipto, los circos o templos Romanos en la antigüedad. Aunque este término no estaba definido con un nombre como se conoce hoy en día, estos proyectos debieron ser gestionados por quienes llevaron a cabo estas obras en su momento.

A comienzos del siglo XX, Frederick Winslow Taylor considerado como uno de los primeros pensadores de la administración da los primeros pasos del pensamiento administrativo, y aun al día de hoy se considera como una referencia para cualquier gerente. (Jáuregui, 2001). Los principios de la administración científica propuesta por Taylor fueron la normalización, la especialización (diferentes operaciones y funciones gerenciales y operacionales), el reduccionismo (dividir el todo en pequeñas partes para facilitar su gestión)(Botero, 2014b)

Luego en la etapa del capitalismo moderno, el cual se caracterizó por la existencia de empresas de producción a gran escala con métodos de producción Tayloristas, se crea la producción en masa de Henry Ford, conocido como el método de producción fordista el

cual implicaba la combinación del taylorismo con la creciente mecanización de grandes empresas con muchas líneas productivas, asociadas con la aplicación de la cadena de montaje, la selección uniforme de los componentes y los productos finales.(Jáuregui, 2001)

Posteriormente, antes del inicio de la segunda Guerra Mundial se produjeron avances teóricos y tecnológicos en Japón, donde el Señor Sakichi Toyoda estaba desarrollando el método de los “5 porque” (5 whys) para el análisis de problemas y la búsqueda de causa raíz. Una vez finalizada la segunda Guerra Mundial, Sakichi Toyoda en compañía de Taiichi Ohno, diseñaron el modelo de producción Toyota (Toyota Production System, TPS) el cual dio lugar a los principios de Lean Manufacturing y los sistemas de producción con cero inventarios conocido como JIT (Just in Time).

La gestión de proyectos como disciplina y cuerpo del conocimiento es difundido a nivel internacional a través de estándares o directrices de instituciones que la impulsan. En este trabajo se han identificado las directrices más reconocidas, así como sus principios y limitaciones. Estas instituciones dedicadas a la gestión de proyectos han elaborado, publicado y difundido lo que es conocido como cuerpos del conocimiento (BOKs), que resumen los principales y más importantes avances en el ámbito de la gestión de proyectos en cuanto a métodos, herramientas, técnicas y habilidades. Para afianzar este conocimiento se han desarrollado institutos, normas y guías que clasifican los estándares de la dirección de proyectos de acuerdo a los fines de estos.

Existen varios enfoques para la gestión de un proyecto; sin importar la metodología utilizada, se deben considerar cuidadosamente los objetivos totales del proyecto, los tiempos, los costos, así también como los roles y responsabilidades de cada participante (Interesados o stakeholders).

Para la American Management Association, la gestión de proyectos es la rama de la ciencia de la administración que trata de la planificación y el control de proyectos (American Management Association, 2013), donde la planificación se refiere a definir las actividades, sus tiempos y recursos, antes de su ejecución, mientras que el control se refiere a medir el progreso del mismo



*“La planificación consiste en determinar **QUÉ** se debe hacer, **CÓMO** debe hacerse, **QUIÉN** es el responsable de que se haga y **POR QUÉ**”* (American Management Association, 2013)

Para el PMI (Project Management Institute) la gestión de proyectos se define como la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para proyectar actividades destinadas a satisfacer las necesidades y expectativas de los beneficiarios de un proyecto. Es el proceso de planificación y ejecución de una porción de trabajo desde que se inicia hasta que se termina, garantizando el cumplimiento de los objetivos, ajustándose a las limitaciones de tiempo, costo y calidad. (Project Management Institution, 2008).

La Gestión de Proyectos consiste en proporcionar las herramientas y técnicas que permitan al equipo del proyecto organizar su trabajo para equilibrar el cumplimiento de todas estas restricciones.

La gerencia de proyectos se realiza mediante la integración y aplicación de los procesos de la gestión de proyectos; inicio, planificación, ejecución, seguimiento, control y cierre. El responsable de que todas estas actividades se lleven a cabo para lograr los objetivos del proyecto es el director de proyectos.

Como consecuencia de este control continuo es posible conocer en todo momento el estado del proyecto, y si este tiene problemas se pueden corregir y resolver a tiempo o de manera inmediata.

Una buena gestión de un proyecto incluye:

- Identificar los requisitos y los interesados.
- Establecer los objetivos, que sean claros y alcanzables dentro del alcance del proyecto.
- Gestionar a los interesados para cumplir los requisitos del proyecto y generar los entregables del mismo
- Equilibrar las restricciones contrapuestas del proyecto como lo son alcance, calidad, tiempo, presupuesto, recursos y riesgos.

Dependiendo del tipo del proyecto y sus especificaciones, el equipo de la dirección del proyecto deberá analizar las restricciones y acomodarlas a las necesidades del proyecto.

El plan para la dirección del proyecto es una actividad iterativa y su elaboración se va ajustando a lo largo de la vida del proyecto; esto dado a la cantidad de cambios que tiene el proyecto. A medida que se cuenta con información más detallada y específica, con estimaciones más precisas permite que el equipo de la dirección del proyecto defina con más claridad el trabajo que va a realizar cada miembro.

La dirección de proyectos desarrolla e implementa planes para lograr un alcance determinado, este viene dado por los objetivos del proyecto al cual está vinculado y las estrategias organizacionales.

De acuerdo con el PMBOK (“Qué es el PMBOK®, y cómo usarlo”, s. f.), La gerencia de proyectos tiene como tarea controlar y vigilar las siguientes seis fases:

**Alcance:** los proyectos tienen objetivos definidos. El alcance se elabora progresivamente a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

**Cambio:** los directores de proyecto provén cambios e implementan procesos para mantener dichos cambios administrados y controlados.

**Planificación:** los directores de proyecto transforman progresivamente la información de alto nivel en planes desarrollados a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

**Dirección:** los directores de proyecto dirigen al equipo del proyecto de modo que se cumplan los objetivos del mismo.

**Éxito:** el éxito se mide por la calidad del producto y del proyecto, la oportunidad, el cumplimiento del presupuesto y el grado de satisfacción del cliente.

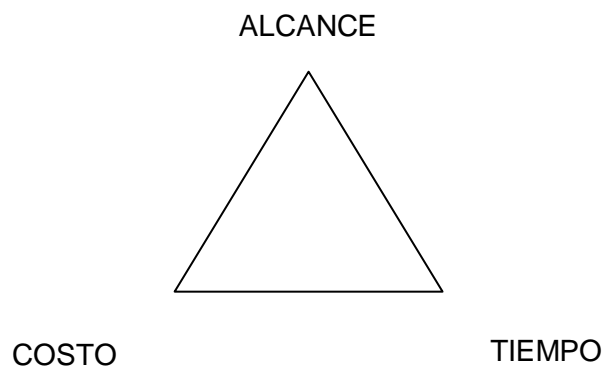
**Monitoreo:** los directores de proyecto monitorean y controlan el trabajo realizado para obtener los productos, servicios o resultados para los cuales el proyecto fue emprendido.

Los recursos del proyecto son aquellos que se asignan total o parcialmente al proyecto y que están bajo el control del director de proyecto. Se asigna por un periodo determinado y

generalmente se obtienen de las estructuras funcionales tradicionales que forman parte de la organización. También, la gestión de proyectos se ocupa del ciclo de vida del proyecto: planificación y control del proyecto de principio a fin.

En todas las empresas, los proyectos necesitan ser ejecutados y entregados bajo ciertas restricciones, conocidas como La Triple Restricción, donde se gestiona el alcance, el tiempo y el costo del proyecto. La modificación de cada una de ellas tiene un claro impacto en las otras dos. En la gestión de los proyectos se deberá realizar siempre un balance entre estas tres delimitaciones. Si el alcance aumenta, el costo y el tiempo aumentarían y si el costo disminuye, el tiempo aumentaría o el alcance disminuiría.

En la figura 13 se representa lo que se conoce como la triple restricción de los proyectos:



**Figura 13. Triple restricción.** Recuperado de *Guía de los Fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*(Project Management Institution, 2008)

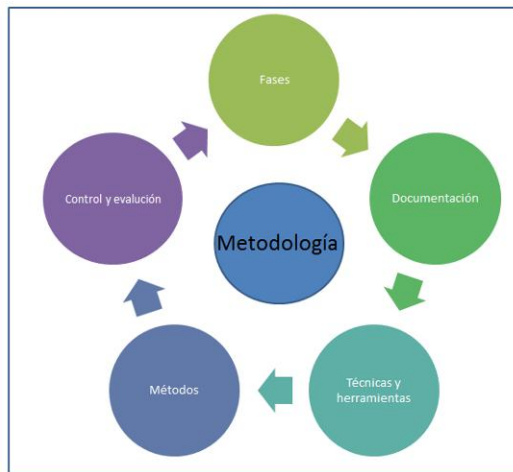
La restricción de tiempo se refiere a la cantidad de tiempo que se tiene disponible para completar el proyecto; se puede definir este tiempo en días calendario o en horas/hombre. La restricción de costo se refiere a la cantidad presupuestada para el proyecto.

La restricción de alcance se refiere a lo que se debe hacer para producir el resultado final del proyecto, esta restricción por lo general no es negociable lo cual puede ser difícil de lograr si las restricciones de costo y tiempo tienen alguna variación.

### **5.1.3 Metodologías para la Gestión de Proyectos.**

Se define metodología como aquella disciplina que indicara que métodos y técnicas o herramientas hay que usar en cada una de las fases del ciclo de vida de un proyecto.

Los elementos que componen una metodología son:



**Figura 14. Elementos básicos de una metodología.** Recuperado de (Trigas Gallego, 2013)

El objetivo general de la metodología de gestión de proyectos es ser capaces de estandarizar, estructurar y organizar la manera de trabajar. Esta permite aprender de los errores y repetir los éxitos. Es decir, “una metodología es una gran herramienta para generar eficiencia a medida que se va utilizando”(Gil, 2015)



**Figura 15. Beneficios de las Metodologías de Gestión de Proyectos**  
Recuperado de ¿Por qué una metodología para la gestión de proyectos? (Gil, 2015)

A continuación se describen algunos de los beneficios cuando se implementa alguna metodología en la gestión de proyectos:(Gil, 2015)

- Organizar los tiempos del proyecto

- Proporcionar herramientas para estimar de forma correcta tiempos y costos
- Ayuda a gestionar y minimizar los riesgos del proyecto
- Mejorar la relación entre costos y beneficios de los recursos
- Desarrollar las habilidades del equipo
- Recortar tiempos en la curva de aprendizaje del personal

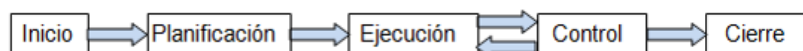
Como metodologías para la gestión de proyectos se conocen dos tipos, cada una de ellas con características, alcances y campos de aplicación particulares:

- Metodologías tradicionales
- Metodologías ágiles.

#### 5.1.4 Metodologías tradicionales.

Las metodologías tradicionales son aquellas utilizadas como guía para garantizar la creación de un producto con un nivel de calidad definido. Se caracterizan por tener un mayor énfasis en la planificación y control del proyecto, en especificaciones precisas de requisitos y modelado. Estas metodologías imponen una disciplina de trabajo sobre el proceso de desarrollo del proyecto con el fin de conseguir un proyecto más eficiente. Para lograr esto se hace énfasis en la planificación total de todo el trabajo a realizar y una vez que todo esté debidamente detallado, se empieza el ciclo del desarrollo del proyecto. Se centran especialmente en el control del proceso, mediante una rigurosa y apropiada definición de roles, actividades y herramientas. Las metodologías tradicionales se focalizan en la documentación, planificación y procesos mediante plantillas, técnicas de administración, revisiones etc.

En las metodologías tradicionales, la secuencia de actividades ocurren desde el principio, pasando por la planificación, la ejecución y el control, finalizando el cierre del proyecto, las metodologías y herramientas usadas están basadas en la definición de un alcance muy cerrado y definido para obtener un producto muy concreto.



**Figura 16. Grupos de procesos de la gestión tradicionales de un proyecto.**

*Recuperado de Lledó P. Rivarola G. Mearu R. Cucchi D, 2006 (Lledó, Rivarola, Mearu, & Cucchi, 2006)*

Este tipo de metodologías ha resultado útil, mejorando la calidad y reduciendo las desviaciones en los proyectos que son aplicadas, debido a que parten del detalle del producto que se quiere elaborar (análisis funcional/técnico, requerimientos funcionales/técnicos etc.), se definen fases y/o actividades perfectamente planificadas en el tiempo en base a los recursos disponibles. Partiendo de esta proyección inicial, el objetivo durante el transcurso del proyecto es conseguir que se cumplan los tiempos, costos y calidad previstos desde el inicio. (Blanco, 2008)

Una de las limitantes a la hora de implementar estas metodologías es que no se adaptan adecuadamente a los cambios, por lo que no son métodos adecuados cuando se trata de un entorno donde los cambios son impredecibles o proyectos muy cambiantes. Otra de las características de este tipo de metodologías son los altos costos al implementar un cambio y al no ofrecer una buena solución para proyectos donde el entorno es volátil. (Ticona Condori, 2014)

En proyectos largos, ceñirse a un plan estático como los que se manejan en algunas de las metodologías tradicionales provoca que el producto final no cubra las necesidades del cliente en su totalidad, por tanto durante el propio desarrollo del producto es posible que se deban ampliar las características iniciales de diseño. La incertidumbre es otra de las limitantes donde el cumplimiento del plan inicial no garantiza el éxito. La idea de un producto terminado puede perder su sentido en determinados sectores dado que el producto siempre está en evolución. (Blanco, 2008)

En la tabla 3 se describen algunas de las metodologías, la organización responsable de su aplicación y su país de origen.

**Tabla 3.** Estándares en dirección de proyectos, organizaciones y países responsables.

Estándar	Organización	País
PMBOK	PMI	Estados Unidos
PRINCE2	OGC	Reino Unido
APMBOK	APM	Reino Unido
ISO 21500	ISO	Suiza

P2M	PMAJ	Japón
CMMI	CMMI	Estados Unidos
ICB	IPMA	Suiza

*Recuperado de Estándares y metodologías: Instrumentos esenciales para la aplicación de la dirección de proyectos. (Montes Guerra, Gimena Ramos, & Díez Silva, 2013)*

• **PMI (Project Management Institute):** es una asociación enfocada a la gestión de proyectos en el mundo; estableciendo durante los últimos 25 años estándares profesionales y procesos de certificación. Cuenta con más de 320.000 miembros a nivel mundial. El PMBOK es el texto editado por el PMI y corresponde a la Guía de Fundamentos para la Dirección de Proyectos; su finalidad es identificar y describir los conocimientos y las prácticas aplicables a la mayoría de los proyectos. La Certificación que se obtiene por parte del PMI llamada PMP. (Henao, 2015)

El Project Management Institute (PMI) es la principal organización mundial dedicada a la Dirección de Proyectos. Desde su fundación en 1969, ha crecido hasta convertirse en la mayor organización sin ánimo de lucro que reúne a profesionales en todo el mundo. Su sede central está en Pensilvania, EEUU y cuenta con más de 200 capítulos en más de 125 países incluyendo Colombia. (Project Management Institution, 2008)

Su objetivo principal es establecer los estándares de la Dirección de Proyectos, mediante la organización de programas educativos y administrar de forma global el proceso de certificación de los profesionales. Tanto sus estándares como su certificación profesional han sido reconocidos por las principales entidades gubernamentales y privadas del mundo. Sus objetivos son:

- ✓ Fomentar el Profesionalismo en la Dirección de Proyectos.
- ✓ Contribuir con la calidad y el alcance de la Dirección de Proyectos.
- ✓ Estimular la apropiada aplicación global de la Dirección de Proyectos para el beneficio del público en general.
- ✓ Proveer un reconocido foro para el libre intercambio de ideas, aplicaciones y soluciones de Dirección de Proyectos generadas entre los miembros del instituto y otros interesados o involucrados con la Dirección de Proyectos.

- ✓ Identificar y promover los fundamentos de la Dirección de Proyectos y el avance del cuerpo de conocimientos para dirigir proyectos exitosamente.

Los Principios esenciales del PMI son:

1. **Liderazgo:** lograr que el trabajo se realice a través de otros. El gerente de proyectos logra resultados a través del equipo de proyectos. Consiste en estimular a las personas asignadas al proyecto para que trabajen como equipo con el fin de implementar el plan y lograr los objetivos del proyecto de la mejor manera y satisfactoriamente.
2. **Comunicación efectiva:** debe existir una comunicación constante con el equipo, así como con los proveedores, el cliente y la alta gerencia de las empresas. El equipo debe tener habilidades tanto orales como escritas y también poseer una escucha efectiva, saber escuchar más que hablar.
3. **Entendimiento del sistema:** capacidad para entender el funcionamiento interno de una organización, de tal forma que se puedan conseguir objetivos específicos. Esto sucede con mayor frecuencia en empresas públicas donde existe burocracia y muchos niveles de aprobación.
4. **Asertividad:** capacidad de expresar opiniones ya sean a favor o en contra a una posición, siempre manteniendo el punto de vista propio.
5. **Motivación:** estimular a las personas para que alcancen altos niveles de rendimiento y superen los obstáculos surgidos por los cambios.
6. **Tolerancia a la ambigüedad:** capacidad de tomar decisiones sin tener suficiente información usualmente son situaciones de incertidumbre.
7. **Resolución de problemas:** identificar rápidamente los problemas y desarrollar una solución bien planeada, tomar decisiones con razonamiento, dejando de un lado el aspecto emocional.
8. **Orientación hacia el logro:** es la preocupación por realizar el trabajo de la mejor forma posible o por sobrepasar los estándares de excelencia establecidas.



**9. Empoderamiento:** facultad de capacitar al equipo, dándoles responsabilidades para que tengan un profundo sentido de compromiso personal, sean creativos, asuman riesgos y asuman posiciones de liderazgo.

**10. Influencia en la organización:** capacidad para “lograr que las cosas se hagan”

**11. Negociación y gestión de conflictos:** consultar con los demás para ponerse de acuerdo o llegar a acuerdos con ellos.

**12. Resolución de problemas:** combinación de definición de problemas, identificación y análisis de alternativas y toma de decisiones. (Project Management Institution, 2008)(Lachi Ramos, 2015)

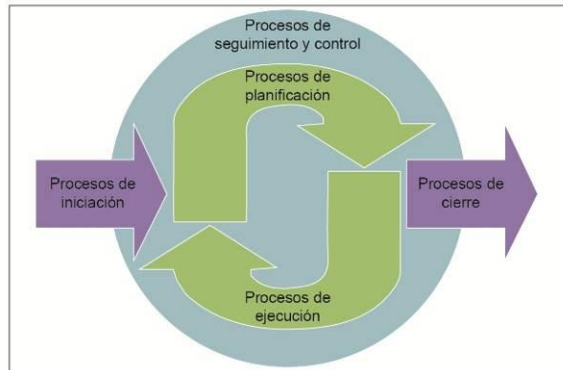
Los roles o agentes asociados a cada proyecto son:

- ✓ Director del proyecto
- ✓ El patrocinador o promotor del proyecto
- ✓ Alta gerencia
- ✓ Oficina de proyectos (PMO Project Management office) o equipo de proyectos
- ✓ Actores interesados

Dentro de esta metodología se reconoce 5 grupos de procesos básicos y 10 áreas de conocimiento comunes a casi todos los proyectos. Los procesos se traslapan e interactúan a través de un proyecto o fase y son descritos en términos de:

- ✓ Entradas: documentos, planes, diseños etc.
- ✓ Herramientas y técnicas: mecanismos aplicados a las entradas.
- ✓ Salidas: documentos, productos, servicios etc.

Los grupos de procesos del PMI se presentan en la figura 17.



**Figura 17. Grupos de procesos de dirección.** Recuperado de *Una guía al cuerpo de conocimiento de la administración de proyectos* ("PMBOK documento", 1996)

**Tabla 4. Grupos de Procesos y Áreas del conocimiento PMI.**

PMBOK <sup>1</sup> Guide 5th Edition 2013		GRUPOS DE PROCESOS				
		INICIACIÓN	PLANEACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
ÁREAS DE CONOCIMIENTO	INTEGRACIÓN	Desarrollo del Acta de constitución del proyecto ( <i>Project Charter</i> )	Desarrollar el plan de gerencia del proyecto	Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto	Seguir y controlar el trabajo del proyecto Realizar control integrado de cambios	Cerrar el proyecto
	INTERESADOS	Identificar las partes interesadas ( <i>Stakeholders</i> )	Planear la gestión de los interesados	Gestionar la participación de los interesados	Controlar la participación de los interesados	
	ALCANCE		Planear la gestión del alcance Recolectar los requisitos Definir el alcance Crear la WBS <sup>2</sup>		Validar el alcance Controlar el alcance	
	TIEMPO		Planear la gestión del cronograma Definir las actividades Secuenciar las actividades Estimar los recursos Estimar la duración Desarrollar el cronograma		Controlar el cronograma	
	COSTO		Planear la gestión del costo Estimar los costos Determinar el presupuesto		Controlar los costos	
	CALIDAD		Planear la gestión de la calidad	Realizar aseguramiento de la calidad	Controlar la calidad	
	RECURSOS HUMANOS		Planear la gestión de los recursos humanos	Reclutar el equipo del proyecto Desarrollar el equipo del proyecto Gestionar el equipo del proyecto		
	COMUNICACIONES		Planear la gestión de las comunicaciones	Gestionar las comunicaciones	Controlar las comunicaciones	
	RIESGO		Planear la gestión del riesgo Identificar los riesgos Realizar análisis cualitativo de riesgos Realizar análisis cuantitativos de riesgos Planear la respuesta a los riesgos		Controlar los riesgos	
	ADQUISICIONES		Planear la gestión de las adquisiciones	Efectuar las adquisiciones	Controlar las adquisiciones	Cerrar las adquisiciones

Recuperado de *PMBOK 5 edición*. (Project Management Institution, 2008)

<sup>1</sup> Project Management Body of Knowledge (PMBOK), conjunto de conocimientos y prácticas del PMI

<sup>2</sup> WBS (work breakdown structure) o EDT (estructura desagregada del trabajo): descomposición jerárquica del trabajo a ejecutar por el equipo de proyecto orientado a productos entregables para alcanzar los objetivos.

En la tabla 4 se muestran las áreas de conocimiento y los grupos de procesos de una gestión de proyectos para cualquier tipo de proyectos. A diferencia de los proyectos comunes, los proyectos de construcción son diferentes y únicos ya que requieren de más cantidad de materiales, herramientas y mano de obra física y la participación de numerosos y diversos interesados. Un tema importante y que marca aún más la diferencia en cuanto a la gerencia de proyectos es el manejo de la geografía y el clima, ya que estos dos son grandes obstáculos para el desarrollo del proyecto y deben ser tenidos en cuenta para la planificación y el monitoreo del proyecto completo.

Debido a estas y otras características de los proyectos de construcción, el PMI (Project Management Institute) creó la Guía del PMBOK para la Construcción (PMI CONSTRUCTION EXTENSION) con 4 áreas del conocimiento adicionales.

- ✓ Gestión de la seguridad
- ✓ Gestión ambiental
- ✓ Gestión financiera
- ✓ Gestión de las reclamaciones



**Figura 18. Grupos de procesos con las áreas del conocimiento adicionales en la extensión de la construcción.** Recuperado de *PMBOK extensión de la construcción* (Toledo, 2014)

Con estas modificaciones en la Guía de Construcción se agregan 13 nuevos procesos y se modifican con más detalle algunos de estos respecto a las prácticas tradicionales de la industria de la construcción.

- **Prince2 (Project IN Controlled Environments):** es un método estructurado para la gestión efectiva de proyectos. Prince2 es el estándar utilizado por el gobierno del Reino

Unido establecido en 1989 por la CCTA (The Central Computer and Telecommunications Agency). Se utiliza en más de 100 países. PRINCE2 es también reconocido y usado en el sector privado, ambos en UK e internacionalmente. El método PRINCE2 es de dominio público y ofrece una guía de buenas prácticas en gerencia de proyectos. Existen tres certificaciones PRINCE2, PRINCE2 foundation (principiante), PRINCE2 practitioner (practicante) y PRINCE2 Re-Registration (re-elegible) (Prince 2, 2016)

La metodología Prince2 se apoya en 7 principios enriqueciendo no solo al proyecto sino también a toda la organización en la que se desarrolla. Sus principios son los siguientes:

- 1. Justificación comercial continua:** se asegura de que hay un motivo justificable para iniciar el proyecto. La justificación se mantiene válida durante toda la vida del proyecto. Dicha justificación ha sido identificada y aprobada.
- 2. Aprender de la experiencia:** se recogen las experiencias anteriores, las que van obteniendo a lo largo de la ejecución del proyecto, así como las lecciones aprendidas al cierre del mismo.
- 3. Roles y responsabilidades definidos:** asegurando que los interesados de los usuarios que van a usar el proyecto, los proveedores y el responsable del área de negocio están representados en la toma de decisiones.
- 4. Gestión por fases:** un proyecto sigue la metodología PRINCE2 se planifica, se supervisa y se controla fase a fase.
- 5. Gestión por excepción:** es decir, delegar la autoridad suficiente de un nivel de gestión al siguiente, dándole autonomía según unas tolerancias pautadas (de tiempo, costo, calidad, alcance, beneficio y/o riesgo) de manera que de sobrepasar la tolerancia se consulte al nivel superior como actuar.
- 6. Orientación a productos:** centra la atención en la definición y entrega de productos, es decir, un proyecto no son un conjunto de tareas a realizar, sino que entrega productos (que se elaboran tras la ejecución de las tareas que sean necesarias)

**7. Adaptación:** asegurando que la metodología PRINCE2 y los controles a aplicar se deben en el tamaño, complejidad, importancia, capacidad y nivel de riesgo del proyecto.

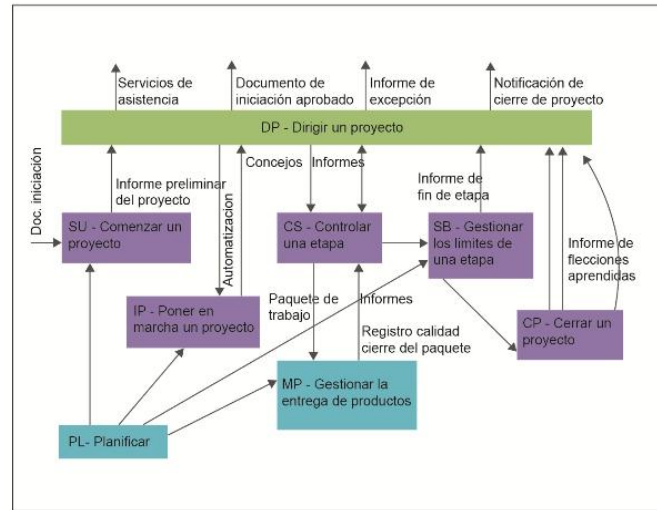
A continuación se presentan los roles que se encuentran en la estructura de la gestión de proyectos con PRINCE2:

- ✓ Directivos y ejecutivos
- ✓ Junta del proyecto
- ✓ Usuario senior
- ✓ Proveedor senior
- ✓ Jefe de proyecto
- ✓ Jefe de equipo
- ✓ Responsable de monitorizar el rendimiento y los productos del proyecto
- ✓ Asistente del proyecto

En la metodología PRINCE2 se encuentran 8 grupos de procesos:

- ✓ Dirigir un proyecto (DP)
- ✓ Comenzar un proyecto (SU)
- ✓ Poner en Marcha un proyecto (IP)
- ✓ Controlar una etapa (CS)
- ✓ Gestionar las entregas del producto (MP)
- ✓ Gestionar los límites de una etapa (SB)
- ✓ Cerrar un proyecto (CP)
- ✓ Planificar (PL)

En la siguiente grafica se pueden observar estos grupos de proceso y sus interconexiones. Cualquier proyecto desarrollado bajo esta metodología tiene que utilizar cada uno de estos procesos, de forma que se ajusten a las necesidades individuales del proyecto. Cada proceso está compuesto a su vez por una serie de subprocesos que aportan un mayor detalle. (Cazorla Suárez, 2010)



**Figura 19. Procesos e interconexiones de la metodología PRINCE2.** Recuperado de *Estudio de la metodología de Gestión de Proyectos PRINCE2: Aplicación a un caso práctico.* (Cazorla Suárez, 2010)

•**APM (Association for Project Management):** La asociación para gerencia de proyectos se encarga de desarrollar y promocionar proyectos y programas de gerenciamiento a través de cinco dimensiones de profesionalismo. APM cuenta con más de 21.650 miembros naturales y 570 miembros corporativos lo que la hace una de las más grandes en Europa. Su misión es proveer liderazgo al grupo de organizaciones e individuos quienes compartan una pasión por mejorar proyectos. (Association for Project Management, 2015). Hay muchas formas en las que perteneciendo a esta asociación se pueden beneficiar los proyectos; esta cuenta con calificaciones, eventos, publicaciones y servicios en línea en los cuales pueden participar todos sus miembros.

La estrategia de la APM se basa en cinco áreas dominantes:

1. Conocimiento: siendo la fuente reconocida para el desarrollo y la difusión del conocimiento para manejo del proyecto y del programa.
2. Desarrollo profesional: desarrollando y manteniendo una estructura internacionalmente reconocida de las calificaciones relevantes a la práctica intersectorial.
3. Membresía: atrayendo y reteniendo miembros a través de una gama cada vez mayor de servicios y de productos de valor.

4. Internacional: promoviendo y protegiendo los intereses y los estándares de la APM y de sus miembros en el país y en el extranjero
5. Gobierno y administración: proporcionando una base eficiente, rentable, transparente de la APM para entregar planes, servicios y productos a los miembros, miembros potenciales y a la sociedad en su totalidad.

El APMBOK o libro del conocimiento se considera esencial y está basado en la información correctamente investigada sobre prácticas y tendencias actuales dentro de la profesión, mostrando un punto de vista más amplio de la disciplina, incluyendo temas comerciales, tecnologías y de administración. (Vásquez González, 2007)

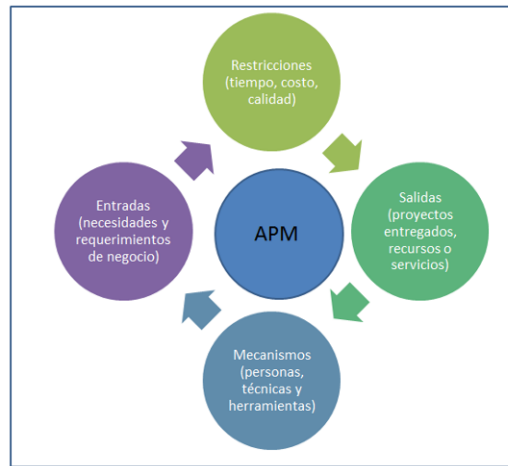
Esta metodología cuenta con 7 áreas del conocimiento y 52 procesos:

**Tabla 5.** Esquema del BOK de APM.

ÁREAS DEL CONOCIMIENTO	PROCESOS
Contexto de la administración	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gerencia de proyectos</li> <li>•Gerencia de programas</li> <li>•Gerencia de portafolios</li> <li>•Contexto del proyecto</li> <li>•Patrocinador del proyecto</li> <li>•Oficina de proyectos</li> </ul>
Planificación de la estrategia	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gestión del éxito y los beneficios</li> <li>•Gestión de los interesados</li> <li>•Gestión del valor</li> <li>•Plan de gestión de proyectos</li> <li>•Gestión de los riesgos del proyecto</li> <li>•Calidad del proyecto</li> <li>•Gestión de la seguridad, salud y ambiental del proyecto.</li> </ul>
Ejecución de la estrategia	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gestión del alcance</li> <li>•Programación</li> <li>•Gestión de los recursos</li> <li>•Gestión de los costos y presupuestos</li> <li>•Control de cambios</li> <li>•Gestión del valor ganado</li> <li>•Gestión de la información</li> <li>•Gestión del problema</li> </ul>
Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gestión de los requerimientos</li> <li>•Desarrollo</li> <li>•Estimación</li> <li>•Gestión de la tecnología</li> <li>•Ingeniería de valor</li> <li>•Modelado y prueba</li> <li>•Gestión de la configuración</li> </ul>
Negocios y Comercio	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Caso de negocio</li> <li>•Marketing y ventas</li> <li>•Financiación del proyecto y recursos</li> <li>•Obtención</li> <li>•Conocimiento de las leyes</li> </ul>
Organización y Gobierno	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ciclo de vida del proyecto</li> <li>•Concepto</li> <li>•Definición</li> <li>•Implementación</li> <li>•Entrega y liquidación</li> <li>•Revisión del proyecto</li> <li>•Estructura organizacional</li> <li>•Roles organizacionales</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos y procedimientos</li> <li>• Gobernabilidad de la gestión de proyectos</li> </ul>
Gente y la Profesión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Liderazgo</li> <li>• Gestión del conflicto</li> <li>• Negociación</li> <li>• Gestión de recursos humanos</li> <li>• Características del comportamiento</li> <li>• Aprendizaje y desarrollo</li> <li>• Profesionalismo y ética</li> </ul>

Recuperado de *Metodologías de Gestión de Proyectos, alcance, impacto y tendencias*. (Vásquez González, 2007)



**Figura 20. Estructura de la gestión de proyectos según APMBOK.** Recuperado de adaptación de metodologías de gestión de proyectos en instituciones de educación superior. Fundación universitaria Konrad Lorenz (Barrero Osuna & Jaimes, 2014)

Los roles de quienes hacen parte del equipo APM son:

- ✓ Administrador APM
  - ✓ Gerente de proyecto APM
  - ✓ Especialista en aplicaciones
  - ✓ Arquitecto monitoreo
  - ✓ Especialista APM
- **ISO 21500:2012:** proporciona orientación para la gestión de proyectos y puede ser utilizado por cualquier tipo de organización, incluidas las organizaciones públicas, privadas o comunitarias, y para cualquier tipo de proyecto, independientemente de su complejidad, tamaño o duración. Proporciona una descripción de alto nivel de los conceptos y procesos que son considerados para formar buenas prácticas en la gestión

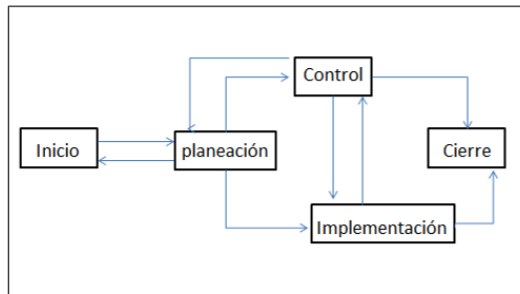


de proyectos. Los proyectos se sitúan en el contexto de los programas y carteras<sup>3</sup> de proyectos, sin embargo, la norma ISO 21500: 2012 no proporciona una guía detallada sobre la gestión de los programas y carteras de proyectos. Temas relacionados con la gestión en general sólo se abordan en el contexto de la gestión de proyectos. (ISO, 2012)

El equipo de proyecto que propone la metodología ISO 21500 es el siguiente:

- ✓ Patrocinador del proyecto
- ✓ Dirección del proyecto
- ✓ Miembros del equipo de proyecto
- ✓ Gerente de la sociedad
- ✓ Analista de interés de las empresas en la implementación de ISO 21500
- ✓ Asesores externos

Las áreas de conocimiento son 10 y los grupos de procesos son 5. En la figura 21 y en la tabla 6 se describen estos.



**Figura 21. Grupo de Procesos y sus iteraciones.** Recuperado de *Comparativa ISO 21500 y PMBOK Versión 5.* (Cruz Caicedo, 2012)

---

<sup>3</sup> Según la ISO 21500:2012, Se denominan carteras de proyectos a los portafolios de proyectos

**Tabla 6.** Procesos de la dirección de proyectos ISO 21500

Grupos temáticos	Grupos de procesos de la dirección de proyectos				
	Inicio	Planificación	Ejecución	Seguimiento y control	Cierre
Integración	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo del acta de constitución del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar planes del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dirigir las tareas del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlar las tareas del proyecto</li> <li>Controlar los cambios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cerrar el proyecto o fase</li> <li>Recolectar las lecciones aprendidas</li> </ul>
Partes interesadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las partes interesadas</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestionar las partes interesadas</li> </ul>		
Alcance		<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir el alcance</li> <li>Crear la EDT</li> <li>Definir actividades</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlar el alcance</li> </ul>	
Recursos humanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer el equipo de proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estimar recursos</li> <li>Definir la organización del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar el equipo de proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlar los recursos</li> <li>Gestionar el equipo de proyecto</li> </ul>	
Tiempo		<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer la secuencia de actividades</li> <li>Estimar la duración de las actividades</li> <li>Desarrollar el cronograma</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlar el cronograma</li> </ul>	
Costo		<ul style="list-style-type: none"> <li>Estimar costos</li> <li>Desarrollar el presupuesto</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlar los costos</li> </ul>	
Riesgos		<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar riesgos</li> <li>Evaluar riesgos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tratar los riesgos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlar los riesgos</li> </ul>	
Calidad		<ul style="list-style-type: none"> <li>Planificar la calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el aseguramiento de la calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el control de la calidad</li> </ul>	
Adquisiciones		<ul style="list-style-type: none"> <li>Planificar las adquisiciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seleccionar los proveedores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Administrar los contratos</li> </ul>	
Comunicaciones		<ul style="list-style-type: none"> <li>Planificar las comunicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Distribuir la información</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestionar las comunicaciones</li> </ul>	

*Recuperado de Comparativa ISO 21500 y PMBOK Versión 5. (Cruz Caicedo, 2012)*

- PMAJ (Project Management Association of Japan):** asociación Japonesa de gerencia de proyectos que cuenta con aproximadamente 100.000 practicantes sin incluir los miembros del equipo del proyecto. Es una organización sin ánimo de lucro fundada en abril de 2002. Sus objetivos son establecer y promover el sistema de calificación de los profesionales de la gestión de proyectos a fin de facilitar la innovación en la comunidad industrial manteniendo y mejorando para proporcionar una gama completa de servicios para los profesionales. (Chairman, 2005) .

P2M (Project Planning and Management Solution) es el cuerpo del conocimiento del PMAJ, el cual se basa en la creación de valor para las empresas ya sean comerciales o públicas, y una cadena coherente de una misión, a través de estrategias para encaminarla. Un programa para implementar estrategias a proyectos que comprenden un programa. P2M ha sido desarrollado por la Asociación de Promoción de Ingeniería (ENAA) Comité para el Desarrollo de Gestión de Proyectos Innovadores, un equipo de visionarios y practicantes de gerencia de proyectos seleccionados y programas basados en dirección empresarial elaborado a partir de proyectos industrias, instituciones académicas y de consultoría. (Project Management Professionals Certification Center, 2001).

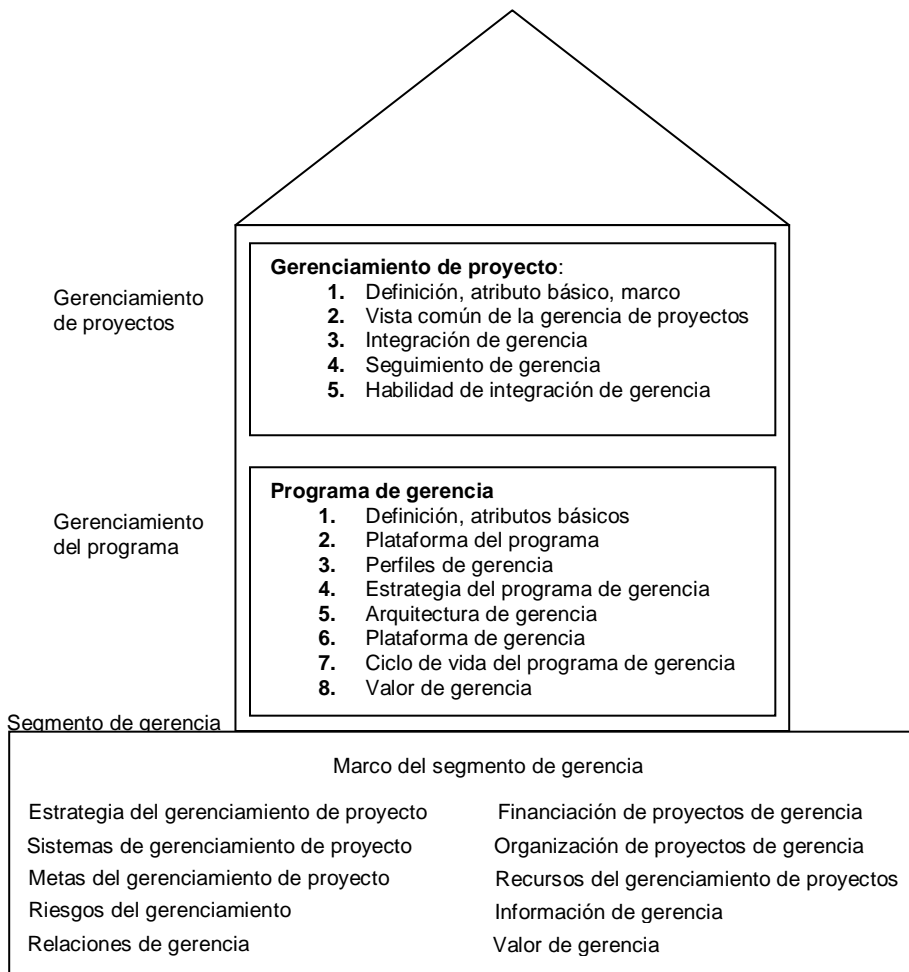
Los grupos de procesos básicos que se encuentran dentro del P2M son:

- ✓ Gerencia del programa
- ✓ Estrategias
- ✓ Sistemas
- ✓ Metas
- ✓ Riesgo
- ✓ Relación
- ✓ Finanzas organización
- ✓ Recursos
- ✓ Información
- ✓ Valor y comunicación

Es necesario que los profesionales del proyecto satisfagan tres sistemas requeridos:

- Conocimiento sistemático
- Experiencia práctica
- Actitud/ cualidad, incluyendo la ética profesional.

Para conectar los proyectos directamente con la misión específica, es esencial que el encargado del programa o del proyecto clarifique metas, objetivos y las urgencias del proyecto, esto se muestra en la Figura 22 donde se especifican las funciones básicas, características del diseño, procesos de producción, costos de producción, tiempo al mercado y estrategia de la comercialización.



**Figura 22. Componentes de la Metodología P2M.** Recuperado de *Project Management Association of Japan. (Chairman, 2005)*

El personal que conforma el equipo de la metodología P2M son:

- ✓ Junta del proyecto
- ✓ Gerente del proyecto
- ✓ Oficina de soporte del proyecto

- **CMMI (Capability Maturity Model for Integration):** Integración de modelos de madurez de capacidades, es un modelo para la mejora y evaluación de procesos para el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software. Los modelos CMMI ayudan a identificar y mejorar las capacidades claves que elevan el rendimiento, la calidad y la rentabilidad de la empresa. La formación CMMI proporciona una guía para la mejora eficiente y efectiva a través de múltiples disciplinas de procesos en una

organización. Proporciona orientación a los esfuerzos de la organización, dando lugar a resultados medibles. (CMMI Institute, 2015).

Esta metodología agrupa las áreas de proceso en las siguientes categorías de área de proceso:

**Tabla 7.** Áreas de conocimiento y procesos CMMI.

Áreas del conocimiento	Procesos
Gestión de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación de proyecto (PP)</li> <li>• Proyecto, monitorización y control (PMC)</li> <li>• Gestión de proyecto integrada (IPM)</li> <li>• Gestión del riesgo (RM)</li> <li>• Solicitud y acuerdo de servicio con proveedores (SSAD)</li> <li>• Gestión de acuerdos (AM)</li> <li>• Gestión de requisitos (REQM)</li> </ul>
Ingeniería de adquisiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisitos para el desarrollo de la adquisición (ARD)</li> <li>• Gestión técnica de la adquisición (ATM)</li> <li>• Verificación de la adquisición (AVER)</li> <li>• Validación de la adquisición (AVAL)</li> </ul>
Soporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de la configuración (CM)</li> <li>• Análisis de decisión y resolución (DAR)</li> <li>• Medidas y análisis (MA)</li> <li>• Asegurado de la calidad de procesos y productos (PPQA)</li> </ul>

*Recuperado de CMMI v1.3 en castellano. (Nuevo Rosado, 2012)*

La gestión de la mayoría de los procesos, la gestión de proyectos y las áreas de soporte son comunes a todos los modelos CMMI. Este hecho hace conveniente que deban alinearse los procesos entre el comprador y el proveedor, si el proveedor usa el CMMI para desarrollo (CMMI-DEV) o CMMI para Servicios (CMMI-SVC) las áreas de procesos de la ingeniería de adquisición son específicas al modelo CMMI-ACQ como también lo son dos de las áreas de proceso para gestión de proyectos.(Nuevo Rosado, 2012)

Las características de esta metodología son:

- ✓ Se enfoca en mejorar practicas
- ✓ Cubre las actividades requeridas para desarrollar y mantener productos y servicios
- ✓ Mejores procesos resultan en mejores productos y servicios
- ✓ Permite enfocar la mejora a aquellos procesos alineados con los objetivos del negocio
- ✓ Incrementa la visibilidad de las actividades de ingeniería para garantizar que el producto y/o servicio cumplan con las expectativas del cliente.
- ✓ Contempla la mejora de procesos a través de la incorporación de lecciones aprendidas
- ✓ Contiene 5 niveles de madurez
- ✓ Son dos caminos para la mejora: por niveles y continuo
- ✓ Los componentes necesarios del CMMI son las metas específicas y genéricas
- ✓ Los requerimientos para las evaluaciones CMMI definen tres clases de métodos de certificación

El modelo CMMI es flexible respecto a la estructura de los roles y responsabilidades que desempeñan las prácticas descritas en cada área de proceso y no establece una estructura sugerida para implantar las diferentes prácticas. Cada Organización al definir sus procesos asigna libremente las diferentes actividades o funciones a los diferentes roles establecidos dentro de su estructura.

Entre los roles sugeridos se encuentran los siguientes:

- ✓ Cliente
- ✓ Director general
- ✓ Gerente
- ✓ Grupo de trabajo
- ✓ Proveedor
- ✓ Usuario
- ✓ Grupo de procesos y comité de mejora

• **IPMA (International Project Management Association):** Es una Federación de más de 60 miembros. Desarrollan las competencias de gestión de proyectos en sus áreas geográficas de influencia, interactuando con miles de profesionales y el desarrollo de las relaciones con las corporaciones, agencias gubernamentales, universidades y colegios, así como organizaciones de formación y empresas de consultoría. Es la autoridad principal en el proyecto competente, programas y portafolios (PPM). A través de sus esfuerzos, sus mejores prácticas son ampliamente conocidas y aplicadas en forma apropiada en todos los niveles de las organizaciones del sector público y privado.

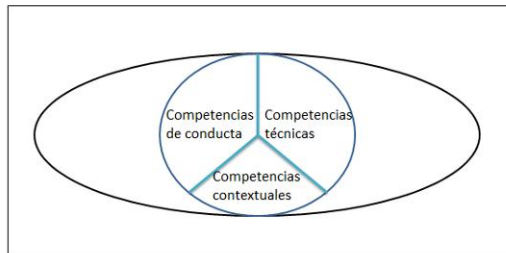
ICB es el BOK de conocimientos publicado por el IPMA, este contiene los términos, las prácticas, las tareas, las habilidades, las funciones, los procesos de la gestión, los métodos, las técnicas y las herramientas básicas que se utilizan en buenas prácticas y teoría de Gestión de Proyectos. Además especifica el conocimiento y la experiencia que debe tener un especialista de Gestión de Proyectos cuando sea apropiado utilizando prácticas innovadoras y avanzadas en situaciones más limitadas.

El ICB es de mayor utilidad para los gestores de proyectos individuales que deseen revisar su competencia en proyectos, programas y portafolios, así como para los candidatos y de los evaluadores que participan en una certificación. El ICB también puede ser utilizado como una guía para desarrollar materiales de formación, con fines de investigación y como un documento de referencia para aquellos que están interesados en la competencia de gestión de proyectos.

El ojo de la competencia representa la integración de todos los elementos de gestión de proyectos, como se ve a través de los ojos del jefe de proyecto al evaluar una situación específica. El ojo representa la claridad y la visión (figura 23).

El ICB consta de 46 elementos de competencia que cubren

- ✓ Las técnicas de gestión de proyectos (20)
- ✓ El comportamiento profesional del personal de gestión de proyectos (15)
- ✓ Las relaciones con el contexto del proyecto (11)



**Figura 23. Ojo de la competencia ICB.** Recuperado de *International Project Management Association. (International Project Management Association, 2015)*

**Tabla 8.** Descripción de los Elementos ICB.

Descripción de los elementos	
Competencias técnicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Éxito en la dirección de proyectos</li> <li>• Partes interesadas</li> <li>• Requisitos y objetivos de proyectos</li> <li>• Riesgos y oportunidades</li> <li>• Calidad</li> <li>• Organizaciones de proyectos</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Resolución de problemas</li> <li>• Estructuras de proyectos</li> <li>• Alcance y entregables</li> <li>• Tiempo y fases de los proyectos</li> <li>• Recursos</li> <li>• Costos y financiación</li> <li>• Aprovisionamiento y contratos</li> <li>• Cambios</li> <li>• Control e informes</li> <li>• Información y documentación</li> <li>• Comunicación</li> <li>• Puesta en marcha</li> <li>• Cierre</li> </ul>
Competencias de conducta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liderazgo</li> <li>• Compromiso y motivación</li> <li>• Autocontrol</li> <li>• Confianza en sí mismo</li> <li>• Relajación</li> <li>• Actitud abierta</li> <li>• Creatividad</li> <li>• Orientación a resultados</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia</li> <li>• Consulta</li> <li>• Negociación</li> <li>• Conflictos y crisis</li> <li>• Fiabilidad</li> <li>• Apreciación de valores</li> <li>• Ética</li> </ul>
Competencias contextuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientación a proyectos</li> <li>• Orientación a programas</li> <li>• Orientación a carteras</li> <li>• Implementación de proyectos, programas y carteras (implantación PPC)</li> <li>• Organizaciones permanentes</li> <li>• Negocios</li> <li>• Sistemas, productos y tecnologías</li> <li>• Dirección de personal</li> <li>• Seguridad, higiene</li> <li>• Medioambiente</li> <li>• Finanzas</li> </ul>

Recuperado de International Project Management Association. (International Project Management Association, 2015)

La tabla 9 muestra las áreas del conocimiento y los ámbitos de competencias ICB

**Tabla 9.** Áreas de conocimiento y Ámbitos de competencia ICB.

Áreas del conocimiento	Ámbitos de competencias		
	Técnica	Conducta	contextual
Integración y alcance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Éxito en la dirección de proyectos</li> <li>• Partes interesadas</li> <li>• Requisitos y objetivos de proyectos</li> <li>• Organizaciones de proyectos</li> <li>• Estructuras de proyectos</li> <li>• Alcance y entregables</li> <li>• Puesta en marcha</li> <li>• Cierre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liderazgo</li> <li>• Compromiso y motivación</li> <li>• Autocontrol</li> <li>• Confianza en sí mismo</li> <li>• Relajación</li> <li>• Actitud abierta</li> <li>• Creatividad</li> <li>• Orientación a resultados</li> <li>• Eficiencia</li> <li>• Consulta</li> <li>• Negociación</li> <li>• Conflictos y crisis</li> <li>• Fiabilidad</li> <li>• Apreciación de valores</li> <li>• Ética</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientación a proyectos</li> <li>• Orientación a programas</li> <li>• Orientación a carteras</li> <li>• Organizaciones permanentes</li> </ul>
Tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo y fases de los proyectos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Legal</li> </ul>
Costos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos</li> <li>• Costos y financiación</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Finanzas</li> </ul>
Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de proyectos, programas y carteras (implantación PPC)</li> </ul>
Recursos humanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizaciones de proyectos</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Resolución de problemas</li> <li>• Recursos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Negocios</li> <li>• Dirección de personal</li> </ul>
Comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control e informes</li> <li>• Información y documentación</li> <li>• Comunicación</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Negocios</li> </ul>
Riesgos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgos y oportunidades</li> <li>• Resolución de problemas</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad, higiene</li> <li>• Medioambiente</li> <li>• Legal</li> </ul>
Adquisiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovisionamiento y contratos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Negocios</li> <li>• Legal</li> </ul>

Recuperado de International Project Management Association. (International Project Management Association, 2015)



### 5.1.5 Metodologías ágiles.

Las metodologías ágiles surgen como una alternativa a las metodologías tradicionales las cuales son un poco rígidas para las características del mercado actual. Estas metodologías se basan en dos aspectos puntuales, el rastrear las decisiones y la planificación adaptativa, permitiendo garantizar y potenciar el desarrollo a gran escala. La planificación adaptativa consiste en ir adaptando las secuencias paso a paso conforme el proyecto va avanzando, basándose siempre en las experiencias e informaciones útiles y relevantes que se van corrigiendo durante la ejecución. Esto permite tomar decisiones de forma clara y objetiva para alcanzar los resultados deseados.

Un modelo de desarrollo ágil generalmente es un proceso incremental (pequeños y frecuentes entregas con ciclos rápidos) también cooperativo (clientes y desarrolladores trabajando constantemente con una comunicación muy fina y constante) y sencillo. Las metodologías ágiles son fáciles de aprender y modificar para el equipo de trabajo, se permite documentar por medio de notas, apuntes, libros o una nube en la web y finalmente es un método adaptativo capaz de permitir cambios de último momento.

Las metodologías ágiles proporcionan una serie de pautas y principios junto a técnicas pragmáticas que harán la entrega del proyecto menos complicada y más satisfactoria tanto para los clientes como para el equipo que trabajó en el proyecto. (Ticona Condori, 2014). Estas permiten rastrear las decisiones y mantener una satisfacción en el cliente y por ende el éxito del producto.

Normalmente cuando se habla de metodologías ágiles estas son asociadas a empresas tecnológicas o desarrollo de software. Aunque están orientadas a este sector las metodologías ágiles pueden ser aplicadas a cualquier sector ya que están pensadas para el desarrollo de proyectos complejos, donde bien no existe toda la información necesaria desde el inicio o no se puede planificar a detalle el desarrollo del proyecto. Estas se basan en principios de colaboración y participación activa de todos los miembros del equipo, fomentando el aprendizaje y el desarrollo de las tareas de manera autónomas y en muchos casos implica la participación activa del cliente.

Algunas de las ventajas cuando se implementa alguna de las metodologías ágiles son (Rodríguez Meza, 2013):

- Reduce el número de decisiones de alta inversión que se toman
- Reduce el número de cambios necesarios en el proyecto
- Reduce el costo del cambio.
- Planificación adaptativa que permite estar preparados para el cambio
- Permite tomar decisiones a lo largo del proyecto

Estas metodologías se basan en cuatro postulados fundamentales que son:

1. Al individuo y las interacciones por encima de los procesos y las herramientas.
2. El software que funciona por encima de documentación exhaustiva.
3. La colaboración con el cliente por encima de la negociación contractual.
4. La respuesta al cambio por encima de seguir un plan (Espinoza, Ramirez, Sánchez, Maza, & Vilela, 2014)

Entre las metodologías ágiles más reconocidas se encuentran las siguientes:

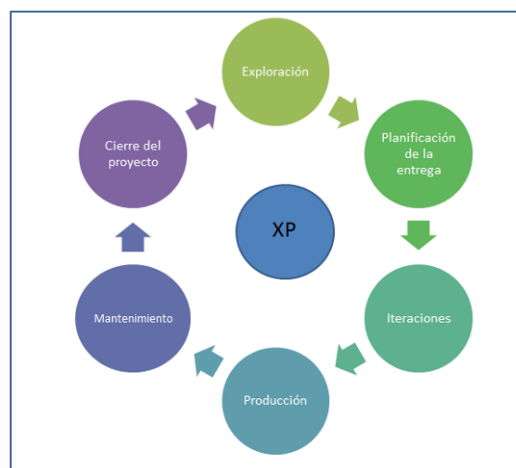
- **XP (Extreme Programming):** Desarrollada en marzo de 1996. La programación extrema es uno de los varios procesos ágiles más populares, exitoso en muchas empresas de todos los tamaños e industrias en todo el mundo. La programación extrema tiene éxito porque hace hincapié en la satisfacción del cliente. En vez de entregar todo lo que pueda desear en una fecha lejana en el futuro este proceso proporciona el software que necesita a medida que lo necesite. Permite a los programadores responder con seguridad a las cambiantes necesidades de los clientes, incluso tarde en el ciclo de la vida. Extreme Programming hace hincapié en el trabajo en equipo. Gerentes, clientes y desarrolladores donde todos los socios son iguales en un equipo de colaboración, implementa un entorno sencillo pero eficaz que permite a los equipos convertirse en altamente productivos. El equipo tiene la necesidad de resolver el problema de la forma más eficiente posible. Extreme Programming mejora un proyecto en cinco formas esenciales; la comunicación, la sencillez, la retroalimentación, el respeto y el valor.(Extreme Programming, 2009)

El equipo de trabajo en la metodología XP está compuesto por:

- ✓ Programador

- ✓ Cliente
- ✓ Encargados de las pruebas (tester)
- ✓ Encargado de seguimiento (tracker)
- ✓ Entrenador (coach)
- ✓ Consultor
- ✓ Gestor (Big boss)

El ciclo de vida o grupos de procesos ideal de XP consiste en seis fases: Exploración, planificación de la entrega, iteraciones, producción, mantenimiento y cierre del proyecto.



**Figura 24. Grupos de procesos XP (Extreme programming).** Recuperado de *Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP)* (Letelier & Penadés, 2006)

Las prácticas básicas de la metodología XP son:

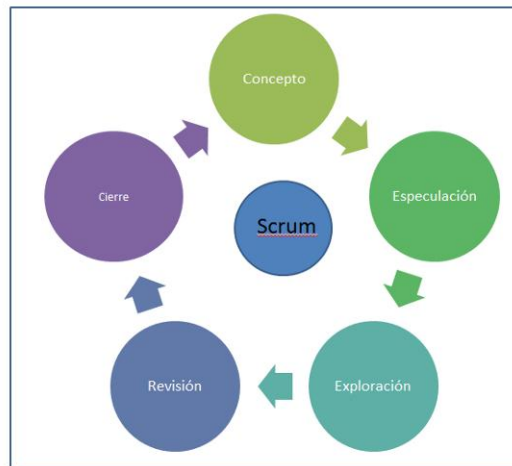
- ✓ **Equipo completo:** Todos los que tienen que ver con el proyecto.
- ✓ **Planificación:** Historias de usuarios y planificación de orden.
- ✓ **Test del cliente:** Propuesta del cliente para validación.
- ✓ **Versiones pequeñas:** Mini versiones que ofrezcan algo al usuario final.
- ✓ **Diseño simple:** Sencillo el código.
- ✓ **Pareja de programadores:** trabajo en parejas e intercambio con frecuencia.
- ✓ **Desarrollo guiado por las pruebas automáticas:** Cuantas más pruebas se hagan mucho mejor.
- ✓ **Integración continua:** Ejecutable para pequeñas adaptaciones.

Los valores de XP son: simplicidad, comunicación, respeto, retroalimentación y coraje.

(Ruiz Leon, 2015)

- **Scrum:** Creado en 2009 por Ken Schwaber; nace de la insatisfacción extrema con el estado de la técnica. Es un marco ágil para la realización de proyectos complejos. originalmente fue formalizado para proyectos de desarrollo de software, pero funciona bien para cualquier ámbito complejo, innovador de trabajo. Las posibilidades son infinitas, se caracteriza por adoptar una estrategia de desarrollo incremental en lugar de la planificación y ejecución completa del producto. Basa la calidad del resultado más en el conocimiento tácito de las personas en equipos auto organizados que en la calidad de los procesos empleados. Solapamiento de las diferentes fases del desarrollo, en lugar de realizar una tras otra en un ciclo secuencial o en cascada. (Scrum.org, 2010)

Los grupos de proceso de la metodología Scrum se clasifican en 5 fases: Concepto, Especulación, exploración, Revisión y cierre.



**Figura 25. Grupos de procesos Scrum.** Recuperado de *Metodología Scrum* (Trigas Gallego, 2013)

Los roles de quienes participan en los procesos Scrum son los siguientes:

- ✓ Dueño del producto
- ✓ ScrumMaster
- ✓ Equipo de desarrollo
- ✓ Usuarios
- ✓ Interesados del proyecto
- ✓ Directores

Scrum se puede dividir en forma general en tres fases que se pueden entender como reuniones. Estas reuniones forman parte de los roles y los elementos que lo forman y se dividen en:

- ✓ **Planificación del Backlog:** se define un documento en el que se reflejarán los requisitos del sistema por prioridades. En esta fase se definirá también la planificación del Sprint<sup>4</sup> o (iteración 0) en la que se decidirá cuáles van a ser los objetivos y el trabajo que hay que realizar para esa iteración. Se obtendrá además en esta reunión un Sprint Backlog, que es la lista de tareas y que es el objetivo más importante del Sprint.
- ✓ **Seguimiento del Sprint:** en esta fase se hacen reuniones diarias en las que las tres preguntas principales para evaluar el avance de las tareas serán: ¿Qué trabajo se realizó desde la reunión anterior?, ¿Qué trabajo se realizará hasta la nueva reunión?, inconvenientes que han surgido y que hay que solucionar para poder continuar.
- ✓ **Revisión del Sprint:** cuando se finaliza el Sprint se realiza una revisión del incremento que se ha generado. Se presentarán los resultados finales y un demo o versión, esto ayudará a mejorar la retroalimentación con el cliente.

Los elementos que conforman a Scrum son:

- ✓ Product Backlog: lista de necesidades del cliente
- ✓ Sprint Backlog: lista de tareas que se realizan en un sprint
- ✓ Incremento: parte añadida o desarrollada en un sprint, es una parte terminada y totalmente operativa.

(Trigas Gallego, 2013)

- **Crystal Methods:** Es uno de los enfoques más ligeros y adaptables para el desarrollo de software. Está compuesto de una familia de metodologías ágiles como cristal transparente, amarillo, naranja cristal y otros, cuyas características únicas son impulsados por varios factores tales como el tamaño del equipo, la criticidad del sistema y las prioridades del proyecto. Esta familia de cristal se refiere a la comprensión de que cada proyecto puede requerir un conjunto de políticas, prácticas y procesos con el fin de satisfacer las características únicas de los proyectos. los principios clave incluyen el trabajo en equipo, la

---

<sup>4</sup> Ciclos breves para el desarrollo, comúnmente llamadas iteraciones y que en Scrum se les denomina **SPRINTS**

comunicación y la sencillez, así como la reflexión para ajustar con frecuencia y mejorar el proceso. Al igual que otras metodologías de procesos ágiles, Crystal promueve la frecuente y temprana entrega de software que trabaja, participación alta de usuario, capacidad de adaptación y la eliminación de la burocracia o distracciones. (McLaughlin, 2013).

El uso de esta metodología depende de las características y tamaño del proyecto y se asocian a una escala de colores para marcar la complejidad de una metodología, cuanto más oscuro un color más pesado es el método, cuanto más crítico es el sistema más rigor se requiere. El código cromático se aplica a una forma de tabular elaborada por Cockburn y se usa para situar el rango de complejidad al cual se aplica metodología.

- ✓ Claro: para equipos de trabajo hasta de 8 personas o menos.
- ✓ Amarillo: entre 10 y 20 personas.
- ✓ Naranja: para equipos entre 20 y 50 personas.
- ✓ Roja: entre 50 y 100 personas.

	L6	L20	L40	L80
E6		E20	E40	E80
D6		D20	D40	D80
C6		C20	C40	C80
Claro		Amarillo	Naranja	Rojo

**Figura 26. Código Cromático Crystal.** Recuperado de *Metodologías ágiles* (Amaro Calderon & Valverde Rebaza, 2007)

En la figura 26 se muestran los parámetros de medición para la definición del uso adecuado de la metodología. Estos parámetros se clasifican en Comodidad (C), Dinero Discrecional (D), Dinero Esencial (E), y Vidas (L). Los números que acompañan las letras indican el número de personas vinculadas a un proyecto. (Amaro Calderon & Valverde Rebaza, 2007)

A más personas en el proyecto, más coordinación. A más criticidad en el software, mas rigurosidad en el proceso. El factor determinante en cualquier caso es la comunicación entre los participantes. Crystal maneja iteraciones cortas con retroalimentación frecuentes por parte de los usuarios y/o clientes, minimizando de esta forma la necesidad de productos intermedios.

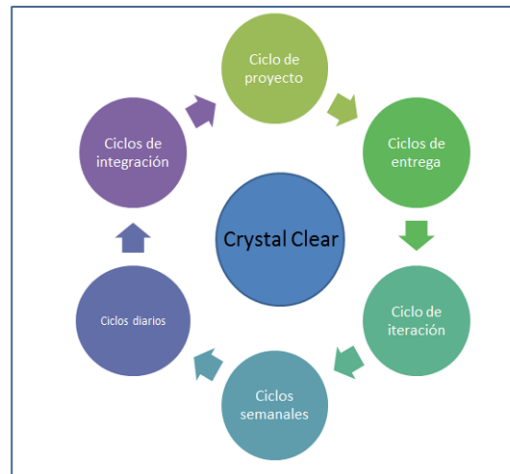
Los siete valores o propiedades de Crystal son:

1. **Entrega frecuente:** entregar software a los clientes con frecuencia.
2. **Comunicación osmótica:** todos juntos en el mismo cuarto o sala de reuniones
3. **Mejora reflexiva:** tomarse un poquito de tiempo, unas pocas horas por algunas semanas o una vez al mes.
4. **Seguridad personal:** hablar cuando algo molesta, decir amablemente las cosas.
5. **Foco:** saber lo que se está haciendo y tener la tranquilidad y el tiempo para hacerlo.
6. **Fácil acceso a usuarios expertos:** la importancia del contacto directo con expertos en el desarrollo de un proyecto.
7. **Ambiente técnico con prueba automatizada, gestión de configuración e integración frecuente:** compilar e integrar varias veces al día

En esta metodología existen ocho roles a los cuales se les denomina:

- ✓ Patrocinador ejecutivo
- ✓ Usuario embajador
- ✓ Diseñador líder
- ✓ Diseñador-programador
- ✓ Experto del negocio
- ✓ Coordinador
- ✓ Verificador
- ✓ Escritor

Crystal se enfoca en procesos como conjuntos de ciclos anidados los cuales se perciben en seis ciclos:



**Figura 27. Grupo de procesos Crystal Clear.** Recuperado de *Metodologías ágiles en TI.* (Espinoza et al., 2014)

- **DSDM (Dynamic Systems Development):** Surgió de la necesidad de proporcionar un marco de entrega de proyectos estándar de la industria para lo que se conoce como desarrollo rápido de aplicaciones (RAD) en el momento. Mientras RAD fue muy popular en la década de 1990 's, el enfoque RAD para la entrega de software se desarrolló de una manera bastante estructurado. Como resultado de ello, el Consorcio DSDM fue creado y convocado en 1994 con el objetivo de diseñar y promover un marco común en la industria de software para la entrega rápida. Desde 1994, la metodología DSDM ha evolucionado y madurado para proporcionar una base integral para la planificación, gestión, ejecución y ajustes en los proyectos de desarrollo de software iterativo (proceso ágil). Se basa en nueve principios fundamentales que giran principalmente en torno a las necesidades del negocio y/o valor, la participación activa del usuario, los equipos habilitados, las entregas frecuentes, las pruebas integradas y de colaboración de las partes interesadas. (McLaughlin, 2013)

Dado su enfoque hacia proyectos de características RAD esta metodología es guiada por los siguientes nueve principios:

1. El involucramiento del usuario es imperativo.
2. Los equipos de DSDM deben tener el poder de tomar decisiones.
3. El foco está puesto en la entrega frecuente de productos.
4. La conformidad con los propósitos del negocio es el criterio esencial para la aceptación de los entregables.



5. El desarrollo iterativo e incremental es necesario para converger hacia una correcta solución del negocio.
6. Todos los cambios durante el desarrollo son reversibles.
7. Los requerimientos están especificados a un alto nivel.
8. Las pruebas son integradas a través del ciclo de vida.
9. Un enfoque colaborativo y cooperativo entre todos los interesados es esencial.

DSDM define cinco fases en la construcción de un sistema:



**Figura 28. Grupo de procesos DSDM.** Recuperado de *Metodologías Ágiles*. (Amaro Calderon & Valverde Rebaza, 2007)

Los roles en la metodología DSDM están diferenciados en tres grupos:

- ✓ Roles del proyecto:
  - Dueño del negocio
  - Administrador del proyecto
  - Visionario de negocio
  - Coordinador técnico
- ✓ Roles del desarrollador de la solución:
  - Embajador de negocio
  - Desarrollador de la solución
  - Probador de la solución
  - Analista del negocio
  - Asesor del negocio
- ✓ Otros roles:
  - Entrenador interno
  - Facilitador de taller

Estos tres grupos comparten en común un jefe de equipo que es transversal a los tres roles mencionados.(Ivaniszyn & Rambo, 2014)

- **Lean Startup:** Es una metodología ágil iterativa, se debe gran parte de sus principios y prácticas para el movimiento Lean Enterprise, y las prácticas de compañías como Toyota. Lean Startup se centra el equipo, en la entrega de valor al cliente y en la eficiencia de la cadena de valor y los mecanismos que entregan ese valor. Los principios fundamentales de la metodología ajustada incluyen la eliminación de residuos, la amplificación de aprendizaje, la entrega lo más rápido posible. La metodología de Lean elimina los residuos a través de prácticas tales como la selección de las características verdaderamente única y valiosa para un sistema, dando prioridad a los seleccionados y su entrega en pequeños lotes. Se hace hincapié en la velocidad y la eficiencia del flujo de trabajo de desarrollo y se basa en la retroalimentación rápida y fiable entre los programadores y los clientes. Lean utiliza la idea de trabajo basándose en la petición del cliente, se concentra en el trabajo simultáneo y en el menor número posibles de dependencias de flujo de trabajo dentro del equipo.(McLaughlin, 2013)

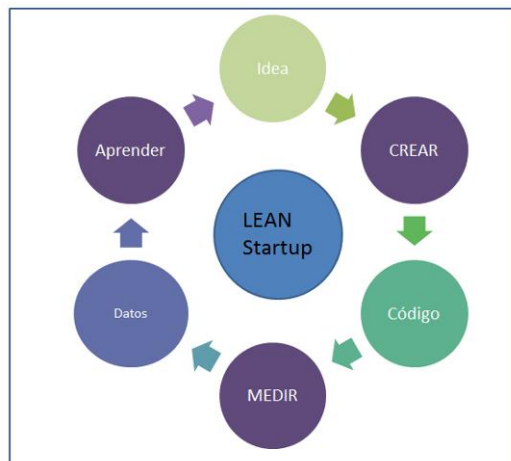
Los principios de esta metodología son 12 y se describen a continuación:

1. Satisfacer al cliente como máxima prioridad.
2. Brindar siempre el mejor valor para la inversión.
3. El éxito depende gran parte de la participación del cliente.
4. Cada proyecto Lean startup es un esfuerzo de equipo.
5. Todo puede cambiar.
6. Soluciones a la totalidad, no por puntos.
7. Completar, no construir.
8. Solución al 80% hoy, en vez de una al 100% mañana.
9. El minimalismo es esencial.
10. La necesidad determina la tecnología.
11. El crecimiento del producto, es el incremento de sus prestaciones no del tamaño.

12. Nunca empujar el Lean Startup más allá de sus límites.

Dado que esta metodología es más una filosofía que un proceso de diseño no importa el tamaño del equipo, sus roles o su etapa. Como su nombre lo dice, esta metodología viene de la filosofía LEAN por lo tanto comparte los siete principios LEAN:

1. Eliminar los residuos.
2. Ampliar el aprendizaje.
3. Decidir lo más tarde posible.
4. Reaccionar tan rápido como sea posible.
5. Potenciar el equipo.
6. Crear la integridad.
7. Centrarse en el todo, no en las partes.



**Figura 29. Grupo de procesos LEAN Startup.** Recuperado de *Metodología Startup*. (Yorky, 2014)

Los roles en la metodología LEAN Startup son:

- ✓ Dueño del producto
- ✓ Dueño técnico
- ✓ Desarrollador
- ✓ Consumidores
- ✓ Equipo desarrollador
- ✓ Equipo de usuarios

### 5.1.6 Nuevas metodologías aplicadas a la construcción.

Aunque las metodologías tradicionales descritas en el apartado 5.1.5 pueden ser aplicadas a cualquier tipo de proyecto con excepción del PMBOK y su extensión de la construcción, todas describen modelos para ser adaptados a cualquier idea de proyecto, al igual que las metodologías ágiles en el apartado 5.1.6 las cuales están asociadas con los proyectos de desarrollo de software. Pero más allá de una denominación ágil o tradicional, estas metodologías pueden ser aplicadas diferentes sectores. En el caso del sector de la construcción, las nuevas tecnologías que actualmente se utilizan durante los proyectos facilitan la retroalimentación del cliente y la iteración desde la fase de diseño. Por esta razón nacen estas nuevas metodologías.

La filosofía Lean es un enfoque que está tomando cada día más fuerza a nivel mundial, porque ataca las causas de los problemas que limitan la efectividad de la administración de proyectos tradicionales. Pero por qué es necesario un nuevo enfoque? Porque durante los últimos años, la ejecución de proyectos de construcción han tenido serios problemas para cumplir con sus metas, como la divergencia y falta de integración de los equipos y fases del proyecto, lo que lleva a sobrecostos, mayores recursos y plazos.

El término Lean se conoce desde finales de la década de los 50 en el siglo 20 en Japón, como resultado de la investigación de la empresa del sector automotriz Toyota, con el cual se pretendía mejorar su línea de producción, eliminar los residuos y disminuir las perdidas mejorando los tiempos de entrega de los vehículos a los clientes. Este nuevo modelo de producción se llamó Producción Lean o Producción sin perdidas cuyo objetivo principal es el de minimizar las pérdidas agregando valor a la producción.

Con el desarrollo de estas ideas se creó el proceso de manufactura TPS (Toyota Production System) el cual consistió en minimizar las existencias y defectos en todas las operaciones de la producción. Luego de unos años, esta filosofía se fue desarrollando y empezó a tener auge en América y Europa por lo que para los años 90 esta filosofía ya era conocida en casi todo el mundo.

En el año 1992, el finlandés Lauri Koskela desarrolló conceptualmente la aplicación de los principios Lean en la construcción y se empezó a implementar esta filosofía en dicho sector, con la premisa de que la construcción debería ser mejorada mediante la

eliminación de los flujos de materiales y que las actividades de conversión mejorarían la eficiencia. Con el tiempo se fueron sumando más investigadores y empresas a esta iniciativa hasta que finalmente en 1993 se acuña el término de *Lean Construction* o *construcción sin pérdidas*.

En 1997, Glenn Ballard y Greg Howell crearon el *Lean Construction Institute* cuyo objetivo era desarrollar y difundir nuevos conocimientos en la gestión de proyectos ya que en los proyectos de construcción tradicional no se respetaban los principios de diseño y gestión de los procesos de producción.

Así pues, *Lean Construction* es la adaptación y aplicación de los principios de la producción de la fábrica japonesa a la construcción, lo que muestra que la construcción tradicional y artesanal si se puede convertir en una construcción sistémica y de producción continua con mínimas pérdidas. (Díaz Porrás, Rivera Sánchez, & Guerra Galvis, 2014)

*Lean construction* abarca la aplicación de los principios y herramientas Lean al proceso completo de un proyecto de construcción desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio o entrega al cliente dependiendo del tipo de proyecto el cual se esté realizando. Como lo que se busca con la implementación de la filosofía Lean es la excelencia de empresa, sus principios deben ser aplicados en todas las fases del proyecto: diseño, ingeniería, pre-comercialización, comercialización y ventas, ejecución, servicio de posventas, atención al cliente, administración de la empresa, logística y relación con la cadena de suministro de materiales y personal.

Para las empresas que adoptan la filosofía Lean, las personas representan un activo fundamental, la mano de obra está mejor calificada y juegan un papel importante en la mejora continua de la misma. El personal es seleccionado de una manera más ordenada, sostenible y con visión a largo plazo lo que da como resultado una mejora en la calidad laboral y del empleado. Este sistema fortalece el trabajo en equipo, mejora las comunicaciones, se trabaja en conjunto lo que permite la detección temprana de inconvenientes ya que intervienen especialistas en todas las áreas llevando a una resolución temprana, eficaz y ágil de los problemas. La gestión integral de todo el

proyecto pasa del modelo tradicional donde hay una jerarquización de mando muy marcada a un sistema colaborativo y de autoridades y responsabilidades compartidas.

En cuanto al cliente, el sistema tradicional está más focalizado en los procesos que en entregarle un producto de valor al cliente. Los usuarios y consumidores están siendo cada vez más exigentes y las normas los protegen cada vez más, ahora están mejor informados por lo que demandan una mayor calidad en sus productos o servicios a un menor costo y una entrega de valor que se ajuste más a sus necesidades y condiciones de vida actuales. Con la gestión Lean se busca entregarle al cliente lo que solicitó desde el inicio del proyecto dentro del tiempo establecido, con la calidad solicitada y dentro de los costos pactados entre las partes.

La implementación de la gestión Lean ha generado una gran revolución en el diseño, suministro y construcción en el sector de la construcción, aplicando la gestión integral de proyectos desde su diseño hasta la entrega a satisfacción del cliente y busca maximizar el valor y minimizar los desperdicios obteniendo resultados beneficiosos para los proyectos.

Pero qué significa pérdida o desperdicio, qué es lo que debe ser eliminado para poder crear el valor para el cliente? La palabra desperdicio en la filosofía Lean viene de la palabra muda en japonés y se refiere a toda aquella actividad humana que no crea valor y consume recursos, fallos que precisan rectificación, producción de artículos que nadie consume lo que lleva a una generación de inventario. La generación de procesos y pasos que no son realmente necesarios para llegar al final del producto o proyecto, transporte de material sin ningún control entre muchas otras actividades que no le agregan valor al producto.

Según Taiichi Ohno “una empresa u organización la mayor parte de las actividades que realiza no añaden valor neto al producto o servicio final que se entrega al cliente y por lo tanto son susceptibles de mejora o eliminación” en la figura 30 se muestra de una forma gráfica los tiempo perdidos y que generan desperdicios y pérdidas para los proyectos.(Pons Achell, 2014)



**Figura 30. Círculo de la improductividad de una empresa.** Recuperado de *Introducción a Lean Construction* (Pons Achell, 2014)

En la tabla 10 se encuentra la clasificación de los desperdicios más frecuentes en la construcción y su descripción.

**Tabla 10.** Los 7 desperdicios de la construcción.

DESPERDICIOS	DESCRIPCIÓN
Sobreproducción	Producción de cantidades más grandes que las requeridas o más pronto de lo necesario; planos adicionales (no esenciales, poco prácticos o excesivamente detallados); uso de un equipamiento altamente sofisticado cuando uno mucho más simple sería suficiente; más calidad que la esperada.
Tiempo de espera	Periodos de inactividad que se producen debido a una actividad anterior que no se terminó a tiempo por completo. Tiempos muertos por falta de sincronización y disponibilidad de materiales. Demoras por carencia de materiales o por falta de espacio para trabajar.
Transporte innecesario	Este es el movimiento innecesario o movimiento de productos o materiales que no admiten directamente la producción inmediata, tales como materiales que son transportados de un lugar a otro, o materiales que son transportados desde el lugar de trabajo posterior al siguiente. Lo ideal sería que el transporte debe ser reducido al mínimo así no se pierden horas de trabajo, energía, espacio y material durante el transporte
Procesamiento	Procesos adicionales en la construcción o instalación de elementos que causan el uso excesivo de materia prima, equipos, energía, etc. Monitorización y control adicional (inspecciones excesivas o inspecciones duplicadas).
Inventario	Se refiere a los inventarios excesivos, innecesarios o antes de tiempo que conducen a pérdidas de material (por deterioro, obsolescencias, pérdidas debidas a condiciones inadecuadas de stock en la obra, robo y vandalismo), personal adicional para gestionar ese exceso de material y costos financieros por la compra anticipada
Movimientos innecesarios	Se refiere a los movimientos innecesarios o ineficientes realizados por los trabajadores durante su trabajo. Este

	puede ser causado por la utilización de equipo inadecuado, métodos de trabajo ineficientes, falta de estandarización o mala acondicionamiento del lugar de trabajo. Pérdida de tiempo y bajas laborales.
Defectos de calidad	Errores en el diseño, mediciones y planos; desajuste entre planos de diseño y estructura o instalaciones, uso de métodos de trabajo incorrectos, mano de obra poco calificada. Las dos consecuencias principales de la mala calidad son: la repetición del trabajo y la insatisfacción del cliente.

*Recuperado de Los 7 desperdicios de la construcción. (Gutiérrez, 2011)*

• **Lean Project Delivery System (LPDS)**

Es una metodología integradora que ofrece una visión del conjunto de todas las fases del proyecto desde un punto de vista Lean. Desarrollado por Glen Ballard y publicado por el Lean Construction Institute (LCI) en el año 2000.

LPDS se puede definir como un proceso colaborativo para la gestión integral de un proyecto a lo largo de todo el ciclo de vida. Se logra mediante la creación de un equipo de trabajo durante todo el proceso para alinear fines, recursos y eliminar restricciones. LPDS concibe diferentes etapas en el desarrollo del proyecto: diseño, suministro, montaje o ejecución, uso o mantenimiento del proyecto. El control de la producción, la estructura de trabajo y el aprendizaje es algo que es continuo en todo el proceso del proyecto ya que hay trabajo en equipo y comunicación de todos los participantes desde el inicio del mismo.

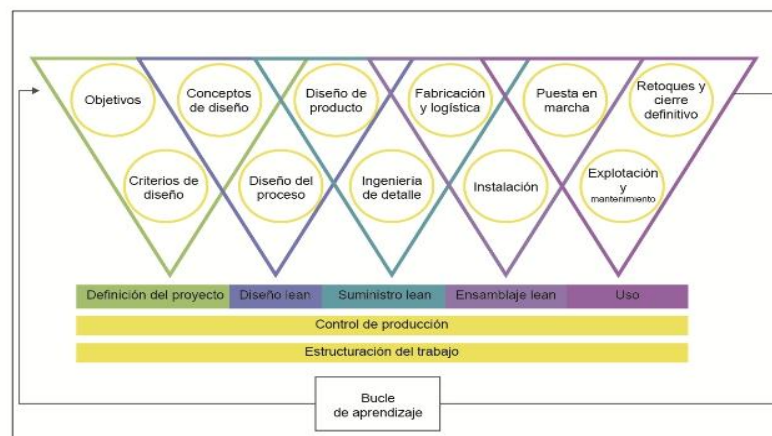
En este caso, el propietario o cliente es quien determina el costo y alcance permitido del proyecto; la misión del equipo es entender y ofrecer el mayor valor para el cliente y eliminar las actividades que no añaden valor. El valor es definido en última instancia por el cliente y es la medida de cómo un producto o servicio satisface las necesidades de este. Dentro de la gestión del proyecto se debe identificar qué actividades crean o no valor para el producto final. La cadena de valor son todas aquellas actividades y procesos implicadas en producir un producto final con valor, tal y como lo define el cliente. Identificar la cadena de valor permite a los gerentes reconocer dónde se puede realizar mejoras y dónde la cadena de valor puede optimizarse eliminando las pérdidas.

Por esta razón se crean entre el propietario y el equipo de trabajo, acuerdos de gestión y ejecución de proyectos integrados con el equipo de diseño y constructor o contratista principal. En estos acuerdos también pueden incluirse otros agentes que intervienen en el



proyecto, lo que facilita el entendimiento y el cumplimiento de los objetivos del proyecto por parte de todos los participantes. Estos acuerdos permiten la flexibilidad entre los miembros del equipo para ofrecer mayor valor al cliente y crear un interés y/o riesgo compartido en el resultado del proyecto.

Como se muestra en la figura 31, la gestión de la producción a través del ciclo de vida del proyecto genera control de la producción y la estructura de trabajo y la retroalimentación continua entre los procesos, los proveedores y los clientes hacen que el proyecto sea exitoso en tiempo, costos y recursos.



**Figura 31. Lean Project Delivery System.** Recuperado de *La construcción sin pérdidas, minimizar el desperdicio de materiales, tiempo y esfuerzo.* (Gutiérrez, 2011)

Tradicionalmente los proyectos están definidos en términos de fases. Para un proyecto LPDS se definen las fases, las relaciones entre estas y los participantes en cada una de ellas; estas fases se describen a continuación:

**1 Fase de definición del proyecto:** en esta fase, los colaboradores son claves, se reúne todo el equipo que va a participar en el proyecto: equipo de diseño, conformado por arquitectos, ingenieros y constructores, se trabaja con el dueño o promotor del proyecto para definir los objetivos y el propósito del proyecto y poder así sacar los requisitos específicos del mismo. Durante esta fase el dueño del proyecto determina el costo máximo que puede soportar el modelo de negocio. Con esta información el equipo técnico se compromete en sus costos teóricos que serían menores que el costo autorizado con el fin de estimular la innovación. El valor esperado es la cantidad que se espera que el

proyecto cueste y por lo general es un valor más alto que el valor dado por el equipo ejecutor.

### **Costo permitido $\geq$ costo esperado $\geq$ costo objetivo**

El costo objetivo es el costo donde se utilizan los objetivos adicionales como la factibilidad de la construcción, el montaje, la flexibilidad, la sostenibilidad, duración etc. En cada hito el propietario analiza la situación del proyecto y decide si el proyecto avanza y al final de la fase de definición del proyecto, el plan de negocios se completa y valida si todos los términos (económicos y de tiempo) han sido aceptados por todas las partes. Todos los representantes de las etapas del ciclo de vida del proyecto deben estar involucrados en esta fase inicial ya que lo importante entre la definición del proyecto y la fase de diseño es la alineación de valores, conceptos y criterios definidos en esta etapa.

**2 Fase de diseño Lean:** el equipo crea múltiples alternativas basadas en los requisitos y solicitudes de diseño, limitaciones del proyecto, costo y objetivos definidos en la fase previa de definición del proyecto. El objetivo en esta fase, es encontrar la alternativa de diseño que mejor cumpla con los propósitos del propietario y entregarle el máximo valor al cliente. Con la colaboración de todo el equipo del proyecto en esta fase, se puede lograr minimizar o eliminar los costos de contingencia. Lo que estos ahorros generan pueden ir directamente a un mayor beneficio y por ende a una mayor satisfacción del cliente. Durante todo el proyecto, el cálculo rápido y sincronizado de alternativas es importante para permitir la toma de decisiones que más beneficien al proyecto y al cliente.

En esta fase, el diseño se completa con el desarrollo del programa maestro y el diseño de procesos. En este punto el propietario puede revisar los modelos físicos o virtuales del proyecto para eliminar los errores, realizar modificaciones lo que permite seguir con los requisitos funcionales.

La comunicación también hace parte de un diseño Lean alineando, el diseño del producto y el diseño del proceso a nivel de sistemas funcionales. El proyecto puede volver a la fase anterior de definición tantas veces como sea necesario buscando las oportunidades coherentes con las limitaciones de los clientes y de las partes interesadas.

El diseño Lean difiere del sistema tradicional en aplazar de forma sistémica las decisiones hasta el último momento con el fin de dar más tiempo para desarrollar y explorar mejores alternativas. En el sistema tradicional la selección de opciones y la ejecución de las tareas de diseño generan una repetición del trabajo y trastornos ya que la decisión tomada por un especialista entra en conflicto con las decisiones de otro, esto por la falta de comunicación desde el inicio del proyecto. En un diseño Lean se permite que los diferentes especialistas se comuniquen entre ellos avanzando de una manera más segura dentro de los límites del conjunto de alternativas del proyecto.

**3 Fase de suministro Lean:** consiste en la ingeniería de detalle, fabricación y entrega, lo que requiere como prerrequisito indispensable el diseño del producto y del proceso, para que el sistema conozca con detalle lo que debe producir y cuando entregar esos componentes. Para facilitar la entrega, se crean planes de la cadena de suministro de materiales a la obra y se denomina Just – in – time (justo a tiempo). Esto significa el suministro de solo los materiales necesarios en el tiempo requerido y en la cantidad necesaria para ejecutar la obra.

Este plan logístico just - in – time, incluye el suministro de materiales según una planificación Pull<sup>5</sup> y las decisiones deben realizarse dentro de los plazos de entrega para poder llevar a cabo modificaciones sin afectar el pedido. Por esta razón es de suma importancia el rediseño de las redes de suministro según las necesidades para así reducir los plazos de entrega. Como complemento al sistema just – in – time, el sistema del Last Planner (Ultimo planificador LPS) es una herramienta que durante el tiempo de construcción de la obra eleva el nivel de confiabilidad y por lo tanto reduce la variabilidad e incertidumbre respecto a las condiciones iniciales. Por otra parte ayuda a establecer los flujos que generan desperdicios y permite eliminarlos en poco tiempo.

---

<sup>5</sup> Cuando la demanda del producto determina cuánto producir (enfoque *pull*), los tamaños de las órdenes de producción son pequeños, se generan bajos costos por inventarios, y un bajo riesgo por obsolescencia del producto.

**4 Fase de montaje o ejecución Lean:** se inicia con la entrega de información, materiales, mano de obra, herramientas entre otros componentes del proyecto necesarios para la ejecución de la obra. Esta fase termina cuando se ha entregado la construcción o se ha puesto en funcionamiento el proyecto.

Durante esta fase, el Last Planner se utiliza para controlar la producción y mantener un flujo continuo de materiales e información en todo el tiempo de ejecución de la obra a medida que esta avanza según el sistema Pull de programación y planificación.

En cuanto a los encargados de la primera línea en esta fase de ejecución Lean (jefes de obra, encargados, etc.) deben conocer de qué se trata esta filosofía de producción ejerciendo un papel de líderes y guías, más que de jefes. Además deben saber y conocer las herramientas y técnicas de los nuevos modelos productivos, fomentar el trabajo en equipo, participar de manera proactiva en la mejora continua de la empresa y los procesos y tener la habilidad para resolver problemas y conflictos de la manera más eficiente y en el menor tiempo.

**5 Fase de uso y mantenimiento:** la culminación del proyecto se da cuando se cumple con las especificaciones iniciales pactadas por el cliente y el constructor y una vez entregado al cliente, este es aprobado a entera satisfacción. Esta fase termina con el cierre de la obra, los retoques definitivos del proyecto y en su defecto el mantenimiento o explotación de las instalaciones si es del caso y fue lo que el cliente solicitó desde el inicio.

- **Integrated Project Delivery (IPD)**

Integrated Project Delivery o Entrega Integrada de Proyectos, es un método que integra personas, sistemas, estructuras de negocios y prácticas de trabajo dentro de un proceso que aprovecha al máximo la colaboración, el talento y las ideas de todos los participantes para reducir las pérdidas y optimizar la eficiencia en todas las fases del diseño, planeación y ejecución a lo largo del ciclo del vida del mismo aportando valor. (Díaz Porrás et al., 2014; Pons Achell, 2014). “La clave para el éxito del Integrated Project Delivery es la colaboración, el compromiso y la capacidad de trabajar de forma eficiente en equipo por parte de los colaboradores.” (McGraw Hill Construction & AIA California Council, 2009). Esto se logra con

la colaboración del equipo desde el momento de la conceptualización inicial del proyecto y este proceso integrado continua durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Los principios del IPD son aplicables en diferentes áreas sin importar el tipo de contrato. En el equipo del IPD generalmente están incluidos los miembros de la triada básica (dueño, diseñador, constructor o contratista). Si en el equipo del IPD no se cuenta con la colaboración de toda la triada, como mínimo debe existir una colaboración entre el dueño, arquitecto/ingeniero y el constructor en última instancia, quien es el responsable de la construcción del proyecto desde el inicio del diseño hasta la entrega final del producto.

Mediante la implementación del IPD, los miembros del equipo trabajan juntos y están comunicados durante todo el proceso de diseño y construcción. Profesionales que tradicionalmente no se comunicaban, ahora lo hacen, y en el proceso evalúan como el diseño y los componentes afectaran (o serán afectados) por decisiones de campo y otros componentes. (Olivencia Méndez, 2012)

Aunque el Integrated Project Delivery puede ser usado en varios modelos de negocios, en algunos, este tema es más aprovechable que en otros. El beneficio de las prácticas integradas está basado en la temprana colaboración entre los diseñadores, contratista y fabricante. Este modelo permite realizar diferentes acuerdos contractuales y de configuración de los equipos. El IPD puede incluir tantos interesados según sean las especificaciones y necesidades del proyecto y este así lo requiera. Esto podría modificar la triada básica conocida como propietario-arquitecto-constructor pero no modificaría la esencia del proyecto y no marcaría ninguna diferencia respecto a la práctica habitual.

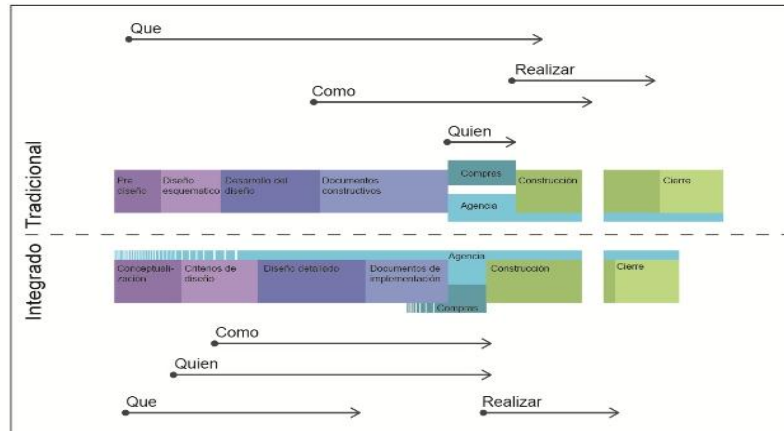
Con base en las especialidades de cada uno de los miembros del equipo de trabajo, el IPD busca conseguir sus objetivos ya que la especialización es una forma de dominar un área de trabajo en donde se consiguen diferentes ventajas como una mayor organización y capacidad de trabajo, eficiencia y perfeccionamiento de las habilidades, mayor concientización y entendimiento del trabajo por lo tanto se obtendrá un éxito compartido. (Duque Carmona, 2013)

Algunas de las ventajas que se presentan en los proyectos que hacen uso del IPD son los siguientes:

- Promueve la temprana colaboración de los participantes claves del proyecto.
- Hay equilibrio entre el riesgo y la recompensa del proyecto.
- Tener una estructura de recompensas o incentivos para las mejoras del proyecto, comportamientos y consecución de metas y objetivos.
- Definiciones claras de las tareas y responsabilidades, con comunicaciones abiertas y aceptación de los riesgos.
- Implementación de la gestión y control de las estructuras construidas alrededor de las decisiones apropiadas del equipo.
- “El Integrated Project Delivery (IPD) está basado en la colaboración y trabajo en equipo. Como resultado, este solo puede ser exitoso si todos los participantes comparten y aplican valores y metas en común.”(McGraw Hill Construction & AIA California Council, 2009)

La gran diferencia de los proyectos IPD con el resto de los proyectos gestionados con metodologías tradicionales radica en la colaboración eficaz entre los interesados que se vinculan desde el inicio del diseño y continúan a través del proceso de ejecución hasta la entrega del producto con la misma dinámica.

En un proyecto en el cual se implementa realmente el IPD, el proyecto fluye desde el momento de la conceptualización, durante la ejecución y va de forma satisfactoria hasta la entrega final del producto o servicio. En la forma tradicional, los diseños sistemáticos, el desarrollo de proyectos y los dibujos de construcción, crean barreras que no permiten que el trabajo en equipo se lleve a cabo. En general, el IPD resulta beneficioso si desde el inicio del proyecto se cuenta con la participación de los involucrados. El diseño fluirá desde su inicio, se determina cuáles son las metas y objetivos, lo que va a ser construido y cómo será el producto final.

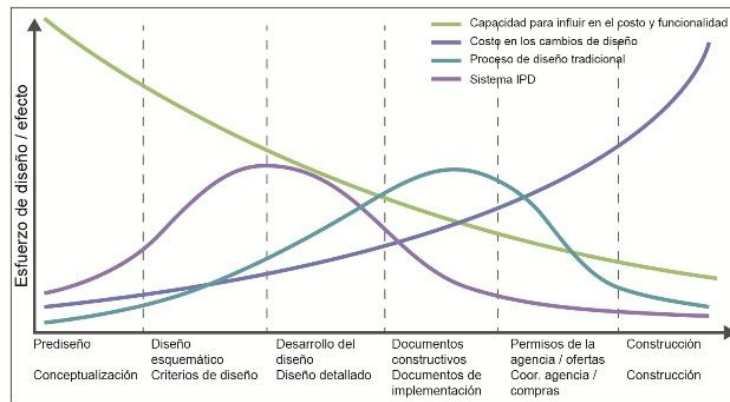


**Figura 32. Sistema tradicional vs IPD.** Recuperado de *Integrated Project Delivery*. (McGraw Hill Construction & AIA California Council, 2009)

Como se puede observar en la figura 32, en los dos casos siempre está presente el Qué (What). Quién (Who), cómo (How) y Hacer (Realice), solo que estos actores intervienen en diferentes etapas del proyectos. Con el sistema IPD se busca de una forma más organizada la participación de todos los interesados y que esta se desde el inicio de la concepción del proyecto, a diferencia de la forma tradicional, donde los actores intervienen de forma desorganizada en las diferentes etapas del proyecto y no están en todos los procesos sino en algunos de ellos dependiendo de qué papel jueguen en el proyecto.

Mediante el IPD, se busca una mejora en las comunicaciones e integración entre todos los participantes del proyecto desde su inicio; el objetivo principal es la reducción de los costos y los tiempos aumentando la calidad y explotando las cualidades individuales de los participantes para ser utilizadas a favor del desarrollo del proyecto.

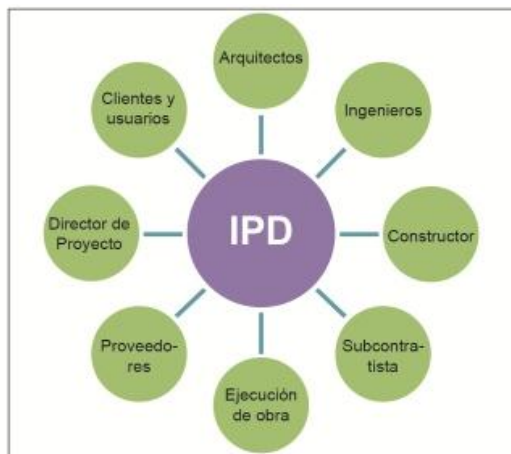
En la figura 33 se describe gráficamente como son las curvas de un sistema tradicional (curva azul) y del sistema IPD (curva morada) en cada fase y como estos se cruzan con las curvas de costo (curva violeta) y como alguna modificación en el proyecto impacta con los costos y la funcionalidad del proyecto (curva verde).



**Figura 33. Flujo de los proyectos IPD vs Sistema Tradicional, Curva Macleamy.** Recuperado de *Integrated Project Delivery: A Guide*. (Aia, 2007)

Esto hace que el trabajo de colaboración entre los interesados y los ejecutores del proyecto se transforme en confianza a medida que avanza el tiempo. Con este resultado de trabajo en equipo, ambas partes pueden centrarse en los resultados del proyecto como un todo y no en metas particulares.

En la figura 34 se muestra los agentes que intervienen en el sistema. Como se puede ver, el IPD puede incluir miembros que van más allá de la triada tradicional básica Propietario-Diseñador-Constructor, ya que como se ha mencionado con anterioridad el Integrated Project Delivery se basa en la colaboración y en la confianza bien estructurada.



**Figura 34. Actores que integran el IPD.** Recuperado de *Introducción a Lean Construction* (Pons Achell, 2014)



Como toda metodología, esta cuenta con unos Principios esenciales los cuales se describen a continuación:

- 1. Respeto mutuo y confianza:** En un trabajo sin colaboración ni confianza entre las partes cualquier situación puede volverse complicada y desfavorable para el proyecto, lo que obstaculizaría el flujo normal del trabajo tal y como ocurre actualmente en el enfoque tradicional. Con un proyecto integrado (IPD), los dueños, diseñadores, constructores, consultores, contratistas y proveedores entienden que la colaboración y el compromiso de un trabajo en equipo traen beneficios para el proyecto, por ende para ellos también.
- 2. Beneficio mutuo y recompensa:** Con el modelo IPD todos los miembros del equipo se ven beneficiados, esto debido a que en este proceso se integra desde el inicio hasta el final a las partes interesadas; estas prácticas le añaden valor al proyecto y a la organización. Todo esto se logra mediante incentivos para la consecución de los objetivos. Los proyectos integrados utilizan modelos de negociación innovadores que aportan a la eficiencia y colaboración de las partes.
- 3. Innovación colaborativa y toma de decisiones:** La innovación en el proyecto surge de un intercambio abierto de ideas entre los participantes. En un proyecto integrado, las ideas son juzgadas por sus méritos y no en función del autor. Estas decisiones son evaluadas por el proyecto y la decisión tomada por lo general es por unanimidad.
- 4. La participación temprana de los participantes es clave:** Cuando el proyecto es integrado, sus participantes están involucrados desde el primer momento. Esto ayuda a mejorar la toma de decisiones, mejora el flujo de conocimiento y aumenta las experiencias de todos los interesados. Esta combinación de conocimientos en la primera etapa del proyecto tiene un mayor efecto sobre el mismo.
- 5. Definición temprana de metas:** Cuando los objetivos del proyecto están acordados son desarrollados tempranamente y son respetados por todos los participantes, el compromiso de cada uno es valorado. Esto lleva a que los resultados del proyecto sean el centro de un marco de objetivos particulares e impulsa la innovación y mejoran el rendimiento.

6. **Planificación intensificada:** De una planificación mayor y con más detalle, se logra una eficiencia y ahorro durante la ejecución, contrario a lo que ocurre con el modelo de construcción actual. Así, la idea central del modelo IPD es mejorar en gran medida los resultados del diseño, la racionalización y la reducción de las pérdidas en la construcción.
  
7. **Comunicación abierta:** Para un equipo que trabaje bajo la modalidad IPD, el rendimiento se basa en la comunicación abierta, directa y honesta con todos los participantes. Las responsabilidades están claramente definidas desde el inicio del proyecto. Este método lleva a la identificación y solución de problemas, no a la determinación de responsabilidad y culpa. Cuando un problema ocurre se reconoce y se resuelve inmediatamente.
  
8. **Tecnología apropiada:** El uso de las herramientas tecnológicas en un proyecto integrado se especifica desde el inicio del proyecto, esto con el fin de maximizar la funcionalidad, la generalidad y la interoperabilidad. El intercambio de información es abierto a todos los participantes, esto permite mejorar las comunicaciones entre todos; los resultados y la eficiencia del proyecto se verán beneficiados durante toda la ejecución y en el producto final.
  
9. **Organización y liderazgo:** El equipo del proyecto es una organización en sí misma y todos los miembros del equipo están comprometidos con los objetivos desde el inicio, quien asume el liderazgo del equipo es quien esté más capacitado en el tema que el proyecto desarrolla. Estos roles son claramente definidos y se determinan por el proyecto, sin crear barreras que interfieran la comunicación y el asumir los riesgos.

Aunque cada proyecto varía en diferentes aspectos como complejidad, duración o temática todos tienen fases en común. A continuación se presentan fases secuenciales en el método de ejecución de proyectos integrados (IPD):

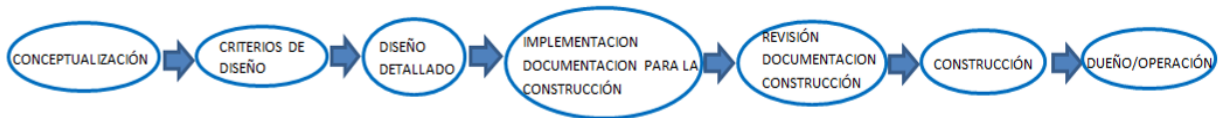
- **Fase de conceptualización [programación ampliada] (Conceptualization):** La conceptualización inicia en el momento que se determine el **QUÉ** va a ser construido. El equipo se reúne al inicio del proyecto, esto mejora la precisión en la toma de decisiones. Esto hace que el resto del trabajo se vuelva más agradable y se evite el rediseño y los altos costos.

- **Fase criterios de diseño (también llamada la fase de validación) diseño esquemático ampliado. (Criteria design):** Durante la fase de criterios de diseño, el proyecto comienza a tomar forma, es donde empieza a intervenir el **QUIEN**, sin dejar de lado el **QUE** del proyecto. Es la colaboración entre el arquitecto, constructor e ingeniero, mejorando la toma de decisiones, la calidad y mitigando el riesgo.
- **Fase de diseño detallado (el desarrollo del diseño ampliado y documentos de construcción) (Detailed Design):** En la fase de diseño detallado se da fin a la fase de conceptualización, o sea que se concluye el para **QUÉ** del proyecto. Modelos visuales precisos son automáticamente parte del diseño ayudando a reducir la incertidumbre y las interferencias durante la construcción.
- **Fase de implementación de documentos para la construcción:** Durante esta fase se crean documentos de lo **QUÉ** va a ser creado hasta documentar el **CÓMO** va a ser implementado. El objetivo de esta fase es documentar cómo el diseño va a ser implementado no para ser cambiado ni desarrollado.
- **Fase de revisión de documentación para la construcción. (agency review – buyout):** En esta fase (Agency review), el uso de herramientas BIM<sup>6</sup>, la participación temprana de los interesados para la validación de la información ayudan a la validación de la información con el fin de que en la fase de construcción no se generen modificaciones. Durante esta fase también se revisa la adquisición de contratos (buyout).
- **Fase de construcción:** Es la fase donde se empieza el **HACER** del proyecto, después de una cuidadosa planeación. Los miembros del equipo están listos para empezar su trabajo de una forma eficiente, dando un uso adecuado a los materiales y minimizando las pérdidas. Las órdenes de cambio son tan mínimas que no afectan la operación ni el costo. Con esto la construcción puede ser terminada a tiempo y con el presupuesto pactado. En esta fase es donde se ven todos los beneficios que tiene realizar el proyecto con el modelo IPD

---

<sup>6</sup> BIM (Building Information Modeling) es el proceso de generar y manejar información acerca de un proyecto durante todo su ciclo de vida. El gran beneficio es aumentar y optimizar la eficiencia y calidad en la entrega de los proyectos integrados (IPD), reduciendo el riesgo en el proceso de construcción.

- **Dueño/operación:** Se hace entrega o puesta en funcionamiento del producto final al dueño, esto dependiendo del tipo de proyecto negociado. Se entrega un modelo más completo con la información necesaria para su uso y mantenimiento.



**Figura 35. Fases de IPD. Elaboración propia.**

### • Sistema Fast Track

Termino derivado de la informática. En construcción se denomina fast-track al sistema de gestión de la construcción en el que el diseño y la ejecución del proyecto y la ejecución de la obra se realizan de manera simultánea, sobreponiendo actividades que normalmente se realizan en una forma secuencial. Con este sistema se logra una reducción considerable en el tiempo total del proyecto.

Un proyecto Fast Track "consiste en la paralelización de tareas, es decir, tareas que inicialmente eran secuenciales pasan a realizarse en paralelo, de esta forma se comprime la planificación. El Fast Tracking conlleva un riesgo ya que se está adelantando tareas que no debería comenzar antes de que finalizasen otras, si es necesario acelerar fechas no se tendría más remedio que asumir el riesgo" (Moro, 2010)

Fast Track busca las interdependencias de las actividades, generándose un diagrama temporal de tareas para identificar posteriormente la ruta crítica. Una de las ventaja es aprovechar la gestión compartida de la información, acelerando la transferencia de los datos del proyecto a los demás miembros del equipo, y acortando el tiempo de puesta en funcionamiento de los colaboradores del proyecto primero y luego el de los contratistas. La segunda ventaja es el uso de las tecnologías que ofrece posibilidades como el almacenamiento de la información en nubes virtuales, lo que facilita la operación entre quienes intervienen en el proyecto como calculistas, arquitectos entre otros interesados. (Bombarely Inversiones, 2012)

Con el sistema fast-tracking se puede comenzar a construir la solución para aquellas partes del diseño que ya tienen una base sólida sin esperar a que todos los diseños estén

concluidos. Es importante aclarar que este sistema podría llevar a mayores costos y algunos reprocesos posteriores de no ser bien implementado. Una regla general es que las actividades secuenciales podrían ser aceleradas hasta un 33%. En otras palabras, si se utiliza el sistema fast-tracking significa que se puede iniciar la segunda de las dos actividades secuenciales cuando la primera actividad lleva el 66% de avance. Esto es asumir un nivel de riesgo que normalmente no se considera como aceptable. (PMQuality, 2013)

El Fast Track se permite contratar la obra por paquetes los cuales posibilitan:

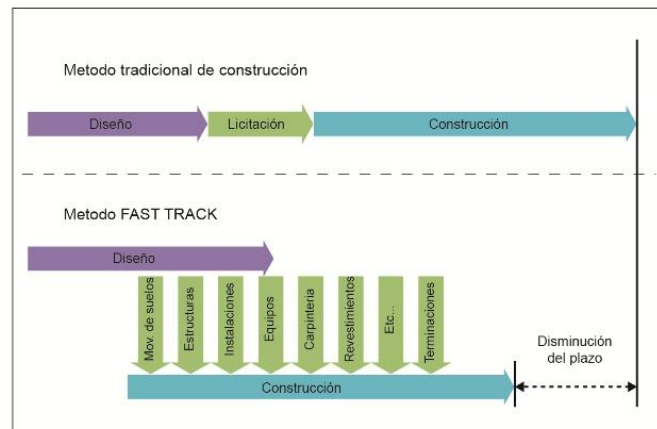
- Ejecutar simultáneamente el diseño y la construcción.
- Disponer de más tiempo en la confección del diseño
- Seleccionar los proveedores más adecuados
- Incluir cambios y mejoras durante la obra
- Reducir el plazo total de la obra, ya que se pueden comenzar actividades antes de lo planeado
- Tener un mayor control en toda la fase de construcción.

Esto se realiza con base en una lista de requerimientos y necesidades previamente definidas. La sinergia que se crea al unir los esfuerzos entre el constructor y el arquitecto involucrando aspectos constructivos desde el inicio del proceso de diseño reduce los costos y los tiempos en la obra. Esta estrategia mejora la construcción e ingeniería de valor ya que pueden aportar y simplificar errores durante la etapa de planeación y diseño.

Aprovechando las ventajas que ofrecen estos modelos, al mismo tiempo hay que controlar las desventajas inherentes al sistema por lo que es fundamental disponer de un equipo de gestión de costos que permita el diseño de una estructura de costos el cual provea suficiente información económica necesaria para toda la contratación con anterioridad al diseño. Esta herramienta es la única manera de disponer de los recursos económicos necesarios para la ejecución del proyecto, esto ayuda no solo al promotor sino también a la calidad esperada de las obras.

La combinación de una acertada gestión de los costos junto con una estricta gestión de los riesgos y un adecuado equipo de trabajo tanto de especialistas como el equipo de obra serán la clave del éxito en un modelo de fast track. Es importante también, que los técnicos tengan un punto dispuesto en la obra para ir atendiendo en el sitio las necesidades de diseño que son siempre urgentes en este sistema.

Para el buen funcionamiento de este sistema, el gerente del proyecto tiene una gran responsabilidad en ofrecer al promotor un asesoramiento adecuado en la elección del sistema de contratación de las obras, realizando un análisis de las opciones disponibles y recomendando aquella que se adapte mejor no solo al tipo de obra sino también a las exigencias de plazos y costos.



**Figura 36. Fast Track.** Recuperado de *Ingeniería de Valor en proyectos de construcción*. (Seminario, 2011)

Entre las razones que justifican la elección del proceso fast track construction por parte del cliente, se destaca la reducción de los costos que de él se derivan por la inevitable disminución del tiempo transcurrido entre la fase de concepción y de ejecución, así como la posibilidad de incorporar al proyecto los últimos avances tecnológicos sin que esto origine la necesidad de introducir modificaciones en los planos y especificaciones a diferencia del modelo tradicional lo que por consiguiente disminuye los costos y el retraso en la ejecución.

En cuanto a los contratistas y/o subcontratistas también se ven beneficiados por las ventajas que genera tener una concepción completa y detallada de la parte de la obra que les corresponde ejecutar tales como una mayor calidad en la confección de los planos, una mejora determinación del ámbito de los trabajos que se comprometen a realizar, y una mayor posibilidad de poder corregir determinados defectos y omisiones de los planos y especificaciones en el momento de la licitación, ventajas que se traducen en términos de mayor beneficio.

La Desventaja del sistema Fast Track es que impide al cliente llevar a cabo cualquier

modificación del proyecto, ya que los riesgos de estas modificaciones siempre repercuten en el contratista quien es quien asume el precio y para su implementación en un proyecto se necesita un equipo especializado en la producción de obra por lo que no es barato para el cliente

**Tabla 11.** Alternativas para recortar la duración del proyecto

¿Cómo recortar el cronograma?	Impacto sobre el proyecto
Ejecución rápida (fast-tracking)	Agrega riesgos, requiere más tiempo del director del proyecto
Compresión (crashing)	Agrega costos, requiere más tiempo del director de proyecto
Reducir alcance	Ahorra tiempo y costos, reduce la satisfacción del cliente
Recortar calidad	Puede ahorrar tiempo y costos, agrega tiempo

*Recuperado de Director de proyecto, como aprobar el examen PMP sin morir en el intento (Lledó, 2013)*

### 5.1.7 Diferencias entre el Integrated Project Delivery (IPD), Lean Project Delivery System (LPDS) y la forma tradicional de proyectos.

La gran diferencia entre la modalidad tradicional y las nuevas metodologías aplicadas a la construcción está en la gestión de producción y no en las transacciones y contratos que incorporan elementos como la participación conjunta de todos los involucrados.

En la tabla 12 se describen las diferencias entre las tres metodologías.

**Tabla 12.** Diferencias entre LPDS, LEAN y Sistema Tradicional.

	SISTEMA TRADICIONAL	INTEGRATED PROJECT DELIVERY (IPD)	LEAN PROJECT DELIVERY SYSTEM (LPDS)
Equipos	Fregamentados, formados por justos los necesarios o mínimos necesarios, fuertemente gerarquizado y controlado.	Un equipo integrado conformado por actores claves del proyecto, formado desde el principio del proceso, abierto y colaborativo.	Un equipo integrado compuesto por las partes interesadas claves del proyecto, montado al inicio del proceso, abierto y colaborativo. Éxito del equipo vinculado al éxito del proyecto, basado en la entrega del valor al cliente.
Proceso	Lineal, distinto, segregado; conocimientos adquiridos los mínimos necesarios. Información acumulada, silos de conocimiento y experiencia.	Concurrente y de múltiples niveles; primeras contribuciones de conocimiento y experiencia; información compartida abiertamente; confianza entre las partes interesadas y respeto.	Consiste en conversiones y flujos, hay actividades que agregan valor y otras que no agregan valor al producto
Riesgo	Individual, transferido en la mayor parte posible.	Colectivo, apropiadamente compartido.	Gestionado de forma colectiva, compartido apropiadamente.
Compensación/reconocimiento	Individual, mínimo esfuerzo por máximo retorno, compensación según ahorro (generalmente)	Éxito del equipo unido al logro exitoso del proyecto, compensación según valor.	El aprendizaje se incorpora al proyecto, a la empresa y a la cadena de suministro. Aportación de conocimiento y habilidades al principio, información abierta compartida, confianza mutua y respeto entre las partes interesadas.

Comunicaciones/ tecnología	Basada en papel, 2 dimensiones, análogo.	Base digital, virtual; Building information modeling (BIM) (3,4 y 5 dimensiones)	Medios digitales Virtuales Building Information Modeling (3,4 y 5 dimensiones)
Acuerdos	Fomentar el esfuerzo unilateral; asignar y transferir los riesgos; sin compartir.	Fomentar, impulsar, promover y apoyar el intercambio abierto multilateral y la colaboración; distribución de riesgos.	Se hacen esfuerzos de manera sistemática para reducir los plazos de entrega de la cadena de suministro Los intereses de las partes interesadas están alineados Colaborativo/autoridad distribuida Las partes interesadas participan desde el inicio en la toma de decisiones.

*Elaboración propia, Recuperado de Building Information Modeling (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD): Caso de estudio de detección de incongruencias en un proyecto de edificación. (Duque Carmona, 2013)*

### 5.1.8 Herramientas de planificación.

Las herramientas de planificación son instrumentos utilizados en las organizaciones para planificar la forma de gestionar procesos o proyectos. Una herramienta es todo aquello que se utiliza para ejecutar una determinada tarea o proceso de forma más eficiente.

Las primeras herramientas utilizadas para la planificación fueron el diagrama de Gantt (1917) y posteriormente el CPM (Critical Path Method) y el PERT (Program Evaluation and Review Technique), a mediados de los años 50. Fue en esta década cuando las organizaciones comenzaron a aplicar sistemáticamente las herramientas de planificación en la gestión de proyectos. Junto con estos sistemas, en el siglo XX fueron desarrollados otras herramientas de control con mejoras a las herramientas anteriores. Se creó por ejemplo el WBS (Work Breakdown Structure) o EDT (Estructura de Desarrollo del Trabajo) que dividía el proyecto en componentes y lo organizaba en tres estructuras jerárquicas.

A continuación se presentan algunas herramientas que ayudan a las diferentes metodologías de gestión de proyectos.

- **Diagrama de Gantt:** desarrollado por Henry Laurence Gantt a principios del siglo XX, es la herramienta más utilizada para la planificación de un proyecto. Compuesto por barras horizontales que muestra el origen y el final de las diferentes unidades mínimas de trabajo y los grupos de tareas así como las dependencias entre ellas, las cuales pueden ser fin – comienzo, fin – fin, comienzo – fin, comienzo – comienzo. Mediante el diagrama de Gantt, se logra controlar las actividades de los proyectos mostrándose gráficamente,



las precedencias y dependencias de cada actividad, lo que facilita la comprensión visual de los participantes del proyecto.

Su uso más frecuente se vincula a proyectos y planes de acción, procesos de mejora e incluso a la resolución de problemas. Puede ser utilizada para planificar cualquier tipo de proceso simple o si el proyecto es muy grande, este se puede fragmentar en partes más pequeñas organizadas en el tiempo.

Para la gestión de proyectos es un método muy eficaz, es una forma visual de transmitir las actividades a realizar, la interdependencia entre ellas y su tiempo de ejecución. Con este diagrama es también posible una monitorización clara del progreso para saber con facilidad los puntos críticos, los periodos de inactividad y calcular los retrasos en la ejecución. De esta forma se puede reprogramar tareas de acuerdo con las nuevas condiciones. (Universitat de Barcelona, 2014)

• **Ruta Crítica o CPM (Critical Path Method):** desarrollado en 1957 en Estados Unidos por un centro de investigación de operaciones para las firmas Dupont y Remington Rand, buscando controlar y optimizar los costos mediante la planeación y programación adecuada de las actividades de los proyectos. La gestión de proyectos por este método, se enfoca en los recursos requeridos para la ejecución de las tareas del proyecto. Tiende a mantener el uso de los recursos nivelados, permite más flexibilidad en las horas de trabajo. El equipo del proyecto debe ser capaz de cambiar rápidamente de tarea o de cadena de tareas para no retrasar todo el proyecto.

La ruta crítica es una secuencia de elementos terminales de la red de proyectos con la mayor duración entre ellos, determinando el tiempo más corto en el que es posible completar el proyecto. La duración de esta determina la duración del proyecto completo, cualquier retraso en un elemento de la ruta crítica afecta la fecha planeada de terminación del proyecto. En un proyecto pueden existir varias rutas críticas, unas más críticas que otras, la más crítica es la que determina la duración máxima del proyecto. (Investigación de Operaciones, 2012)

El algoritmo CPM se desarrolla mediante intervalos determinísticos, lo cual lo diferencia del PERT. (Salazar López, 2013)

Las fases para la planificación de un proyecto con CPM son las siguientes:

- ✓ Actividades del proyecto
- ✓ Diagrama de red
- ✓ Calcular la red
  - T1: Tiempo más temprano de realización de un evento
  - T2: Tiempo más tardío para la realización de un evento
  - H: tiempo de holgura
  - Ruta crítica 1.
  - Ruta crítica 2
- ✓ Establecer el cronograma

• **PERT (Project Evaluation and Review Technique – técnica de evaluación y revisión de programas):** herramienta para la gestión de proyectos creada en 1958 por la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Guerra del Departamento de Defensa de Estados Unidos para el proyecto Polaris (construcción de un submarino nuclear de alta potencia). Esta técnica de revisión y evaluación de programas es básicamente un método para describir, enlazar y analizar todas y cada una de las tareas involucradas en completar el proyecto, especialmente el tiempo para completar cada tarea en función de talento y recursos, identificar el tiempo mínimo necesario para completar el proyecto total en función de los recursos y el personal.

El PERT es un algoritmo basado en la teoría de redes diseñado para facilitar la planificación de proyectos desarrollado mediante intervalos probabilísticos, considerando tiempos optimistas, probables y pesimistas. (Salazar López, 2012)

Las fases para la planificación de un proyecto con PERT son las siguientes:

- ✓ Actividades del proyecto:
  - Tiempo optimista
  - Tiempo más probable
  - Tiempo pesimista
- ✓ Estimar el tiempo estimado (duración promedio) y la varianza
- ✓ Diagrama de red
- ✓ Calcular la red
  - T1: tiempo más temprano de realización de un evento

- T2: tiempo más tardío de realización de un evento
- H: tiempo de Holgura<sup>7</sup>
- Ruta Crítica: es la ruta por donde más dura el proyecto
- Cálculo de la varianza, desviación estándar y probabilidades
- Establecer el cronograma

(Salazar López, 2012)

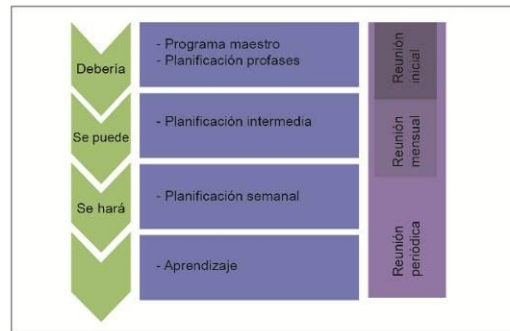
• **Last Planner:** Esta herramienta nace alrededor de los años 90, concebida por Glenn Ballard y su objetivo principal es aumentar la confiabilidad rebajando la incertidumbre de la planificación de los proyectos, trayendo como consecuencia mejoras sustanciales en su desempeño (Botero, 2014a). En un sistema tradicional de planificación y control de la construcción, el rendimiento del último planificador (grupo que realiza la tarea) era evaluado como si no pudiera haber ninguna diferencia entre lo que debería hacerse y lo que se puede hacer. Ante la pregunta que surgía siempre de ¿Qué vamos a hacer la próxima semana? la respuesta más posible era lo que está en la programación o lo que sea más urgente o estemos más atrasados. En este esquema, los directores consideran que su trabajo es mantener la presión sobre los subordinados para poder así producir y terminar la obra. La entrega irregular de los recursos y la terminación de las actividades sin control, invalidan la ecuación de lo que se debería hacer con lo que se hará lo que da como resultado un proyecto mal planificado y muestra que se sigue dirigiendo con la planeación tradicional.

El aumento en la confiabilidad se logra introduciendo planificaciones intermedias y semanales, enmarcadas dentro de un plan maestro general del proyecto, analizando las restricciones (cuellos de botella) que se interponen al desarrollo de las tareas. Conocidas las restricciones, es posible actuar antes que sucedan, garantizando el desarrollo de las actividades sin interrupciones. (Botero, 2014a)

El Last Planner puede entenderse como un sistema colaborativo basado en el compromiso. Es un método de control de producción diseñado para integrar lo que se debería hacer – lo que se puede hacer - lo que se hará – lo que se hizo realmente de la planificación y asignación de tareas dentro de un proyecto. Su objetivo es entregar un flujo de trabajo fiable y de aprendizaje rápido.

---

<sup>7</sup> Dada en unidades de tiempo corresponde al valor en el que la ocurrencia de un evento puede tardarse



**Figura 37. Last Planner System.** Recuperado de *Introducción a Lean Construction* (Pons Achell, 2014)

El Last Planner o último planificador se define como la última persona capaz de asegurar un flujo de trabajo predecible a lo largo del proyecto. En la mayoría de los casos este papel lo tienen los maestros, encargados, jefes o directores de obra quienes son las personas que asignan las tareas directamente a los trabajadores, deben conseguir compromiso de entrega en base a una situación real y no en base a planes teóricos. Se trata de un sistema Pull<sup>8</sup> en lugar de un sistema Push<sup>9</sup>, porque las actividades en la cadena de valor es quien pone el ritmo y la demanda y no al contrario como ocurre en el sistema tradicional.

Las Fases de implementación del Last Planner System se introducen adicionalmente a la planificación tradicional de la obra o plan maestro de planificaciones intermedias y semanales, el seguimiento de indicadores de productividad como el Porcentaje del Plan Completado (PPC), y un plan de acción para eliminar las causas raíz que ha originado el incumplimiento de la programación.

- **Plan maestro:** permite que las actividades programadas permanezcan en el programa maestro a menos que exista el conocimiento cierto de que la actividad no debe o no puede ser ejecutada según lo programado.

<sup>8</sup> Cuando la demanda del producto determina cuánto producir (enfoque *pull*), los tamaños de las órdenes de producción son pequeños, se generan bajos costos por inventarios, y un bajo riesgo por obsolescencia del producto.

<sup>9</sup> Cuando la planeación empuja la producción (enfoque *push*), los tamaños de las órdenes de producción se basan en pronósticos de mediano o largo plazo, por lo que generalmente son grandes y variables, y generan altos inventarios, cuyo costo se compensa por las economías de escala del producto.

- **Planificación anticipada:** Permite que las actividades programadas permanezcan en la ventana de búsqueda anticipada solo si el planificador tiene confianza en que la actividad puede quedar lista para su ejecución según lo programado.
- **Planificación semanal:** asegura que las actividades definidas para la selección de los planes de trabajo semanal presentan todas sus restricciones removidas, es decir, solo si la actividad ha sido, de hecho preparada.



**Figura 38. Modelo General de Planificación de proyectos usando LPS según Ballard.**  
*Recuperado de Introducción a Lean Construction (Pons Achell, 2014)*

Para la una adecuada implementación del Last Planner (ultimo planificador) es necesario llevar un registro detallado de los problemas que se presentan para cumplir las actividades planeadas. Para esto, se construye semanalmente el indicador de porcentaje de actividades cumplidas PAC (Percent of Plan Complete PPC). El PAC se puede calcular para el total de actividades de una semana en particular o para el total de actividades ejecutadas en un período que puede ser tan largo como el total del plazo de construcción de la obra. Este indicador es muy útil para llevar un control de la evolución de la implementación del sistema. Junto con la información de las causas de no cumplimiento constituyen una herramienta útil para el planeamiento de actividades intermedias y semanales.(Lean Construction Enterprice, 2012)

Con la siguiente ecuación se calcula el PAC.

$$PAC = \frac{\text{Número de actividades cumplidas}}{\text{Número de actividades programadas}} \times 100\%$$

### 5.1.9 Herramientas tecnológicas utilizadas en las metodologías de gestión de proyectos.

La gestión de proyectos es un proceso esencial en las organizaciones, por lo tanto es fundamental contar con herramientas de apoyo que faciliten la gerencia de los proyectos, garantizando así que todos los recursos sean utilizados adecuadamente y que los resultados de los proyectos estén acordes al alcance, los costos y la calidad esperada por la empresa y el cliente.

Existe actualmente un gran número de herramientas orientadas a la gestión de proyectos pero elegir una de estas depende de las necesidades de la organización, del presupuesto con el que se cuente para su implementación y el tiempo que se desea dedicar para capacitar al personal.

En la tabla 13 se listan algunas de las herramientas tecnológicas de planificación, categorizadas por su uso (Planificación, presupuesto, y ERP) y una breve descripción de las mismas.

**Tabla 13.** Tipos de Software

Tipo de Software	Nombre del Software
Planificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MS Project</li> <li>• Primavera</li> <li>• OPX2 - NDP</li> <li>• Sure Trak</li> <li>• Time line</li> </ul>
Presupuesto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SAO</li> <li>• CIO</li> <li>• Primavera</li> <li>• Construdata</li> <li>• OPUS</li> </ul>
ERP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VisualERP</li> <li>• Factory ERP</li> <li>• SAP</li> <li>• Softland</li> <li>• JD Edward</li> <li>• EnterpriseOne</li> <li>• SINCO</li> </ul>
Modelado virtual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Software CAD</li> <li>• Software BIM</li> </ul>

*Recuperado de Implementación de la gestión de proyectos en los sistemas ERP; SAP y Primavera Project Planner. (Valero Mateu, 2012)*

• **Microsoft Project:** esta herramienta permite programar las actividades del proyecto en un horizonte de tiempo, asignando recursos y responsabilidades a cada una de ellas;

permite hacer un seguimiento al avance del proyecto y administrar los recursos. También es posible determinar la ruta crítica y hacer el seguimiento del avance del proyecto para actualizar el plan. Es un software diseñado, desarrollado y comercializado por Microsoft para asistir a gerentes de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo.

Su principal punto fuerte es que se parece y se siente exactamente como los otros productos de Microsoft (Access, Excel, Power Point y Word), la barra menú es idéntica y las barras de herramientas a la medida trabajan de la misma forma. Además el usuario puede mover con facilidad información de un lado a otro entre aplicaciones.

Por ejemplo, la información sobre los costos se pueden mover con facilidad de una tabla de recursos Excel a Microsoft Project y una gráfica de Gantt en Microsoft Project se puede mover sin problemas a un documento en Word, mediante el procedimiento de arrastrar y dejar caer o vincularlo. Los consejos del día, las tarjetas de indicación y los números Wizards de ayuda hacen que el paquete sea en extremo fácil de usar. El sistema interactivo de calendarios es muy poderoso a igual que el correo electrónico y los medios de distribución. Ahora se incluye el Visual Basic for Applications, permitiendo al usuario avanzado hacer a su medida la interfaces o automatizar tareas repetitivas. Algunas debilidades de Microsoft Project son su manejo de la ruta crítica (que no es fácil de ver) y algunas limitaciones para administrar proyectos y subproyectos múltiples también como lo hacen otros paquetes.

• **Primavera Project Planner:** es una herramienta menos utilizada que el Microsoft Project pero es la más completa para la gestión de proyectos en el mercado. Durante más de 25 años, las soluciones Primavera han ayudado a las compañías de arquitectura, ingeniería y construcción a planificar, gestionar y controlar los proyectos de manera eficiente buscando su entrega a tiempo con el cumplimiento del presupuesto. La solución Primavera de Oracle para la gestión de proyectos de arquitectura, ingeniería y construcción otorga mayor visibilidad a lo largo del proyecto y de los ciclos de vida del programa, elimina los procesos inconsistentes y evita eventos inesperados que podrían resultar costosos.

El sistema de gestión de programas y de proyectos Primavera permite planificar, gestionar, controlar y entregar proyectos de cualquier envergadura. Dentro de las ventajas descritas por la casa fabricante, se destaca que el equipo a cargo del proyecto puede gestionarlos en forma exitosa con:

- Total colaboración
  - Acceso a la Web para todos los usuarios
  - Amplia funcionalidad
  - un potente tablero de comandos configurable
  - Creación de informes para toda la compañía. (Oracle Primavera, 12d. C.)
- **OPX2 – NPD:** es una herramienta diseñada como un sistema integrado de gestión de proyectos, que cubre, entre otros aspectos: control de costos, gestión de portafolios, gestión de recursos, planificación de tiempos y trabajo colaborativo. En este sentido es diferente a los dos software anteriores, siendo mucho más amplia esta aplicación y se puede entender como una plataforma de trabajo para la empresa y no solo para un usuario.(Aquino, 2014)

**Sure Track:** Sure Trak Project Manager es un producto de Primavera Systems, más sencillos y con costos inferiores. Este permite la gestión de múltiples proyectos de gran tamaño; permite crear grupos de proyectos, dispone de herramientas para realizar planificaciones y de nivelaciones avanzadas que pueden realizarse de forma manual o automática. Todo ello dentro de un entorno multiusuario, donde cada participante puede tener acceso a todo el proyecto o sólo a las partes deseadas mediante las capas. La comunicación de los planes entre los diferentes usuarios se realiza mediante correo electrónico o a través de páginas Web. Esta herramienta dispone de todas las características de gestión de proyectos que se puedan necesitar, sin importar que complicado sea el proyecto. (Vazquez, 2008)

Sure Track está orientado hacia lo visual y que proporciona excelentes características de acercamiento, comprensión, arrastres y colocación. Su estructura define los tamaños de las columnas, las tablas, los colores y las organizaciones de datos haciéndolos fácilmente modificables y se puede crear con facilidad plantillas a la medida. Sus características sobre la estructura de división del trabajo (EDT) son excelentes y fáciles de usar, las actividades repetitivas se pueden manejar con facilidad y las gráficas de red de las



actividades se pueden dividir en secciones, guardarlas en el disco y cargarlas a otro programa.

- **Time line:** utilizada por gerentes de proyectos más experimentados con presentación de informes claros, así como sus vínculos con la base de datos del proyecto, sus calendarios, características de correo electrónico, capacidades de clasificación, depuración y manejo de múltiples proyectos. Contiene una característica denominada Co\_Pilot, que es un medio efectivo de ayuda a modificaciones inesperada. La interface con el usuario es buena y fácil de usar, se puede compartir información de un ambiente de base de datos distribuidos, manejar con facilidad múltiples proyectos, proporciona vínculos con otros sistemas de información de negocios como sistemas de contabilidad, compras, adquisición y con frecuencia contienen algoritmos altamente sofisticados para la programación y asignación de recursos.

Los software de presupuestos son programas en los que se les asignan cifras a las actividades; implican una estimación de capital, de costos, de ingresos y de las unidades o productos requeridos para lograr los objetivos del proyecto. El presupuesto es indispensable a la hora de planear los proyectos ya que a través de estos se proyecta de forma cuantitativa los recursos que se necesitan para lograr las metas. Las principales funciones son determinar la mejor forma de utilización y asignación de los recursos, a la vez que controlar las actividades en términos financieros.(Romano, 2010) Entre los más utilizados se encuentran:

- **SAO Technology & Cia SAS:** es una empresa dedicada al desarrollo y comercialización de Software especializado en el sector de la construcción. Nació en 1985 con el fin de generar una herramienta informática integradora que ayude a las empresas constructoras a optimizar la información utilizada en los diferentes procesos. Brinda soluciones en la gestión de las obras en cuanto a presupuesto, control de costos, integra las ERP + NIIF. Cuenta con un CRM para integrar los módulos e interfaces de la empresa, puede realizar evaluaciones económicas, consultas web sobre información de las obras, realizar cotizaciones y cantidades de obra mediante el modulo Plug-in MyQuantities.(SAO Technology & CIA. S.A.S, s. f.)

- **CIO (Control Integrado de Obras):** es un sistema que integra e involucra todos los procesos de diseño, planeación y control en un proyecto de construcción. Es de fácil

manejo. Para el proceso de diseño utiliza PowerCAD dibujo, en la planeación CIO CAD el cual permite la cuantificación de planos y valorizaciones, CIO LIGHT realiza el presupuesto y licitaciones. Para el proceso de ejecución y control esta CIO CONTROL el cual administra contratos, subcontratos, almacenes de obra, cobros y pagos, nómina, reportes gerenciales, interfaces contables, control presupuestal y control gerencial. (Tekhne Ltda Tecnología en Arquitectura e Ingeniería, 2010)

- **Software Construdata:** desde 1986 se empezó a comercializar el software para empresas de construcción en Colombia. Utiliza el concepto de información integrada para la planeación y control de obras, y a su capacidad técnica, su facilidad de uso, su mejoramiento continuo a través de actualizaciones y nuevas versiones lo hace uno de los software más utilizados en el país. Este software no es solo lo utilizan las empresas constructoras, comerciales e industriales en Colombia sino también se enseña en los programas de arquitectura e ingeniería de algunas universidades así como en los cursos que se dictan en el SENA<sup>10</sup>.(Construdata, 2012)

- **OPUS:** software con soluciones integrales para la elaboración de presupuestos, programación de obra y control de costos de obras y proyectos. Incluye base de datos para Colombia con más de 1.300 APU y más de 9.500 insumos de la construcción completamente actualizados. Este cuenta con cuatro módulos, un primer módulo de presupuestos programable, un segundo módulo de planeación y control de costos, un tercer módulo de administración de compras y un cuarto módulo de OpusCAD pro. (FACSA Ingeniería S.A.S Servicios de Construcción e Interventoría, 2015)

- **ERP (Planificación de los Recursos Empresariales):** La Planificación de los Recursos Empresariales (ERP) son software para la gestión empresariales compuestos por diferentes módulos que comparten una base de datos centralizada. Es decir, están formados por diferentes partes, cada una de las mismas con uso específico y diferente que se integran en una única aplicación, lo que confiere a las empresas la gran ventaja de poder compartir la información entre todos los componentes organizacionales facilitando

---

<sup>10</sup> Servicio Nacional de Aprendizaje SENA es un establecimiento público del orden nacional con personería jurídica, patrimonio propio e independiente y autonomía administrativa. Adscrito al Ministerio del Trabajo de Colombia.

así la coordinación entre los mismos. El ERP integra todo lo necesario para el funcionamiento de los procesos de negocio de la empresa.

Estas partes son de diferente uso, por ejemplo: producción, ventas, compras, logística, contabilidad (de varios tipos), gestión de proyectos, GIS (sistema de información geográfica), CRM, análisis de negocio, gestión documental, nóminas, inventarios y control de almacenes, pedidos, etc.

En Colombia se habló por primera vez de este tema en el año 1996 cuando la empresa SAP y su producto R/3 el cual fue utilizado por las cervecerías del Grupo Bavaria. (Dinero, 1999)

Dentro de las ERP se encuentran algunos de los siguientes software:

- ✓ **SAP:** es un ERP de gestión administrativa y gestión de negocios totalmente integrado que ha sido diseñado para satisfacer las necesidades de las pequeñas y medianas empresas. Es un único sistema que puede automatizar operaciones críticas de negocio, tales como:
  - Ventas
  - Finanzas
  - Compras
  - Inventario
  - Fabricación

Ofrece una forma fácil de integrar las operaciones del negocio, lo que ayuda a aumentar la productividad y la eficiencia con una económica inversión inicial además de brindar visiones exactas y actualizadas minuto a minuto de la información de la empresa. (Guía soluciones TIC, 2015)

- ✓ **ERP Factory:** es un software colombiano, comercial y de manufactura instalado en todo tipo de empresas industriales y comerciales; se encuentra integrado con las demás aplicaciones a nivel financiero, comercial y administrativo.

Permite generar resultados altamente confiables traducidos en beneficios para las empresas, garantiza el cumplimiento de todas las disposiciones legales vigentes y

además el usuario cuenta con un servicio de soporte y capacidad de respuesta altamente especializados.(Guía soluciones TIC, 2015)

Totalmente actualizado con NIIF<sup>11</sup>. La estructura MRPII<sup>12</sup> incluye los módulos de:

- Inventarios,
- Costos por Orden y por Proceso
- Planeación de Producción
- Control de Producción
- Programación de Producción
- Compras
- Importaciones
- Mantenimiento de Maquinaria y
- Control de Calidad

Estos módulos garantizan los más altos índices de rentabilidad, los mayores niveles de eficiencia.

- ✓ **Softland ERP:** brinda una integración y escalabilidad total con sus diferentes soluciones de software empresarial que cumplen con los más altos estándares de calidad mundial y las mejores prácticas de negocio, Softland ERP ha sido diseñado para gerenciar eficientemente las necesidades de la compañía en sus diferentes áreas, permitiendo alcanzar mayores niveles de eficiencia, productividad y competitividad. Está adaptado para empresas de diferentes tipos de negocio, cumpliendo con la legislación colombiana y las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF).(Guía soluciones TIC, 2015)

Se compone por las siguientes áreas:

- Financiera – contable
- Comercial
- Industrial
- Recursos Humanos y Nómina

Y dos áreas complementarias:

- Área De Gestión (Softland Business Intelligence, Generador de Reportes y Softland Alertas).

---

<sup>11</sup> Las Normas Internacionales de Información Financiera corresponden a un conjunto de único de normas, son un tema de calidad contable y de transparencia de la información financiera con un estándar de alta calidad contable.

<sup>12</sup> Planificación de requerimientos de materiales: sistema para planear y programar los requerimientos de los materiales en el tiempo para las operaciones de producción finales que aparecen en el programa maestro de producción.

- Área De Operaciones (Administración del Mantenimiento, Compras, Inventarios y Control de Proyectos).
- ✓ **VisualERP:** Es un software integral especializado en empresas de manufactura y todos sus procesos logísticos de producción de una empresa. Abarca desde el proceso de requisición de materiales y su consecución hasta su transformación, despacho y facturación. Este proceso logístico se enlaza a las contabilidades, cuentas por pagar y por cobrar de manera simple y transparente. Funciona como un solo sistema integrador del flujo de información de distintas áreas o departamentos dentro de la empresa que a través de módulos centraliza toda la información generada en cada una de ellas automáticamente para compartirla en tiempo real. Esto influye en la toma de decisiones clave de una empresa y permite estar en control permanente de los procesos logísticos y productivos de la empresa.

Es un software desarrollado con tecnología WEB para ser implementado en la Red, Intranet o la Extranet de su empresa, cuyo objetivo principal es la de mejorar la productividad, la eficiencia y la rentabilidad de las empresas productivas. (Guía soluciones TIC, 2015)

Módulos del sistema VisualERP:

- Gestión de Compras
  - Inventarios
  - WMS (Warehouse Management System)– Sistema de Administración de Almacén
  - Planeación
  - MPS (Master Production Schedule) – Plan Maestro de Producción
  - Producción
  - Costos
  - Pedidos
  - Despachos
  - Remisiones
  - Consignaciones
  - Facturación
  - Presupuesto de ventas
  - Automatización de Procesos
  - Mantenimiento de Equipos
  - Código de Barras
  - Ausentismo
  - Fichas Técnicas de Producto y Materias Primas
  - Correos Electrónicos / Mensajería Instantánea
- ✓ **JD Edward EnterpriseOne:** es un ERP utilizada para la planificación de recursos empresariales con aplicaciones integradas que combinan el valor empresarial,

tecnologías basadas en estándares y experiencia en diferentes sectores presentando una solución de negocio con un bajo costo para las empresas. (ORACLE, 2013). Cuenta con más de 67 módulos; en las últimas versiones se han incorporado módulos como la gestión de cosechas (sector agrícola), siniestralidad laboral o un sistema de reportes orientado a usuarios, estos totalmente integrados dentro de la aplicación. Con tecnología de última generación, multiplataforma, 100% web y con disponibilidad de apps móviles.

- ✓ **SINCO:** Software colombiano fundado en 1996 especializado en el sector de la construcción, inmobiliario y de infraestructura. Permite controlar los negocios en línea y administrar la información de todas las áreas de la compañía a través de un solo sistema. Está compuesto por aplicaciones modulares que al conectar los procesos dentro de la organización, aumentan la eficiencia y productividad de los equipos de trabajo. Tiene como complemento la gestión de talento humano, administración y financiero, administración de proyectos, comercialización de bienes raíces, maquinaria y equipos, administración de bienes raíces, sistema de gestión de calidad y sistema de gestión documental. (Guía soluciones TIC, s. f.)

Aparte de estas herramientas anteriores, la gerencia de proyectos ha ido avanzando con la implementación de nuevas tecnologías y herramientas de gestión y control de actividades, tiempo, recursos, materiales y comunicación.

El avance tecnológico y de programas informáticos para la gestión de proyectos ha desarrollado otras herramientas como los sistemas CAD (Computer Aided Design) que permitieron pasar de los dibujos tradicionales realizados a mano a tener los dibujos en medios magnéticos, facilitando la obtención de documentos gráficos del proyecto. Adicional a las herramientas tecnológicas para los diseños, la evolución en las comunicaciones ha contribuido al ahorro de tiempo y costos permitiendo que los involucrados en el proyecto estén siempre en contacto sin importar la distancia. Esto ha hecho que la comunicación del proyecto sea más rápida y eficaz.

Como complemento de estas herramientas, la gestión de proyectos ha evolucionado con la intención de favorecer los objetivos y resultados de los proyectos, por lo que actualmente se está utilizando herramientas más avanzadas que permite el trabajo colaborativo entre los involucrados en el proyecto y una mejor visualización que los

sistemas CAD tradicionales, relacionando de todos los elementos de gestión (materiales, costo, tiempos, comunicaciones, relaciones y recursos);

• **Software CAD (Diseño asistido por computador):** es el uso de programas computacionales para crear representaciones gráficas de objetos físicos ya sea en segunda o tercera dimensión (2D o 3D). En diseño de industrial y de productos, CAD es utilizado principalmente para la creación de modelos de superficie o sólidos en 3D, o bien, dibujos de componentes físicos basados en vectores en 2D. Sin embargo, CAD también se utiliza en los procesos de ingeniería desde el diseño conceptual y hasta el layout de productos, a través de fuerza y análisis dinámico de ensambles hasta la definición de métodos de manufactura. Esto le permite al ingeniero analizar interactiva y automáticamente las variantes de diseño, para encontrar el diseño óptimo para manufactura mientras se minimiza el uso de prototipos físicos (SIEMENS, 2000). Es un software de gran utilidad en el diseño y la construcción, algunas de sus ventajas es la manera ágil, rápida y sencilla de dibujar, los software CAD se han convertido en estándar en el diseño por computadora ya que es muy versátil pudiendo ampliar el programa base mediante programación (Autolisp, DCL, Visual Basic etc.). Permite intercambiar información rápida y efectiva a la hora de interpretar diseños sobretodo en tres dimensiones. Como herramienta para la gestión de proyectos permite compartir información de manera inmediata y con una clara presentación del proyecto con herramientas de acotación, textos, colores etc. Las desventajas de este software son los altos costos de las licencias, la necesidad de personal capacitado para aprovechar al máximo su potencial. Para dibujos muy especializados no es el más indicado, no permite sacar cantidades de obra para realizar presupuestos ni estimar el tiempo de duración del proyecto. Cualquier actualización en el diseño genera un reproceso en el avance de obra y en el control presupuestal pues esta actualización debe hacerse manual una vez se pasan los planos actualizados.

• **BIM (Building Information Modeling):** consiste en la gestión completa del ciclo de vida de un proyecto en todas sus partes mediante el uso de un software y bases de datos específicas, con información paramétrica de cada uno de los elementos y componentes que conforman el proyecto. Es una plataforma tecnológica que integra arquitectura,

ingeniería y construcción. Aunque es un sistema relativamente nuevo, los beneficios que se han obtenido en los proyectos que han aplicado BIM son bastantes significativos.

Este sistema está basado en la modelación en tres dimensiones de la edificación completa, incorporando toda la información necesaria para facilitar el diseño, la construcción y la operación de un proyecto de construcción. Es una tecnología innovadora la cual facilita la comunicación entre todos los actores del proyecto como arquitectos, ingenieros, constructores y usuarios permitiéndoles crear y realizar información coordinada y coherente sobre el proyecto. Con la información suministrada por todos los actores del proyecto, se permite visualizar los diseños en su contexto, analizar el comportamiento estructural en situaciones reales y toma de decisiones sobre el diseño en la fase más temprana del proceso, lo que evita los reprocesos en la construcción, disminuye costos e interferencias entre los sistemas constructivos.

**Tabla 14.** Beneficios del uso de BIM.

Beneficios	Descripción
<b>Procesos más rápidos y efectivos</b>	La información se comparte más fácilmente, los técnicos y especialistas pueden aportar sus conocimientos lo cual le añade valor al proyecto.
<b>Mejorar diseño</b>	Las propuestas de construcción pueden ser rigurosamente analizadas, se pueden realizar simulación y modificaciones rápidas a partir de un diseño de referencia, permitiendo soluciones mejoradas e innovadoras.
<b>Control de costos (5D) y programación del proyecto (4D)</b>	El rendimiento de un proyecto se puede predecir más fácilmente, los costos del ciclo de vida del proyecto son más fáciles de controlar
<b>Mejora de la producción</b>	La relación de todos los aspectos del proyecto facilitan la detección temprana de irregularidades y la mejora de la comunicación entre los agentes del proyecto lo que permite reducir tiempos y por ende incrementar la producción.
<b>Mejor servicio al cliente</b>	El cliente pasa a ser un agente más del proyecto el cual puede visualizar el proyecto en 3D y dar su opinión en los aspectos que crea conveniente, podrá aportar ideas y comprobar los aspectos del proyecto que considere necesarios.
<b>Gestión mejorada de la información del proyecto.</b>	La relación que existe entre las partes del proyecto permite modificar fácilmente aspectos de este y facilita su comprensión.
<b>Mejor comunicación</b>	Se mejora la comunicación y la coordinación interdisciplinaria del proyecto a través de la visualización y el acceso simultáneo de información relevante para cada uno de los participantes
<b>Revisión oportuna</b>	Permite realizar revisiones de contractibilidad efectivas, que antes eran impensables en proyectos de construcción.
<b>Entregas organizadas</b>	Permite tener toda la información sobre el proyecto de manera centralizada y no dispersa en diferentes lugares lo que evita tener diferentes versiones de misma información con las incompatibilidades que



	esto conlleva.
<b>Detección de problemas y soluciones tempranas</b>	Detecta y soluciona interferencias dentro del modelo digital, lo que evita encontrar estos problemas durante la etapa de construcción.

*Recuperado de Building Information Modeling (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD): Caso de estudio de detección de incongruencias en un proyecto de edificación y Building Information Modeling (BIM) versión 1.5 (Duque Carmona, 2013)*

Algunas características comunes de la gestión mediante el modelo BIM para los proyectos de construcción son las siguientes:

**Tabla 15.** Implementación del modelo BIM en proyectos de construcción.

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
<b>Visualización 3D</b>	Permite apreciar el proyecto en tres dimensiones lo que facilita la comprensión de las fases del proyecto por todos los involucrados lo que facilita detectar fallos con mayor facilidad.
<b>Realización de planos de taller o de fabricación</b>	Permite obtener cuadros de mediciones, realización de detalles constructivos, obtención de cuadros de pilares, documentos técnicos, despieces de estructura etc.
<b>Comprobación del cumplimiento de la normativa</b>	Las diferentes normativas pueden ser asociadas al software de trabajo, de esta manera si el diseño no está cumpliendo alguna de las normas previamente definidas para el programa este puede avisar el incumplimiento de la misma
<b>Análisis forense</b>	Se puede detectar si han ocurrido fallos estructurales o accidentes y el porqué de la aparición de las lesiones en las estructuras. Permite diseñar rutas de evacuación en caso de una emergencia.
<b>Facility management (FM)</b>	Es una forma de gestionar el ciclo de vida de un proyecto y sus servicios asociados, utilizando diferentes procesos y metodologías, integrando recursos, procesos y tecnologías.
<b>Presupuestos y costos estimados</b>	Se pueden obtener tablas de planificación de costos y presupuesto casi automatizados. Este es actualizado de inmediato si el proyecto tiene alguna modificación en el diseño
<b>Programación y secuencias constructivas</b>	Con la programación se consigue controlar los tiempos de las fases de ejecución del proyecto.
<b>Detección de conflictos y fallos del proyecto</b>	Consiste en analizar los proyectos antes de su ejecución mediante el software informático que apique el modelo BIM el cual muestra las interferencias y sugiere los cambios para corregirlos.

*Recuperado de Building Information Modeling (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD): Caso de estudio de detección de incongruencias en un proyecto de edificación y Building Information Modeling (BIM) versión 1.5 (Duque Carmona, 2013)*

### 5.1.10 Estructuras organizacionales como soporte a la gestión de proyectos.

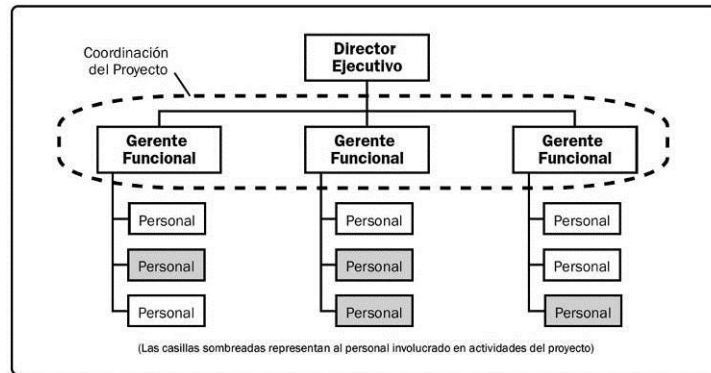
La estructura organizacional es fundamental en las empresas, esta define muchas de las características de cómo se va a organizar la empresa, tiene la función de establecer

autoridades, jerarquías, cadenas de mando, organigramas y departamentos entre otros, que puede afectar o mejorar la disponibilidad de recursos e influir en el modo de dirigir los proyectos. Las empresas deben contar con una estructura organizacional de acuerdo a todas las actividades o tareas que realizan, mediante una correcta estructura que le permita establecer sus funciones y departamentos con la finalidad de producir sus servicios o productos mediante un orden y un adecuado control para alcanzar sus metas y objetivos.

Las estructuras organizacionales son uno de los elementos que se deben tener en cuenta a la hora de gestionar un proyecto, ya que es un factor que puede afectar de forma muy significativa a la disponibilidad de recursos e influir de forma determinante en el modo de dirigir los proyectos.

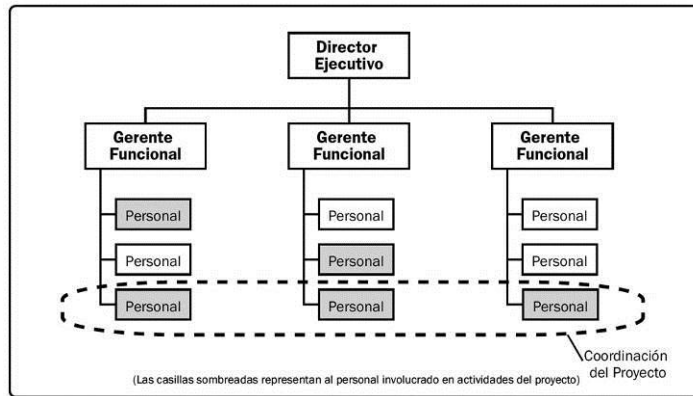
Las estructuras organizacionales pueden ser de varias clases, dependiendo del tipo de empresa (o negocio). Entre las más importantes se destacan las siguientes:

- ✓ **Organización funcional clásica:** consiste en una jerarquía donde cada empleado tiene su superior claramente definido. En el nivel superior los miembros se agrupan por especialidades, y estas a su vez pueden subdividirse en unidades funcionales específicas. Cada departamento de una organización funcional realiza el trabajo del proyecto de forma independiente de los demás departamentos. Se caracteriza porque los subordinados reciben órdenes, comunicaciones y asesoramiento del jefe directo o de varios jefes.



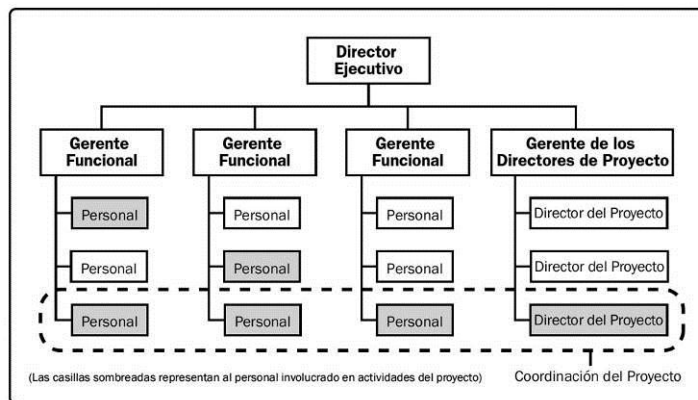
**Figura 39. Organización funcional clásica (PMI)** Recuperado de *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK* (Project Management Institution, 2008)

- ✓ **Organización Matricial:** son una mezcla de características de las organizaciones funcionales y las orientadas a proyectos. Estas poseen un doble flujo de autoridad (vertical desde el punto de vista jerárquico y horizontal desde el punto de vista técnico o del proyecto). Este tipo de estructura está conformado por equipos con integrantes de varias áreas de la organización. Este tipo de organización asigna a diferentes especialistas de diferentes departamentos para que trabajen un uno o más proyectos dirigido por un gerente de proyectos.  
Las organizaciones matriciales pueden clasificarse como débiles, equilibradas o fuertes, dependiendo del nivel relativo de poder e influencia entre gerentes funcionales y directores de proyecto.
- ✓ **Organización matricial débil:** es un tipo de organización que se parece a la organización funcional, donde el rol del director de proyecto es el de coordinador o facilitador, es decir, el facilitador trabaja como ayudante y coordinador de comunicaciones pero no puede tomar o hacer cumplir las decisiones de manera personal. Como coordinador goza de cierta autoridad y tiene poder para tomar algunas decisiones y depende de un gerente de mayor nivel.



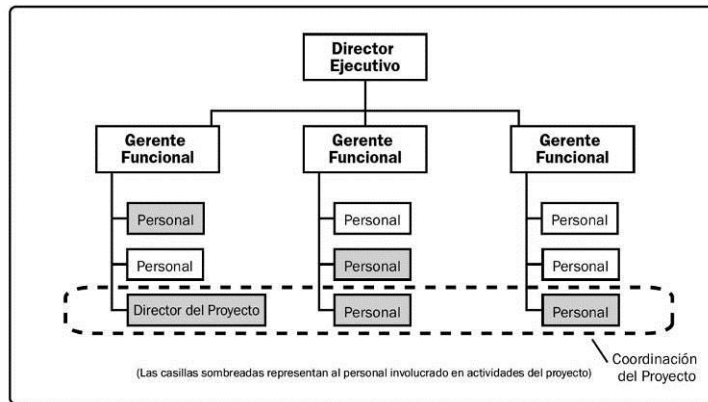
**Figura 40. Organización Matricial débil (PMI)** Recuperado de *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK* (Project Management Institution, 2008)

- ✓ **Organización matricial fuerte:** contrario a las otras organizaciones matriciales, la matricial fuerte tiene muchas características de la organización orientada a proyectos, tiene directores de proyectos con dedicación plena y con una autoridad considerable y este a su vez tiene personal dedicado tiempo completo al proyecto.



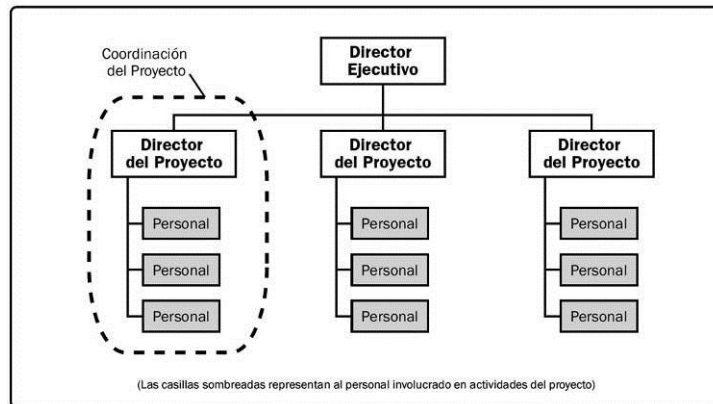
**Figura 41. Organización matricial fuerte (PMI)** Recuperado de *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK* (Project Management Institution, 2008)

- ✓ **Organización matricial equilibrada:** esta estructura organizacional cuenta con un director de proyectos pero este no es quien tiene la autoridad plena sobre el proyecto ni sobre su financiamiento.



**Figura 42. Organización matricial equilibrada (PMI)** Recuperado de *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK (Project Management Institution, 2008)*

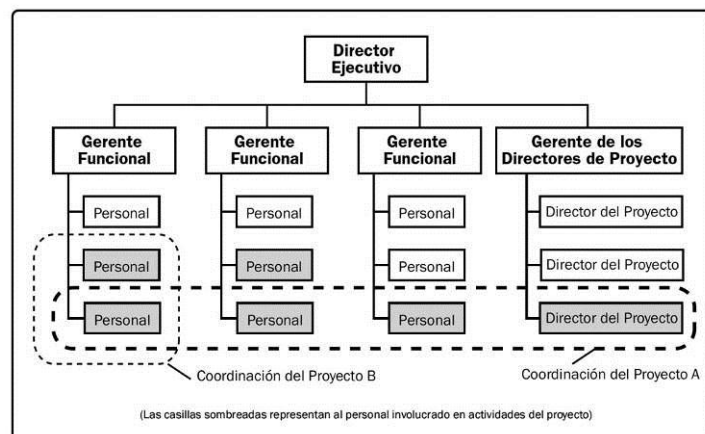
- ✓ **Organización orientada a proyectos:** a diferencia de la organización funcional, la organización por proyectos está orientada a proyectos. En esta, los miembros del equipo a menudo están ubicados en el mismo lugar. La mayor parte de los recursos están involucrados en el trabajo de los proyectos y sus directores son bastante independientes a la hora de tomar decisiones, lo que les da mayor autoridad, todo lo contrario a las organizaciones funcionales. Estas organizaciones suelen tener diferentes departamentos y pueden reportar directamente al director del proyecto o prestar apoyo a varios proyectos.



**Figura 43. Organización orientada a proyectos (PMI)** Recuperado de *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK (Project Management Institution, 2008)*

- ✓ **Organización compuesta:** se denomina compuesta a las organizaciones que presentan todas las estructuras a diferentes niveles. De los diferentes tipos de organizaciones mencionados anteriormente se pueden unir temporalmente para la ejecución de uno o varios proyectos sacando de cada tipo de organización lo mejor para el desarrollo del proyecto.

Dependiendo de la experiencia de la organización y de la complejidad del proyecto se puede crear una organización compuesta en la cual se incluyen los niveles estratégicos, de mandos intermedios y operativos. En este caso, el director de proyectos puede interactuar en los tres niveles dependiendo de la importancia del proyecto, el grado de madurez en la dirección de proyectos y la cultura organización de la empresa o empresas que conformen el proyecto.



**Figura 44. Organización compuesta (PMI)** Recuperado de *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK (Project Management Institution, 2008)*

### 5.1.11 Esquemas de contratación para la construcción.

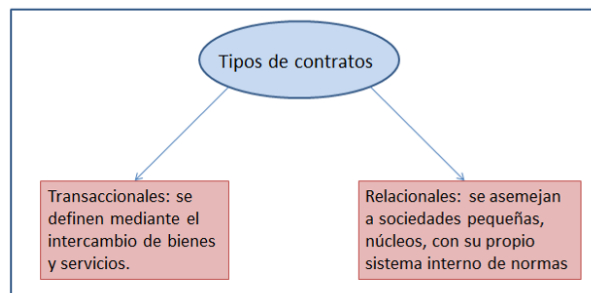
Existen diferentes maneras de contratar un proyecto de construcción. Estas difieren básicamente en la forma de abordar el proyecto que se realiza. Cada una de ellas determina en el constructor una estrategia distinta a la hora de programar el proceso constructivo y sobre todo a la hora de establecer prioridades en la ejecución de las distintas unidades de obra e influyen en la forma de gestionar el proyecto.

Para llevar a cabo una propuesta técnico económico de un contrato de construcción se requiere analizar el contexto bajo el cual se lleva a cabo la licitación y/o contratación y las

condiciones de ejecución de la obra. Este contexto implica conocer las diferentes formas en que los proyectos se llevan a cabo, la manera en que se hace el pago de los contratos de construcción, la normatividad aplicable y los contenidos de los documentos para llevar a cabo la propuesta.

Cada uno de estos tipos de contratos involucra la participación del propietario o grupo de interés (ejemplo: inversionistas); el diseñador o diseñadores; el constructor o constructores, en algunos casos un gerente de proyectos o representante del dueño; y la posible participación de agentes externos al proyecto como agencias gubernamentales reguladoras. (Matienzo Cruz, 2013)

A continuación se describirán cada una de las diferentes formas de contratación, mostrando la relación entre las partes o involucrados y luego un breve esquema de cómo se efectúan las etapas de diseño y construcción.



**Figura 45. Tipos de Contratos.** Recuperado de *Introducción al uso de Lean Project Delivery en el Sector Construcción*. (Alarcón, 2013)

- **Contratos Relacionales:** se basan en una promesa presente para algo futuro, que tiene estados continuos dinámicos que interrelacionan el pasado, presente y futuro. Deben ser contratos flexibles que permitan adaptarse al futuro y abordar las incertidumbres que vayan surgiendo. Este tipo de contratos de basa en reconocer beneficios mutuos y escenarios win-win (gana-gana). Tienen como objetivo principal generar un ambiente de confianza, comunicación abierta y participación, crear una cultura corporativa. Los acuerdos de trabajo colaborativo se producen en un ambiente de reciprocidad y para alcanzar un beneficio mutuo y éxito se necesitan relaciones de largo plazo. (Alarcón, 2013). Esto se logra mediante la rápida creación de una cultura de proyecto, para crear una cultura corporativa de mayor duración en las

organizaciones. Las empresas que deciden usar este tipo de contratos relacionales deben evaluar sus objetivos de negocios y determinar el estilo apropiado de colaboración a poner en práctica. Una vez que se desarrolla la cultura de confianza y cooperación, las actividades de pueden ser más eficientes .(Matienzo Cruz, 2013). Este tipo de contratos son los más utilizados cuando se implementa la filosofía Lean en los proyectos.

- **Contrato transaccional:** es en el que las partes resuelven sobre una disputa comercial o un contrato mercantil. Son de duración limitada y los términos del contrato en relación a los requerimientos de rendimiento son claros y están bien especificados. Los costos laborales son bajos, existe alta rotación del personal. Las relaciones entre la empresa y el trabajador son buenas y están bien definidas.(García Covisa, 2014). Este tipo de contratos son entendidos como formas tradicionales de contratación y de carácter competitivo, los cuales intentan imponer responsabilidad estricta a cada implicado; con este tipo de contratos no se fomenta el carácter cooperativo, ni la preservación de la relación en la solidaridad contractual.

Los contratos transaccionales ignoran la identidad de las partes, lo cual induce a que la relación tienda a transformarse en transaccional, eludiendo las múltiples partes interesadas.

Dependiendo del tipo de metodología que se implemente en la gestión del proyecto, el modelo de contrato varia, a continuación se describen algunos de estos:

- **EPCM** (Engineering, Procurement, Construction Management) (Ingeniería, adquisiciones, y administración de la construcción): el contratista normalmente ejecuta la etapa de factibilidad con ingeniería básica, y la etapa de ejecución con ingeniería de detalles, compra equipos y materiales representando al dueño, llama a propuestas y administra la construcción, hace la puesta en marcha capacitando a los operadores del dueño y entrega las instalaciones produciendo. Requiere de inspección técnica del dueño.
- **EPC** (Engineering, Procurement & Construction) (Ingeniería, Adquisiciones y Construcción): este modelo es similar al EPCM con la diferencia que el contratista es el que construye con sus propios recursos. Los plazos son más cortos porque se evitan los llamados a propuestas de construcción. Normalmente se hacen Joint

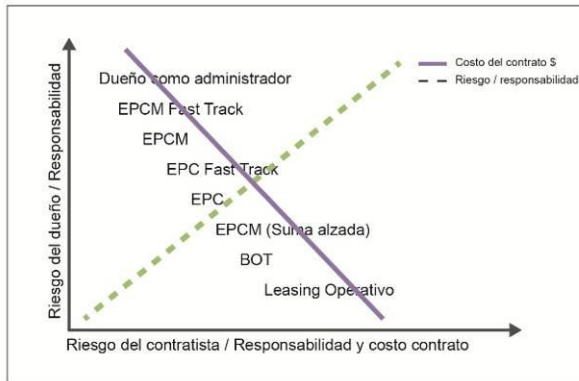


Ventures (uniones temporales) entre empresas de ingeniería y empresas constructoras. Requiere una inspección técnica del dueño mayor que la que se hace en el EPCM.

Estos dos métodos son compatibles con el sistema Fast Track o vía rápida ejecutando de forma paralela todas las actividades del proyecto que así lo permitan y principalmente iniciar la construcción del proyecto cuando hay un avance del orden del 30% de la ingeniería de detalles, con planos emitidos para construcción.

- **EPC Llave en mano:** Es similar al EPC, se usa en proyectos de alta especialidad y con transferencia de tecnologías, no requiere de inspección del dueño, tiene desventajas en operatividad, constructabilidad, estandarización y posibilidad de expansión.
- **BOT (Built, Operated & Transfer):** en este tipo de contrato el contratista construye tipo EPC pero además opera con su gente y cuando el proyecto está en operación a régimen normal lo transfiere al dueño con operaciones incluidas.
- **Leasing Operativo:** Es una modalidad de ejecución en la cual se licita un paquete que incluye la ingeniería, el suministro de materiales y equipos, la construcción, la puesta en marcha y la operación por un periodo de tiempo determinado. El dueño a cambio paga una tarifa por unidad del servicio ofrecido, aplicada a la cantidad de servicios ofrecidos, genera una facturación a favor del contratista en forma periódica. Este es el único pago a que el dueño está obligado, debiendo el contratista hacerse cargo de los costos de inversión y de operación durante el periodo de tiempo determinado en el contrato.

En la figura 46 se muestra cómo se distribuye la responsabilidad y el riesgo entre el dueño y el contratista dependiendo de la modalidad del contrato. Además se puede ver como el riesgo que asume el contratista influye en el costo del contrato dependiendo de la modalidad que se adopte.

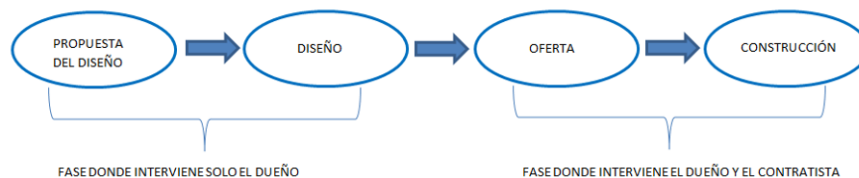


**Figura 46. Responsabilidad y riesgo dueño-contratista dependiendo de la modalidad de contrato.** Recuperado de *Curso Gestión de Proyectos para curso IN 586 del DII de la U. de Chile* (Pinto, 2010)

Sin embargo, hay ciertas variaciones en los diferentes sistemas de entregas de proyectos; a continuación se describen los modelos más comunes en la construcción:

- **Diseño – oferta – construcción (design-bid-build DBB):** el dueño o los dueños realizan un juego de planos y especificaciones con suficiente detalle que todos los interesados y los constructores van a entender tan bien el proyecto desde el inicio lo que mejora la eficiencia del proyecto. Normalmente el dueño/dueños contratan con un diseñador un diseño completo y detallado del proyecto que se va a construir, el dueño le solicita al contratista los valores y oferta para la construcción y poder así llegar a un acuerdo. Este modelo asume que no van a haber cambios en los planes iniciales ayudando esto a la adjudicación de contratos. Este modelo es uno de los más utilizados en Estados Unidos.

- ✓ Propuesta del diseño.
- ✓ Diseño
- ✓ Oferta
- ✓ Construcción.



**Figura 47. Contrato Diseño-Oferta-Construcción (Design-Bid-Build DBB).** *Elaboración propia.*

- **Diseño – construcción:** el dueño o los dueños, producen un diseño parcial o un juego de especificaciones muy superficiales y luego contratan a un tercero para que termine los diseños y construya el proyecto resultante. Mucha parte del diseño es incompleto y se va completando a medida que se va construyendo. También se presenta que el dueño contrata a una sola empresa o persona para que realice ambas actividades en un solo contrato, esto le ayuda al propietario ya que solo tiene un responsable de todo el proceso. El contratista puede subcontratar las actividades pero eso no le resta responsabilidad con el dueño. Este modelo es muy utilizado en la contratación pública.

- ✓ Propuesta del diseño.
- ✓ Diseño parcial o requerimientos parciales
- ✓ Asignación de contratista
- ✓ Diseño
- ✓ Construcción.



**Figura 48. Contrato Diseño – Construcción.** *Elaboración propia.*

- **Gestión de la construcción todo riesgo:** es un modelo donde el dueño contrata separadamente el diseño y la construcción; el diseño se contrata con una empresa con el fin de facilitar el diseño propuesto y contrata a parte la ejecución del diseño previamente presentado por la empresa diseñadora. En este modelo el contratista tiene una participación importante en el diseño lo que lo diferencia del modelo diseño-oferta-construcción. Primero, el cliente puede intervenir desde el momento inicial del diseño y no esperar a la construcción, una lluvia de ideas que incluye al constructor ofrece mayores beneficios para el dueño. En segundo lugar, el trabajo en equipo desde la etapa inicial del proyecto permite un diseño escalonado.

Aparte de estas variaciones, existen otras como:

- Construir – operar – transferir ( Build – operate – transfer (BOT))

- **DCOM (Diseño- construcción- operación-mantenimiento)** (Designe – build – operate – maintain DBOM)
  - ✓ Propuesta del diseño.
  - ✓ Diseño parcial o requerimientos parciales
  - ✓ Asignación de contratista
  - ✓ Diseño
  - ✓ Construcción.
  - ✓ Operación



**Figura 49. Contrato Diseño - Construcción - Operación – Mantenimiento.** *Elaboración propia*

Con este tipo de contratos, el dueño contrata a una empresa para que diseñe, construya, opere y dé mantenimiento al sistema o instalaciones durante un período específico. Al final de dicho período, la operación y el mantenimiento se transfieren a la agencia. Este modelo de contrato dura por lo general entre 15 y 20 años.

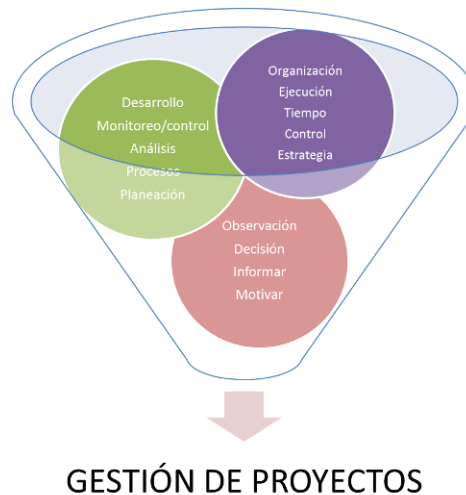
Los contratos DCOM incentivan al contratista a diseñar y construir proyectos que minimicen el mantenimiento operacional y los costos de este. El dueño negocia ambos, el costo del proyecto y el valor de la operación y mantenimiento anual para el tiempo de contrato. Si el costo actual de operación y mantenimiento excede el valor negociado, el contratista pagaría dicho monto de su propio dinero. Y si el costo actual de operación y mantenimiento es menor que lo pactado, la diferencia es del contratista. Otras penalidades y recompensas pueden ser definidas dentro del contrato para proveer incentivos futuros al equipo del proyecto (Dahl, Horman, Pohlman, & Pulaski, 2005).

Los proyectos de edificios verdes o sostenibles que buscan una certificación LEED usan métodos que evalúen el impacto futuro del diseño a través del ciclo de vida del proyecto. Técnicas como análisis de costos del ciclo de vida, modelado de la energía y simulaciones de iluminación ayudan a evaluar el impacto en el tiempo de estos proyectos. Es por esto que este tipo de contrato se acomoda con gran facilidad a este tipo de construcciones y a los proyectos que utilizan el IPD como metodología de gestión de

proyectos, ya que la colaboración a través de la triada de participantes (dueño, diseñador y contratista) el riesgo, las responsabilidades y la confianza del proyecto son manejadas de manera apropiada y colaborativa.

## 5.2 Estado del arte

En este estado del arte se describen casos de estudio a nivel nacional e internacional en los cuales se muestran los resultados de las investigaciones respecto a los diferentes sistemas de gestión de proyectos. Igualmente y por su relación con el tema central del trabajo, se presentan investigaciones sobre la filosofía Lean, el IPD (Integrated Project Delivery), el modelado BIM, la gestión integrada que en los enfoques modernos se incluyen o proponen sistemas de gestión de proyectos. En la figura 50 se describen algunos de los elementos de las gestión de proyectos, los cuales para poder lograrse requieren la implementación de las diferentes metodologías, herramientas y tecnologías planteadas dentro del marco teórico de este trabajo, contribuyendo de manera eficiente a los buenos resultados en la gestión de los proyectos de construcción.



**Figura 50. La Gestión de Proyectos y sus elementos.** Elaboración propia

Aunque con el tiempo se han venido dando pasos muy importantes en la gerencia de proyectos, arquitectos y constructores son conscientes de que se requiere un cambio en el proceso de dirección, manejo, coordinación y control para el desarrollo de los proyectos de construcción. Por esta razón se busca con nuevas formas de gestión de proyectos abordar estos problemas mediante la integración de cada una de las áreas implicadas en los proyectos. Los planes a largo, mediano y corto plazo son fundamentales para la buena marcha de estos, facilitando el crecimiento armónico de las organizaciones.

A diferencia de los proyectos comunes, los proyectos de construcción son diferentes y únicos, requieren de más cantidad de materiales, herramientas, mano de obra física y la participación de numerosos y diversos interesados.

La evolución de la gestión de proyectos se ha convertido en una necesidad si las empresas desean convertirse en competitivas en el mercado tanto nacional como internacional, todo esto como consecuencia del rápido cambio de la sociedad global, el impacto de la globalización con el intercambio de productos, la capacidad intelectual, la ampliación de empresas multinacionales, la protección del medio ambiente y la generación de tecnologías limpias.

Sin embargo, la gestión de grandes y complejos proyectos como por ejemplo los túneles y subterráneos incluye muchos insumos, condiciones y variables. Diferentes enfoques de organización, técnicas y procedimientos se han utilizado pero la certeza del éxito sigue siendo impredecible. Un enfoque de gestión en particular puede ser muy exitoso para un proyecto y puede fallar por completo para otro. Los principales factores determinantes son las condiciones, las leyes, los reglamentos, las condiciones locales y las formas de hacer negocios. No es sorprendente que los procedimientos de gestión, adquisición y administración, así como las diferentes modelos de gestión (sociedades, riesgos etc.), varían significativamente dependiendo de la ciudad, estado o país. Es evidente que, como industria, no se tiene un buen proceso para normalizar los resultados objetivamente. En el artículo *The Management Process for Complex Underground and Tunneling Projects*, se presenta una visión general de la gestión de proyectos de túneles y subterráneos complejos, las políticas públicas y sus efectos, se discuten las preocupaciones de adquisición y se sugiere un enfoque mejorado para el proceso de entrega de proyectos mediante la implementación de los cambios en la gestión actual y las prácticas de contratación. Como resultado de esta investigación J.J Reilly menciona que hay una consecuencia significativa en la reducción total de costos y tiempo para ciertas locaciones en particular, lo que puede ser generado por una mejor habilidad y comprensión de la estrategia del proyecto, el modelo de contratación mediante el uso de riegos compartidos, evaluación y mitigación de los riesgos adoptados desde el inicio del proyecto y el incorporar desde un principio a las partes interesadas. Los procedimientos de licitación deben incluir una detallada evaluación de costos y se debería utilizar un enfoque más

estratégico y cuantitativo a la planificación, las investigaciones del sitio y la mitigación de riesgos. Este enfoque debería hacer hincapié en el trabajo en equipo y liderazgo, para mejorar la eficiencia y para minimizar los reclamos.(Reilly, 2000).

En el artículo ¿Cómo mantienen su ventaja competitiva las multinacionales de economías emergentes? sus autores Rafael Lucea y Donald Lessard muestran que la adecuada selección de una metodología para la gestión del proyecto deja como resultado proyectos con éxito, este es el caso de CEMEX (Cementos Mexicanos), tercera empresa mundial por volumen de negocio, dedicada a la manufactura de materiales de construcción, y la única en su industria proveniente de una economía emergente. Con un volumen de ventas superior a los \$21.000 millones de dólares, más de 60.000 empleados y operaciones en 56 países en 2008, CEMEX ocupa la posición 389 en el ranking Global Fortune 500. La expansión internacional de la empresa se dio inicialmente adquiriendo dos empresas Españolas en 1992. Estratégicamente esta adquisición le dio una posición dominante en uno de los mercados más importantes y le permitió así acceder a mercados financieros de las economías desarrolladas. Esta adquisición puso en manifiesto la importancia de un proceso de integración post-adquisición utilizando la metodología PMI por este motivo, se empezaron a codificar y a estandarizar los múltiples pasos requeridos en identificar fuentes de ahorro en las nuevas adquisiciones, instaurar las prácticas operativas y de gestión de CEMEX bajo esta metodología. La implementación del PMI no solo facilitó la gestión de recursos humanos para configurar los equipos de trabajo, sino que también contribuyó a la creación de una cultura muy distintiva en CEMEX. Dicha cultura fue impulsada desde Monterrey y facilitada por una sofisticada infraestructura de tecnologías de información. Esto estimuló a los gerentes a explorar nuevas fuentes de valor y a evaluar su contribución potencial para el conjunto de la organización. La importancia atribuida a esta cultura de constante renovación del conocimiento se vio consolidada con el lanzamiento del proyecto “The CEMEX Way”, en el año 2000. La empresa dedico más de \$200 millones a esta iniciativa que tenía como principal objetivo la codificación de las mejores prácticas en la empresa en ocho áreas claves de negocio.(Lucea & Lessard, 2010)

Pero en el caso de países como Bosnia y Herzegovina aún no se reconoce el área de la gestión de proyectos. Hay un fuerte punto sobre esta cuestión en el ámbito del sector de



la ingeniería civil, que es tradicionalmente una rama de la economía orientada a los proyectos. Los resultados de la investigación Characteristic Project Management Model found in construction companies of Bosnia and Herzegovina realizado por Zanesa Ljevo y Mladen Vukomanovic, pone de manifiesto que la ingeniería civil sigue sin reconocer el área de gestión de proyectos, y esta no se aplica en los procesos diarios del sector. Además, los resultados indican que la perfecta comprensión de las fases del proyecto y subfases es uno de los factores clave para el éxito de la finalización del proyecto y su eficiente realización mientras que utiliza todos los recursos disponibles en todo su potencial. El estudio también presenta un modelo de fase distintivo destinado a las empresas de construcción para gestionar proyectos y señala una necesidad adicional de establecimiento de una metodología de gestión de proyectos unificada, lo que contribuiría en la aceptación de la gestión de proyectos en BH. La herramienta de investigación utilizada para la recolección de datos y su posterior análisis, fue una encuesta de 13 preguntas a 12 empresas constructoras. Como conclusión general de este estudio, se encontró que empresas de la industria de la construcción implementan fases y subfases para llevar a cabo los proyectos, ya que les resulta más fácil la ejecución del proyecto considerando que la división de este en fases y subfases permite obtener beneficios y son cruciales para darse cuenta de posibles defectos del proyecto y poder así dar soluciones oportunas de los problemas. Sin embargo, un avance significativo en la gestión de proyectos sólo puede lograrse a través del establecimiento y la aceptación de la asociación IPMA (International Project Management Association). Además, esto podría lograrse a través de la introducción de los temas relacionados en el sistema educativo. Esto serviría como el trampolín hacia una mayor aceptación, la conciencia y el conocimiento de los diferentes aspectos de la gestión de proyectos del sector construcción. En el futuro, la formación del personal involucrado en el proyecto puede llevarse a cabo a través de la LD IPMA 4 (sistemas de certificación), lo que es una posibilidad para la mejora en los proyectos.(Ljevo & Vukomanović, 2013)

Con las diferentes metodologías de gestión de proyectos que existen, el autor Andrew Quirk en su artículo Fast Tracking Hospital Construction habla de los beneficios obtenidos luego de la adecuada selección de la metodología para la gestión de los proyectos como es el Fast Track, el cual permite reducir tiempos y costos de los proyectos. Un ejemplo real de las ventajas de este modelo es la construcción del Hospital Stamford en Stamford,

Estados Unidos el cual disponía como presupuesto inicial \$282 millones de dólares para un contrato de cuatro años, el cual incluía la construcción de una torre adicional de camas, renovación de las instalaciones existentes y de una planta de energía la cual le suministraría energía al hospital. Con la implementación del fast track, el valor de la construcción termino siendo un 64% del valor inicial pactado y los equipo, camas y enceres valieron un 22% del valor inicial. Este generado al hospital fue invertido luego en adecuaciones que no se habían considerado en un inicio en el proyecto. (Quirk, 2013).

Pero no solo la adecuada selección de la metodología para la gestión del proyecto garantiza el éxito del mismo. Una buena integración del proyecto contribuye a que este sea gestionado de una mejor manera. El artículo *Sharing Tacit Knowledge for Integrated Project Team Flexibility: Case Study of Integrated Project Delivery in China*, describe el equipo de proyecto integrado y cómo ha recibido una amplia atención y aceptación en la industria de la construcción debido a las contradicciones de la contratación tradicional. Con una tendencia hacia la integración de todas las partes del proyecto, la flexibilidad del equipo surge como un factor importante para el éxito de los proyectos de construcción más complejos y dinámicos. Esta investigación se centra en la flexibilidad del equipo de proyecto integrado y explora sus antecedentes. Sobre la base de la literatura que ha encontrado que la flexibilidad del equipo depende de las capacidades dinámicas del mismo, se estudió la capacidad más allá y se encontró que el intercambio de conocimiento tácito sirve como factor determinante para la flexibilidad del equipo en un nivel más profundo. El caso de estudio que se llevó a cabo en un proyecto de entrega de proyectos integrados (IPD) en su etapa temprana mediante el uso de análisis de redes sociales, encontró que compartir el conocimiento tácito conduce a la flexibilidad del equipo del proyecto integrado por las conexiones entre los miembros del equipo y aumenta en el equipo las capacidades dinámicas. La contribución principal de este estudio fue encontrar la relación de intercambio del conocimiento tácito al proyecto integrado y la flexibilidad del equipo, lo que proporcionó una guía teórica para el equipo de proyecto integrado y lo ayudó a mejorar su capacidad de sobrevivir en el entorno dinámico de los proyectos de construcción. El proyecto de investigación se realizó durante 3 años, los miembros del equipo fueron de diferentes países, con diferentes niveles de experiencia en diversos ámbitos e incorporó muchas empresas internacionales para llevar a cabo los documentos de conceptualización, diseño, implementación, construcción y la liquidación del proyecto

IPD. Este estudio se centra principalmente en las primeras etapas del proyecto. Antes de la investigación formal, el director del proyecto informó a los autores de la falta de flexibilidad en el equipo del proyecto y su fracaso en hacer respuestas eficaces a un entorno dinámico. Después de 8 meses de esfuerzos para mejorar el conocimiento, se examinó el cambio de la flexibilidad del equipo, se midió de nuevo y los resultados muestran que tanto la amplitud de respuesta y la eficiencia de respuesta a la dinámica del proyecto IPD se mejoran. Los resultados del caso estudio han demostrado el impacto positivo de conocimiento tácito y el intercambio de información sobre la flexibilidad del equipo de proyecto integrado. Esto no sólo valida los resultados teóricos a través de estudio de la literatura, sino que también presenta la forma tácita de compartir el conocimiento al equipo que a su vez mejora la flexibilidad. A través del análisis se encontró que la falta de conexión entre los miembros del equipo con diferentes experiencias de trabajo son algunos de los motivos y barreras del mejoramiento continuo. (Zhang, Ph, He, & Zhou, 2013)

En la actualidad, la tendencia en gerencia de proyectos en Colombia es usar modelos de competencia para proyectos complejos, la creación de metodologías para una eficiente transferencia de conocimientos y el aprendizaje de proyectos anteriores con el fin de corregir los errores ya presentados. La certificación PMP dada por el PMI y la creación de las PMO (Project Management Office) u Oficina de proyectos son unas de las estrategias más utilizadas por las empresas como modelo de formación del personal que trabaja en la gerencia de proyectos. En el artículo Experiencias de implementación de PMO en empresas de la ciudad de Medellín, en la revista de la EIA (Escuela de Ingeniería de Antioquia), mediante entrevistas semiestructuradas que se realizaron a los directores de PMO se pretendía conocer el estado actual y las experiencias de implementación de las PMO en algunas empresas de la ciudad, permitiendo evaluar las funciones, los roles y los modelos y así determinar los niveles de desempeño de estas, obteniendo como resultados conclusiones y recomendaciones acerca de los factores clave del éxito. Dentro de esas lecciones aprendidas y factores de éxito se encontraron las siguientes: (1) generar confianza y credibilidad, (2) definir claramente la estructura, procesos y metodologías, (3) contar con personal formado en gestión de proyectos, (4) gestionar fuertemente la cultura de las personas y la resistencia al cambio, (5) disponer del soporte de una herramienta tecnológica apropiada, (6) contar con el apoyo de la alta dirección. De

acuerdo con la muestra seleccionada para la investigación (13 empresas de diferentes sectores) se logró determinar que en su mayoría, las PMO están en etapa de implementación y que es un tema del que hasta hace poco tiempo, las empresas han tomado conciencia del grado de importancia y los beneficios que acarrea para la empresa y para sus procesos en general. Es importante resaltar que esta investigación mostró que no es posible estandarizar una única metodología, sino que es necesario primero entender el ADN de la organización para poder hacer la adaptación de la metodología que mejor se acomode a esta ya que existe la creencia de que las metodologías de proyectos pueden seguirse como un recetario. (Betancurt, Pinzón, & Posada, 2014)

Dentro de las funciones de la gestión de proyectos se tiene la adecuada definición del proyecto, su planeación y el control del mismo pero a su vez esta enfrenta problemas relacionados con el sobre costo e incumplimiento en los plazos establecidos y la seguridad, lo cual se traduce en desperdicios que pueden ser evitados mediante la utilización de la filosofía Lean. En el estudio realizado por la Universidad de Louisiana State en Estados Unidos se combina el método de producción Lean y las herramientas tradicionales de seguridad al cual denominaron SLIK (safety and lean integrated kaizen), basado en las malas posturas de trabajo y la confusión sobre las asignaciones de trabajo las cuales pueden significar un problema para la productividad y la seguridad del trabajo. Pero por desgracia, son la realidad en muchos lugares de construcción. El éxito a largo plazo de la construcción depende de la mejora en la productividad y la seguridad. Con la implementación de la filosofía Lean y la propuesta de SLIK, en el tema de seguridad propone la mezcla de construcción con elementos de manufactura generando un producto de vivienda modular (Modular homebuilding) desarrollada en un lugar controlado, con terminaciones en un 95% en una fábrica y que luego son llevadas a su lugar de destino final. Este tipo de producción se asemeja con el de la industria automotriz Toyota donde se originó la filosofía Lean. Lo anterior mejoró notoriamente la seguridad de quienes trabajaron en este proyecto, se garantizó un mayor control sobre la postura y los equipos utilizados por los empleados, lo cual aumentó en un 55% la productividad de quienes allí trabajaron. (Ikuma & Nahmens, 2008)

Para el sector de la construcción, es de gran importancia la gestión de sus proyectos implementando nuevas estrategias de gestión y eliminando las actividades que no

agregan valor logrando que los procesos sean más efectivos y más eficientes. Para esto, la herramienta Last Planner incorpora los principios de la filosofía de Lean Construction en las prácticas habituales de gestión de la construcción. El Last Planner sirve de apoyo a la gestión de proyectos ya que es una metodología de planificación, seguimiento y control de proyectos que permite mejorar el cumplimiento de los plazos y costos, mediante el aumento de los compromisos entre los miembros del equipo, optimizando la coordinación e incrementando la capacidad de prever situaciones que pudieran afectar el adecuado desarrollo del proyecto.

El caso de estudio en la ciudad de Medellín presentado en el artículo “Last Planner, un avance en la planificación y control de un proyecto de construcción” presenta los resultados de la aplicación del sistema Last Planner en proyectos de construcción durante 2003, como parte de la investigación “Implementación de un programa de mejoramiento en gestión de la construcción (Botero & Álvarez, 2005)” Los resultados obtenidos mediante la implementación de esta herramienta, muestran una tendencia al mejoramiento cada vez que se aplica el sistema, de acuerdo con el indicador PAC (porcentaje de asignaciones completadas) de la construcción. La metodología Last Planner implementada en un grupo de siete empresas constructoras de Medellín durante la prueba piloto arrojó como resultado que “el PAC de cada obra y el PAC general de la ciudad de Medellín fue de un 75.5%. Aunque este valor se encontró por debajo de lo considerado como bueno, se produjeron desempeños individuales (4 de las obras analizadas) que están por encima del 80%. Otras dos obras alcanzaron resultados del indicador PAC por encima del 85%, lo cual puede calificarse como muy bueno. A cada obra se le hizo seguimiento semanal durante 6 meses. A uno de los proyectos se le realizó el seguimiento durante 24 semanas presentando un PAC con valores aceptables en las dos primeras semanas, alcanzando un buen desempeño en la semana tres. En las semanas 7, 9 y 18 se encuentran los valores más bajos de PAC, no estando ninguno por debajo del 60%, rango en el que se consideraría de pobre desempeño. Sin embargo, el PAC acumulado corresponde al 85%, lo que considerado como desempeño global de la obra es muy bueno”.

La construcción, es también uno de los principales responsables de la generación de residuos, contaminación, transformación del entorno y uso considerable de energía. Para

que todo lo anterior pueda ser implementado eficientemente la gestión de proyectos debe entender el proyecto desde el enfoque del equilibrio económico, ecológico y social lo que implica la sostenibilidad del mismo. Con la implementación de la filosofía Lean y sus herramientas esta sostenibilidad del proyecto se facilita.

En el estudio realizado por la Universidad de Valparaíso en Chile sobre la Integración conceptual Green-Lean en el diseño, planificación y construcción de proyectos donde planteó “integrar las filosofías de Construcción sustentable, o Green Building y Lean Construction; esta última empleada como el complemento necesario para entregar una base de análisis centrada en la gestión de producción. Se definió como ciclo de vida acotado las etapas de diseño, planificación y construcción, determinándose vectores de integración por medio del análisis morfológico y matrices de impacto cruzado. Se determinaron los vectores con relación directa para la implementación de la integración Green-Lean. Para la integración Green-Lean se empleó como herramienta de implementación la Constructabilidad, la que permitió secuenciar los procesos de construcción, ejercicio conceptual aplicado sólo a la etapa de diseño.” (Martínez, González, Fonseca, & Valparaíso, 2009). Como resultado obtuvo como resultado, a nivel conceptual que las herramientas aplicadas en la gestión de proyectos de construcción (Lean Construction y Constructabilidad), entregaban un soporte sólido para la operación y futura aplicación, de criterios de sustentabilidad en los procesos y etapas que involucra el ciclo de vida completo de los proyectos de construcción. Con estudios como estos se puede demostrar que la implementación de las metodologías y herramientas descritas en los apartados anteriores de este trabajo, incrementan notoriamente no solo los beneficios para los proyectos sino para el medio ambiente también.

La implementación de la filosofía Lean en todos los ámbitos, nacional o internacional ofrece un incremento en la productividad, completar los trabajos de una manera más rápida, una reducción en los sobretiempos, una reducción en los costos de materiales y una gran reducción en el desperdicio de los mismos, esto acompañado de la selección de una adecuada metodología de gestión da como resultado un proyecto exitoso. Un ejemplo de esta combinación es la construcción del Hospital de niños Akron en Ohio, Estados Unidos, el cual adoptó la metodología del IPD y la filosofía Lean para su ejecución. Este proyecto se llevó a cabo en el 2014 y abrió sus puertas en octubre del mismo año, con

una construcción de más de 368.735 pies cuadrados. Los beneficios obtenidos con la implementación de estas metodologías fueron dos meses de adelanto en la terminación del proyecto con respecto al cronograma inicial, con un ahorro de \$60 millones de dólares en costos de construcción, un 21% menos de los estipulado en el costo inicial y un ahorro de \$20 millones de dólares en el diseño final. Esto muestra que el uso de estas metodologías no es solo un tema de la academia sino de resultados reales en la construcción de proyectos. (Kovac Silvis, 2015).

Como complemento a esta conciencia de construcción sostenible se le unen la arquitectura y el uso de tecnologías y herramientas de planificación y control como lo menciona Arquitecto Domingo Acosta en su artículo Arquitectura y construcción sostenible: conceptos, problemas y estrategias “ El interés principal del trabajo académico en el campo de la arquitectura y de la construcción debe ser el de generar, a través de la investigación y el desarrollo tecnológico, conocimiento sistemático que contribuya en la resolución de los problemas de nuestra sociedad. Estamos convencidos de que la intervención del medio ambiente a través de la arquitectura, el urbanismo y las tecnologías constructivas, ha sido importante para el bienestar de la humanidad” (Acosta, 2009).

Pero cuando se refiere a modelos de gestión no se puede hablar de una propuesta para como la mejor o la única, ni se puede asegurar que con la implementación de la filosofía Lean se logra mitigar los impactos de dirección, manejo y coordinación; estas deben ser vistas como un conjunto el cual busca aportar al proyecto una sostenibilidad no solo en lo económico sino también en lo ambiental y en lo social. Es de ahí donde la Universidad Politécnica de Madrid en España con su propuesta metodológica de la gestión sostenible presentada en el artículo Ingeniería sostenible: nuevos objetivos en los proyectos de construcción donde “se sugiere crear un nuevo marco metodológico para la gestión sostenible de proyectos de construcción de modo que se trate la sostenibilidad como oportunidades para el proyecto y estudiar la conveniencia o no de aplicar los indicadores de sostenibilidad que se vayan identificando en el diseño, de acuerdo con los objetivos del promotor y a los objetivos propios del proyecto (costo, tiempo, calidad)”(Rodríguez & Fernández, 2010)

En Colombia la industria de la construcción ha crecido sostenidamente durante la última década; sin embargo, cuando se observa y analiza detalladamente, se puede presenciar el grado de subdesarrollo y poca sostenibilidad que presenta frente al desarrollo de otras industrias, o incluso la misma con respecto a otros países. La sostenibilidad es un tema que en Colombia continua siendo innovador por lo limitada que es su aplicación actualmente; sin embargo en escenarios internacionales ha dejado de ser un valor agregado para convertirse en un requisito de los proyectos, justificando la necesidad de desarrollar investigaciones y conocimiento que puedan representar un cambio en el desarrollo prácticos de la construcción. Es por esto que la en la investigación Modelo de Gestión para el desarrollo de la gerencia sostenible y sustentable de proyectos de construcción (Riascos Escobar, 2012), uno de los principales retos que se presentó en el desarrollo del proyecto fue lograr crear una estructura lo suficientemente coherente y clara para exponer un sin número de relaciones y flujos de procesos que se deben prever y tener en cuenta durante las diferentes etapas de un proyecto de construcción. El producto final de éste proyecto propuso un cantidad de variables de aplicación que pueden aportar a la solución de los problemas que enfrentan las empresas de construcción hoy día pero se pudo identificar que los procesos en general son ineficaces e ineficientes en términos de costo y tiempo, generando sobrecostos al proyecto, lo cuales pueden disminuirse e implementarse en la legalización de los proyectos en términos de contratación e impuestos o la disminución de los impactos ambientales que por lo general son considerados como sobrecostos y se buscan evadir. Esto se logró corregir con la adecuada estructuración del modelo de gestión (PMI), es novedosa en su forma de presentación y funcionalidad. La estructura permite desarrollar en detalle, organizada y estructuradamente todos los procesos en el desarrollo de un proyecto y lograr coherencia entre los diferentes niveles de profundización. (Riascos Escobar, 2012)

La adquisición de esta conciencia sostenible por parte de quienes desarrollan los proyectos de construcción está cambiando la forma en que se piensa acerca de cómo se planifican y se gestionan los proyectos, la construcción, el mantenimiento y operación. La certificación LEED o Leadership in Energy and Environmental Design (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental) es un sistema de calificación el cual a través del proceso de planificación, diseño, construcción y operación se obtiene un edificio de alto rendimiento sustentable.



La implementación de las diferentes metodologías de gestión, el uso de las herramientas y las tecnologías mejora los tiempos y costos de ejecución pero a su vez, la influencia de herramientas como BIM en el trabajo de la gestión de proyectos es cada vez mayor. Desde las fases iniciales hasta la finalización de la obra, los procesos y la metodología de trabajo ayuda a ejercer de modo más eficaz una labor de coordinación y control sobre cada uno de los agentes implicados, orientándoles hacia un desarrollo de sus funciones de forma más interdependiente y facilitando la digitalización de la información haciendo de este un proceso menos crítico y más ecológico.

En cuanto a los proyectos de construcción en Colombia y la implementación de las herramientas tecnológicas como BIM, el estudio realizado por la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, Implementación de las metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá mencionan que los proyectos de construcción comúnmente se encuentran sujetos a múltiples errores, incompatibilidades e incongruencias en las fases de diseño. Esto acarrea problemas en los procesos constructivos generando sobrecostos, correcciones de errores sobre la marcha, menor calidad de construcción y retrasos en los cronogramas, factores que conjuntamente hacen de la construcción una industria poco competitiva en el país. Los métodos tradicionales de construcción basados en planos 2D, programaciones de obra escuetas y poco detalladas que se complementan en algunos casos con presupuestos desfasados de la realidad, se tornan en herramientas inadecuadas para la planeación y ejecución de proyectos de Ingeniería Civil teniendo en cuenta que desde hace más de una década están disponibles las metodologías de trabajo BIM (Building Information Modeling). Esta investigación reporta un caso de implementación de metodologías BIM real concebido como una validación de la herramienta para ser usada en el contexto de la construcción a nivel nacional. Para ello se tomó información de un proyecto de construcción que se encontraba en fase constructiva al momento de iniciar el proyecto de investigación. Se generó un modelo BIM 5D con el cual se estableció un comparativo entre los métodos de planificación de proyectos tradicionales y BIM en lo referente a la obtención de cantidades de obra, programación de obra y presupuestación. Obteniendo como resultado que los errores en la documentación de obra generan dudas y desencadenan retrasos en los cronogramas de obra, errores en la presupuestación, pérdidas de tiempo y dinero en reprocesos. Implementar metodologías BIM de manera

adecuada permite garantizar una integración entre las partes involucradas en el proyecto de construcción que favorece el entendimiento acertado del objeto a construir y el proceso a seguir. De esta forma se ahorra tiempo, dinero y se asegura la calidad.(Mojica Arboleda & Valencia Rivera, 2012)

En la investigación La gerencia BIM como sistema de gestión para proyectos de construcción (Ocampo Hurtado, 2015) donde se estudiaron aplicaciones de la lógica a los procesos de gestión de la información en la arquitectura se encontró que los sistemas de información a partir de la plataforma BIM demostraron mayor eficiencia y efectividad que los sistemas CAD. Aunque Si bien, los sistemas de gestión aplicados al sector de la construcción han tenido un considerable avance a nivel global en los últimos años, en Colombia su presencia es incipiente y salvo algunos escasos ejemplos que comienzan a tener liderazgo gracias a su elevado nivel de competitividad, se mantiene una resistencia al cambio generalizada. El resultado de este estudio mostró que el aporte desde la academia es un punto clave para el cambio. “Se inicia una nueva etapa en los programas curriculares de arquitectura en Colombia. Tanto los programas de pregrado como postgrado servirán como escenario académico para la formación o actualización en la gerencia BIM. Este tipo de oportunidades puede ser aprovechado por la unión de grupos de trabajo académicos con fortalezas diferentes pero que puedan estar en relación con el sector de la construcción. A modo de ejemplo, un grupo de trabajo académico en medios de expresión y comunicación podría relacionarse con otro en gerencia y otro en ingeniería civil en torno a una propuesta de formación post-gradual para competir por recursos de MINTIC o de COLCIENCIAS. Este tipo de oportunidades pueden así, fortalecer la revolución tecnológica de la enseñanza y aprendizaje de sus profesionales”. (Ocampo Hurtado, 2015)

Por ejemplo, en el Reino Unido la implementación de un sistema de gestión de documentos con herramientas tecnológicas ha sido de gran ayuda para el mejoramiento de los proyectos. En el artículo Why would a Construction Business have a Document Management System?, Stewart Wright describe como las empresas de construcción han y siguen funcionando basadas en documentos impresos. Los proyectos comienzan con ideas, diseños y detalles de la construcción, seguido de instrucciones, estimaciones, licitaciones, contratos, sub contratos, pedidos, listas, formularios de facturas, de hecho, un

flujo interminable de información. Si a esto se le añade el método estándar de comunicación de correo electrónico, incluso el más pequeño de puestos de trabajo pueden tener 1,000 documentos asociados, por lo cual todo esto debe gestionarse a través del ciclo de vida del proyecto. Documentos que necesitan ser compartidos, por correo, por correo electrónico al menos una vez durante su vida, con la posibilidad añadida de corrección, cambio controlado, redistribución y, finalmente, la presentación, el seguimiento de quién tiene qué, dónde y cuándo es un problema importante de tiempo y como se sabe el tiempo cuesta dinero; expone Wright en su artículo y en el cual concluye que la popularidad de los sistemas de gestión de documentos no tiene nada que ver con la última pieza de software o incluso salvar el medio ambiente, pero si tiene todo que ver con el ahorro de dinero mediante la reducción de un alto costo en la gestión del proyecto. Esta propuesta es simplemente un software de gestión que se integra perfectamente con la contabilidad, la gestión del proyecto y otros sistemas que estén diseñados para hacer cuantificable el ahorro.(Wright, 2007)

Desde el uso de las tecnologías, la integración de los sistemas integrados parte de la base de una empresa organizada y exitosa. Esto se da teniendo una plataforma que integre los diferentes sistemas de gestión de la empresa con el fin de reducir costos y maximizar los resultados; entendiendo un sistema de gestión como un conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan para alcanzar los objetivos de la organización. Los sistemas de gestión integrada, por lo general integran los conceptos relacionados con calidad, medio ambiente y seguridad industrial. Para la implementación de este sistema de integración es importante la alineación con la estrategia, liderazgo, empoderamiento, comunicación, planificación, control, seguimiento, entre otros. Lo anterior enmarcado en el ciclo PHVA (Planear, hacer, verificar y actuar). Como se menciona en el artículo La importancia de los Sistemas de Gestión Integrados (Cordoba, 2013), se encontró que en Colombia el mayor obstáculo para la implementación de estas tecnologías dentro de las organizaciones es que estas tienen muchas veces muy claro cuáles son sus estrategias pero quienes ahí trabajan no tienen las competencias necesarias para lograrlas, lo que puede estancar el proceso de integración de los sistemas. Este suceso muestra que se tiene la errónea creencia de que una vez implementado el sistema, éste debe funcionar por sí solo; lo cual resulta perjudicial no solo para el sistema de gestión sino también para la organización. De igual forma otra

creencia, es que una vez implementado el sistema, cualquier persona con conocimientos básicos está en la capacidad de mantenerlo.(Cordoba, 2013).

Así como la adecuada implementación de las metodologías de gestión de proyectos, las herramientas y las tecnologías de información, la estructura organizacional es fundamental en las empresas. Esta define la organización de las empresas, sus autoridades y jerarquías las cuales deben ser tenidas en cuenta a la hora de gestionar los proyectos. Dependiendo de los esquemas de contratación, la estructura organizacional de la empresa pueden variar para ajustarse al modelo de contratación implementado en el proyecto, definiendo básicamente la forma de abordar el proyecto que se realiza y determinando una estrategia distinta a la hora de programar el proceso constructivo.

Uno de los modelos utilizado en la contratación es el modelo todo riesgo, que se propone en muchos casos en proyectos con entidades públicas y que está teniendo una gran acogida a nivel nacional e internacional, ¿pero será esta práctica la apropiada y suficiente para proyectos de gran envergadura como lo son los proyectos con el sector público? En el 28 congreso mundial IPMA de 2014, en el artículo Evaluating risk management practices in construction organizations, sus autores hacen referencia a este tema y menciona que organizaciones de constructores de países desarrollados han implementado este modelo todo riesgo pero con prácticas insuficientes, obteniendo resultados pobres y limitantes en el éxito de la gerencia del proyecto. Por lo que recomiendan que cuando esta sea implementada debe hacer parte de la cultura organizacional. De esta forma, esto permitiría su desarrollo y puesta en práctica y convertirse en un estándar para la planificación y ejecución de proyectos buscando generar una gestión eficaz de los conocimientos para tener un sistema, que puede mantener las lecciones aprendidas para que puedan compartirse y ser reutilizados en futuros proyectos. Tener los canales de comunicación adecuados entre las partes en el proyecto para la gestión del riesgo también es imprescindible, así como formación sobre este tema. Dentro de la investigación, se observó también que la falta de conocimiento sobre la gestión de riesgos dentro de la industria de la construcción se ha convertido en una barrera.(Serpell, Ferrada, Rubio, & Arauzo, 2015)

¿Pero en que puede influir la correcta selección del esquema de contratación en la

sostenibilidad del proyecto? En cuanto a los proyectos de infraestructura, estos necesitan de una gran inversión por lo que la adecuada selección del modelo de contratación es de vital importancia. En los Estados Unidos, estas grandes inversiones son proporcionados por los fondos de las agencias públicas los cual no son suficientes para hacer frente a este desafío de crecimiento actual, lo cual se menciona en el artículo Build – Operate – Transfer in Infrastructure Projects in the United States (Algarni, Arditi, & Polat, 2007). La implementación de un modelo Construcción, operación y transferencia (Build – operate – transfer BOT) es un sistema de entrega / financiación que puede ser una solución a este problema. En este sistema, un patrocinador privado financia el diseño, construcción, mantenimiento y operación de un proyecto público por un período de concesión específico, al final del cual se transfiere la propiedad a la agencia gubernamental, después de recuperar sus costos y el logro de beneficios. En este estudio se realizó una encuesta a grandes municipios y departamentos estatales de transporte para determinar el grado en que se están utilizando el modelo BOT en sus grandes proyectos, para investigar la aplicación de BOT, y las razones por las que algunas agencias gubernamentales evitan el uso de este. Los resultados indican que muy pocas agencias utilizan BOT. Las razones por las cuales la mayoría no utilizan BOT fueron reportados por los encuestados como la disponibilidad de alternativas probadas y fondos insuficientes, la existencia de barreras políticas, y resistencia al cambio, tanto por parte de las agencias gubernamentales y patrocinadores privados. Cuando las agencias gubernamentales y patrocinadores privados hacen uso de la metodología BOT, deben evitar las dificultades percibidas por los encuestados en este estudio. Sólo el 12% (7 de cada 61) de los encuestados reportó el uso de la metodología BOT entrega / financiación o una variación de esta en su proyectos. Entre ellos hay dos ciudades, Las Vegas y Houston; y cinco departamentos estatales de transporte, California, Colorado, Massachusetts, Carolina del Sur y Virginia. Aparte de estas ciudades, la norma Levy 1.996 en Arizona y Washington habla del uso de BOT para construir grandes proyectos de Estado.(Algarni et al., 2007)

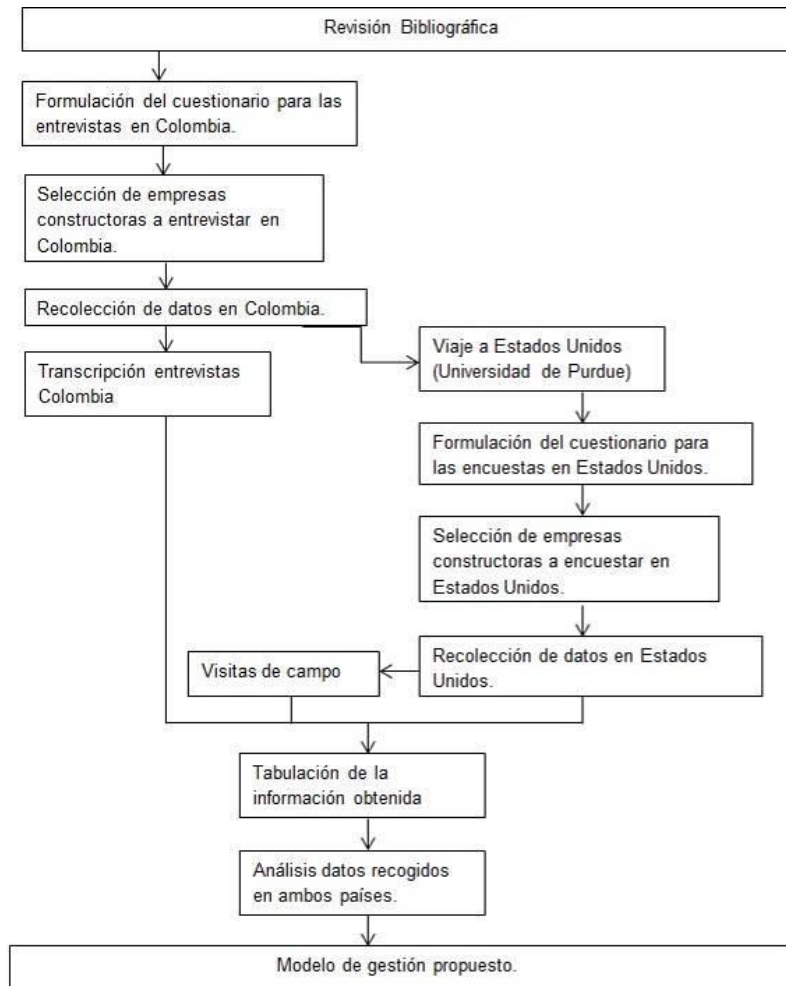
En el artículo *Assessing Project Delivery for Sustainable, High-Performance Buildings Through Mixed Methods* se habla de los acuerdos contractuales entre los participantes en el proyecto, el momento de sus actividades y niveles de participación los cuales han sido durante mucho tiempo sujeto de investigación en la gestión de la construcción. Este tema de investigación requiere tamaño de muestra grande debido principalmente al amplio

número de variables posibles que surgen en los proyectos de construcción. La reciente tendencia de crecimiento en el sector hacia la construcción sostenible, la construcción de alto rendimiento y la complejidad adicional en el proceso de ejecución de los proyectos y retos de investigación, hace que los esquemas de contratación tradicionales sean reevaluados. Este estudio presenta un uso combinado de métodos cualitativos y cuantitativos, también llamados métodos mixtos, como una forma útil para responder a los retos de la investigación. En la investigación se seleccionaron las variables cuantitativas importantes a partir de una muestra de alto rendimiento en edificios de oficinas sostenible. Los resultados de este estudio exploratorio dieron como resultado que la temprana participación de los agentes en la puesta en marcha del proyecto y el tamaño del proyecto afecta a la velocidad de la construcción favorablemente. El momento de la participación del contratista en el proyecto afecta tanto el crecimiento de los costos como la velocidad y el proceso de entrega. El tipo de propietario (es decir, desarrollador, públicos y privados) afecta a la construcción, la velocidad de entrega y el costo, lo que dificulta los resultados para los desarrolladores. Los modelos de contratación como lo es la Gestión de la Construcción todo riesgo y de diseño – construcción, resultan ser de mayor éxito para este tipo de proyectos sostenibles que los que utilizan el modelo diseño-licitación-construcción. (Korkmaz, Riley, & Horman, 2011)

## 6. Diseño metodológico

Para cumplir los objetivos del proyecto se establecieron lineamientos que se plasman en actividades realizadas a lo largo de la investigación. En cada una de las etapas se utilizaron herramientas para la recolección, tabulación y análisis de los datos obtenidos que articulados con el marco teórico, estado del arte y la observación mediante visitas a proyectos en Estados Unidos como método adicional al levantamiento de la información, permitieron el planteamiento del modelo de gestión de la integración para proyectos de construcción inmobiliaria en Colombia, objetivo principal del proyecto.

En la figura 51 se representa el delineamiento de la investigación realizada según las diferentes etapas.



**Figura 51. Delineamiento de la investigación.** Elaboración propia.

Las etapas en las que se desarrolló este proyecto fueron las siguientes:

### **1. Revisión bibliográfica:**

Contenida en el marco teórico y el estado del arte del proyecto. Dentro de esta revisión bibliográfica se consultaron bases de datos nacionales e internacionales las cuales están relacionadas con la temática central del proyecto, gerencia de proyectos. También define que es un proyecto, diferentes metodologías y herramientas que complementan la gerencia de un proyecto.

### **2. Determinación del diseño de investigación:**

La investigación es de tipo cualitativa. En este tipo de investigación se extraen descripciones a partir de observaciones que adoptan la forma de entrevistas, narraciones, notas de campo, grabaciones y transcripciones de audio, registros escritos de todo tipo y fotografías. El enfoque cualitativo se centra más en lo real que en lo abstracto; en lo global y concreto, más que en lo disgregado y cuantificado. Investiga contextos que son naturales o tomados tal y como se encuentran, más que reconstruidos o modificados por el investigador. (Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2010). Su alto componente cualitativo es debido a que incorpora elementos a través de los cuales se pretende priorizar la observación, análisis e interpretación de fenómenos, acontecimientos y hechos que prevalecen en el sector de la construcción tanto nacional como internacionalmente.

Se decidió que como herramienta para la recolección de datos en el trabajo de campo se iban a realizar entrevistas y encuestas para obtener las respuestas a las preguntas planteadas y poder así crear el modelo de gestión. La entrevista se hace a una persona con una cita previamente programada, se habla de un tema específico y se graba la conversación para luego realizar la transcripción al pie de la letra de lo respondido por el entrevistado. La elección de la persona se realiza por ser un profesional en el tema, la afinidad con el tema de la investigación y el conocimiento de la gestión, metodologías y el modelo utilizado por la empresa entrevistada o



encuestada, estas personas tienen algún cargo directivo y tienen personal a su cargo. El tipo de preguntas en una entrevista son preguntas precisas que dan respuestas abiertas, mientras que la encuesta se buscan respuestas precisas y las preguntas son cerradas. La encuesta siempre es por escrito, no se da campo a una conversación sino que se busca hacerle simplemente preguntas buscando no interferir en la interpretación del encuestado.

En Colombia, la entrevista fue la técnica que mejor se acomodaba a las necesidades del proyecto, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz. Esta es una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra significativa de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características. (Casas Anguita et al., 2003). Las preguntas de la entrevista fueron abiertas y las respuestas obtenidas fueron gravadas con permiso de los entrevistados para luego poder realizar la transcripción de las respuestas al pie de la letra.

La información que se obtiene mediante el uso de la entrevista es la observación indirecta de los hechos, a través de las manifestaciones realizadas por los entrevistados pero esta información no necesariamente refleja la realidad del sector. El interés como investigador no es quién responde la entrevista sino al grupo que pertenece, en este caso al sector de la construcción, de ahí la necesidad de la apropiada selección de las empresas y las personas entrevistadas, lo que permitió una obtención de datos sobre una gran variedad de temas. La principal ventaja de la entrevista frente a otras técnicas es su versatilidad o capacidad para recoger datos sobre una amplia gama de necesidades de información.

La entrevista personal se ha utilizado con mayor frecuencia en la captación de información primaria debido, principalmente, a las ventajas que presenta frente a los otros tipos de entrevista. Esta consiste en establecer entre dos personas, con iniciativa del entrevistador una conversación para obtener información sobre unos objetivos

determinados. Son las que proporcionan un mayor índice de respuesta, ya que cuando se contacta con las personas a entrevistar es poco probable que declinen responder el cuestionario o no lo concluyan una vez comenzado. En Colombia la entrevista se realizó de manera personal a las empresas de la ciudad de Medellín y vía skype a las empresas de Bogotá, Cúcuta y Manizales. En la entrevista personal las preguntas se formulan en un encuentro directo entre entrevistado y entrevistador, en la encuesta vía skype la situación es similar, salvo que la comunicación se realiza mediante video llamada por medio del computador.

La versatilidad que tiene la entrevista personal, los factores como el mayor o menor número de preguntas que pueden incluirse en el cuestionario, la cantidad de datos que pueden obtenerse, el tipo de preguntas etc. determinan que la entrevista personal sea mucho más flexible y permita obtener una mayor variedad de información que las entrevistas telefónicas o postales.

Con las empresas Americanas el procedimiento de recolección de información fue el similar al que se utilizó en Colombia, con la diferencia de que en vez de utilizar la entrevista como técnica, se utilizó la encuesta dirigida, semi-estructurada y por correo electrónico. Esta decisión fue tomada luego de analizar el cuestionario utilizado para Colombia y se adaptara a las necesidades del sector construcción en Estados Unidos, por recomendación del especialista en la Universidad de Purdue. Con dicha modificación lo que se logró fue una adaptación a la realidad americana sin perder el hilo conductor utilizado en Colombia para poder así generar la comparación de las respuestas de los dos cuestionarios así fueran utilizadas técnicas diferentes.

Las encuestas dirigidas son aquellas en las que las preguntas que hace el encuestador son muy concretas, y las opciones de respuesta están muy delimitadas. La encuesta dirigida unifica criterios, lo que facilita y simplifica el proceso de evaluación de las respuestas. Sin embargo, este tipo de encuesta no permite profundizar en las respuestas, por lo que se pueden escapar detalles importantes sobre las respuestas; a diferencia de la entrevista realizada en Colombia en la cual el entrevistado podía expresar libremente sus opiniones. Al ser una encuesta semi-estructurada estas son algo más flexibles. Existe un margen para la reformulación y la profundización en

algunas preguntas, combinando algunas preguntas de alternativas abiertas con preguntas de alternativas cerradas de respuesta. Por lo general, existe una guía para la encuesta en donde se respeta el orden de las preguntas.

Por correo electrónico se envió el cuestionario a las personas que constituyen la muestra y por la misma vía lo devuelvan diligenciado. Como técnica de encuesta en algunas ocasiones puede tener una utilización esencial cuando es el único medio de establecer contacto con los encuestados y en otras situaciones puede utilizarse como técnica opcional en función de las características de la investigación. Esta decisión de enviar las encuestas por correo se dio por las grandes distancias entre Estados, lo que facilitó la recolección de la información de las empresas Americanas.

En lo que a la precisión del método utilizado se refiere, no cabe duda que existen una gran cantidad de factores que determinan la mayor o menor precisión de las preguntas, la mayor o menor disposición de los encuestados a contestar, etc. En este sentido, la entrevista personal es la que permite obtener un mayor control sobre la muestra y superar los problemas asociados a las dificultades que pueda tener el encuestado a la hora de responder ciertas preguntas.

### **3. Selección de la muestra:**

En Colombia se invitaron 22 empresas a participar de las cuales 16 respondieron el formulario. La selección de estas empresas fue debido a la relación de estas con el grupo de investigación de la Universidad Eafit GECON. En los Estados Unidos, el tamaño de esta muestra fue de 13 empresas constructoras y 2 empresas inmobiliarias, de estas 15 empresas, 10 de ellas fueron contactadas directamente por el investigador en BCM Fall Career Fair, feria realizada por la Universidad de Purdue donde se reunieron 158 empresas de diferentes sectores, las otras 5 empresas contactadas fueron por medio de la asesora en Estados Unidos quien ha realizado trabajo con estas. El total de la muestra fue de 31 empresas entrevistadas y encuestadas en los dos países. Aunque todas estas empresas pertenecen al sector constructor, se buscaron empresas que realizaban diferentes tipologías y tamaños de proyectos (vivienda, comercio, infraestructura, hotelería, educación etc.), con el fin de tener una

visión más amplia de la aplicación de las metodologías y herramientas y corroborar que sin importar el tamaño de la empresa o del proyecto esta metodologías pueden ser implementadas de manera satisfactoria.

En la tabla 16 y 17 se describen las empresas entrevistadas en Colombia y encuestadas en Estados Unidos, el tipo de proyectos que realiza, el número de proyectos con que cuenta actualmente y las ciudades de operación.

**Tabla 16. Descripción de las empresas constructoras entrevistadas en Colombia**

Identificación de Compañía	Lugar de operación	Descripción	Tipos de proyectos	Número de proyectos actuales(2016)
1	Medellín Bogotá Cartagena Cundinamarca Panamá	Organización dedicada al diseño y construcción de obras de edificaciones e infraestructura, con más de 66 años de trayectoria empresarial.	Edificaciones (centros comerciales, empresariales, hospitales, hoteles, proyectos educativos, plantas industriales, teatros, museos, vivienda.) Infraestructura (escenarios deportivos, centrales hidroeléctricas, puentes, muelles, saneamiento y aguas, vías y túneles, aeropuertos) Maquinaria y Equipos Diseño	8
2	Medellín Bogotá Cartagena Barranquilla Soledad	Constructores, comercializadores y gerencia de proyectos inmobiliarios de índole institucional, pública, comercial, empresarial, turística y residencial, incursionando actualmente en proyectos de infraestructura vial en la red de carreteras del País.	Edificaciones (vivienda, oficinas, comercio, suite, consultorios, hospitales, Educativos) Infraestructura (hidroeléctricas, vías y puentes)	67
3	Medellín Bogotá Cali Cartagena	Diseño, construcción y comercialización edificaciones y obras de infraestructura física	Edificaciones (vivienda, oficinas, comercio, hospitales, Educativos) Infraestructura (hidroeléctricas, vías y puentes) Obras de Urbanismo Redes de acueducto Alcantarillado Energía Telecomunicaciones	22
4	Medellín Bogotá	Construcción y comercialización de propiedad raíz, con presencia en los diferentes estratos socioeconómicos del Área Metropolitana de Medellín; en el 2008 llega a Bogotá con la misma filosofía	Edificaciones (Vivienda)	48
5	Medellín Bogotá Cartagena Panamá	Diseño y construcción. En el 2003 iniciaron el proceso de expansión con sedes en Bogotá, Medellín, Cartagena y Panamá.	Edificaciones (comercial y corporativo, Industrial e Institucional, infraestructura social, proyectos inmobiliarios,	3

			proyectos especiales)	
6	Medellín Bogotá Barranquilla Panamá	Empresa de servicios, dedicada al desarrollo de proyectos de edificación e infraestructura.	Infraestructura (túneles, puentes, aeropuertos, hidroeléctricas, carreteras, sistemas de transporte masivo) Edificaciones (industrial, comercial, institucional, vivienda, hospitales)	32
7	Medellín Bogotá Cartagena Barranquilla Cundinamarca Villavicencio	Cuenta con un amplio portafolio de servicios de diseño, construcción y bienes raíces, ofreciendo una gama de posibilidades para atender las necesidades de clientes nacionales e internacionales. Especializados en la arquitectura, la ingeniería, la construcción, los bienes raíces y la prestación de servicios inmobiliarios en sectores de vivienda, comercio, industria, institucional e infraestructura.	Diseños Urbanísticos Servicios de construcción Arrendamiento de equipo y formaleta Consultoría inmobiliaria Corretaje institucional Administración de patrimonios Soluciones inmobiliarias empresariales Promoción, gerencia y venta de proyectos inmobiliarios	38
8	Medellín Bogotá	Constructora destacada por su calidad, seriedad y transparencia, construcción de casas, edificios, centros comerciales, industrias, clínicas, laboratorios, obras de infraestructura y restauraciones.	Instituciones educativas Obras de ciudad centros de servicios Hoteles Restaurantes Vivienda	3
9	Medellín	Empresa dedicada al diseño arquitectónico y construcción de edificaciones para diferentes usos, se constituyó en 1990. Ha desarrollado la edificación de más de 1.382.343 metros cuadrados.	Comercio Viviendas Oficinas	4
10	Medellín Bogotá	Desarrolladores inmobiliarios, gestores y coordinadores integrales de principio a fin de los procesos y servicios necesarios para el desarrollo de proyectos inmobiliarios. Su experiencia se concentra principalmente en tres segmentos inmobiliarios: urbanos, campestres y mixtos.	Vivienda Comercio Hoteles	11
11	Medellín Bogotá	Es una empresa comercial del sector de la construcción orientada a la gerencia, el diseño, la promoción, la venta y la construcción de proyectos que brinden satisfacción a sus clientes por la calidad de sus productos y la excelencia de su servicio.	Edificaciones (comercial y corporativo, Industrial e Institucional, proyectos inmobiliarios)	15
12	Medellín Bogotá	Empresa dedicada a realizar labores de promoción, gerencia, venta y construcción de productos inmobiliarios.	Edificaciones (proyectos inmobiliarios, comerciales, obras de urbanismo)	36
13	Bogotá Neiva Cartagena Valledupar Soacha	Es una empresa con amplia experiencia en gerencia, diseño, construcción y comercialización de proyectos de vivienda y afines. Efectúa contrataciones con los sectores público y privado en obras de ingeniería, urbanización de predios, diseño, construcción, comercialización y gerencia de proyectos de vivienda, oficina y bodegas, algunos en asociación con otras firmas constructoras.	Edificaciones (vivienda, comercio, oficinas, bodegas)	17
14	Manizales	Empresa dedicada a la gerencia,	Edificaciones (comercial,	18

	Bogotá Manizales Neiva Pereira	promoción y construcción de edificaciones, construcción de obras de infraestructura urbana e interventoría de proyectos. Basados en la eficiencia, cumplimiento y aplicación de estándares administrativos, técnicos y legales.	oficinas, vivienda)	
15	Cúcuta	Primera organización en finca raíz de Cúcuta. Actualmente, están certificados como una inmobiliaria integral para prestar servicios en áreas de ventas, arriendos y avalúos. El gran aporte al desarrollo urbanístico de la ciudad de Cúcuta, se ha realizado al gerenciar los proyectos inmobiliarios habitacionales más importantes de la ciudad.	Edificaciones (comercial, oficinas, vivienda)	19
16	Bogotá Cali Cundinamarca	Empresa con una actividad integrada, especializándose en la implementación y desarrollo de procesos industrializados de diseño y construcción de proyectos de inversión, vivienda y oficinas, obras de infraestructura y ejecución de macro proyectos urbanísticos y comerciales	Vivienda Comercio Oficinas Infraestructura	22

*Elaboración propia*

**Tabla 17. Descripción de las empresas encuestadas en Estados Unidos**

Nombre de Compañía	Lugares de operación	Descripción	Tipos de proyectos	Número de proyectos actuales
A	California Atlanta Austin Baltimore Dallas Denver Houston Orlando Phoenix	Begins in July of 1990. Construction is a unique technical builder with a passion for results. Ranked in the top 50 general contractors in the country since 1997, they are a national commercial contractor by delivering measurably more value.	Expertise: Collaborative Virtual Building and BIM Sustainable construction Preconstruction Special services group Self-Perform work Safety Core Markets: Advanced technology corporate office healthcare higher education life sciences	270
B	Bethesda, Md Maryland Virginia Indiana Illinois Florida Texas California Washington	One of the most experienced and respected building and civil construction firms in the United States. they build with intention of exceeding their clients' expectations for safety, quality, functionality, and aesthetics, and deliver finished products that stand the test of time. As ones of the nation's most established firms, they have a long-term perspective that is invaluable in our industry.	Expertise: Design-Build Lean construction Preconstruction Public-private partnerships Self Perform Sustainability Virtual Design & Constructor Market sector: Aviation Correctional & Judicial Education Government Healthcare Hospitality Industrial & Distribution Interiors Military Mission Critical Mixed use & retail Monumental Office Public Assembly Retail & Mass transit Renovation & historic	364

			restoration residential roadways and bridges science seismic sports & entertainment tunnels & mines water & wastewater	
C	Michigan Atlanta Baltimore Charlotte Charlottesville Chicago Columbus Jacksonville Nashville Oak park Orlando Richmond Southfield	They believe their progress, success and legacy depends on their good name. An excellent reputation is a differentiating competitive advantage. Honesty has been defined as being truthful with others, integrity as being truthful with yourself. Honesty is the moral foundation of integrity. they strongly believe that integrity is the bedrock of long-term success.	Construction Management Design-build program management General contracting Technology Equipment installation services Preconstruction Market Niche: Healthcare Higher education Industrial Energy Federal K-12 educational Sports/special events facilities	181
D	Ohio Charlotte Cincinnati Columbus Corporate Dayton Indianapolis Knoxville Lexington Louisville Nashville	Specialized in managing, developing and performing complex commercial construction in the communities in which we live and work, and delivering value to their clients through quality construction experiences. they track record of success can be traced to past and present architectural icons and institutions located across the Midwest and Southeast that foster healing, learning, service, and innovation.	Building systems group Delivery Methods Estimating Lean construction Preconstruction Prefabrication Quality Self-Performance Supplier Diversity Virtual Design & Construction (BIM) Market: Health care Higher education Industrial Life sciences Commercial Public and Industrial Senior Living	68
E	Indianapolis Corporate Evansville Columbus Poca Washington Houston	Their projects move ahead smoothly because they have total control over the construction process. Field construction efforts are supported by a large, up-to-date equipment fleet. Their competitive rental rates provide added cost-saving value to their clients. The emphasis on safety, planning, safe production management and corporation is heralded by their customers as a major advantage on their construction projects.	Energy & Industrial Water and wastewater Performance Contracting	118
F	Chicago Indianapolis	They provide full-service general contracting, construction management and design-build construction services to the commercial, industrial and residential markets. The firm has rapidly grown into one of Chicago's leading general contracting and construction management firms. they offer a full range of services, including all phases of construction planning and management, from conceptual design and budget development through project completion.	Pre-construction General contracting Construction management Design-build Office Industrial Retail Residential Restaurant	62
G	Indiana Evansville Alexandria	Construction organization with a proven capability to tackle the most difficult bridge, underground, and marine	Bridges structures Marine Infrastructure Underground construction Mine Development	38

	California Luisana Texas Kentucky Washington Minnesota	projects. Engineer-managers and craftsman alike follow the lead of our founder,	Equipment Management Precast	
H	Chicago Atlanta Columbus Ft. Lauderdale New Orleans Washington Miami Albany Augusta St. Simons island Champaign Lafayette Baltimore Greenville Lake Geneva	Is one of the largest, most experienced and respected general contractors in the Midwest, with a growing reputation throughout the United States. They have provided full-service construction services on thousands of projects in both the public and private sector.	Bridges Commercial properties Healthcare Libraries Municipal Buildings Major Highways Police stations Private institutions Religious Institutions Schools Transit systems Waste water treatment facilities	45
I	New York Alabama Arizona British Columbia California Colorado Connecticut Florida Georgia Indiana Kentucky Maryland Massachusetts Michigan Missouri New jersey North Carolina Ohio Ontario Oregon Pennsylvania Tennessee Texas Virginia Washington	A North America-based, international construction services company and is a leading builder in diverse and numerous market segments. The company has earned recognition for undertaking large, complex projects, fostering innovation, embracing emerging technologies, and making a difference for their clients, employees and community	Aviation/transportation Commercial Cultural & Entertainment Data Center Education Government Green building Healthcare Infrastructure Interiors Industrial/manufacturing Pharmaceutical Religious Research & Development Residential/ Hotel Retail & Restaurants Sports	570
J	Dallas Atlanta Austin Charlotte Ft. Lauderdale Fort worth Houston Los Angeles Orlando Phoenix Portland Raleigh Riverside- SanBer San Diego San Francisco Seattle Ventura	They are the third largest general builder in the nation, a commercial construction business they represent the needs, expectations, and vision of their clients and help turn vision into reality through their partnership with subcontractors, architects, community leaders, politicians, corporate boards, and project neighbors.	Civic Corporate office Criminal Justice Energy Federal Healthcare Higher Education Hospitality Interiors K-12 Education Military Housing Mission Critical Multifamily Housing Public Assembly Research and labs Retail Special Projects Transportation	350



K	Rhode Island Cleveland Milwaukee Naas, Ireland Houston Chicago	Headquartered in Providence, Rhode Island, is one of the largest privately held family-owned construction and real estate development firms in the industry. Concentrating in select markets throughout North America, as well as internationally, we operate through more than 50 offices worldwide, as an industry leader in construction and real estate development. our expertise in turning the most challenging situations into successfully completed buildings.	Civic & Cultural College & University Commercial Criminal Justice Environmental Federal Food & beverage Manufacturing Fueling facilities Healthcare & Hospitals Historic Restoration construction K-12 Education Mission Critical/Data center Milty-Unit & High Rise Residential Science & Technology Sports & Recreation Transportation	380
L	Indianapolis Illinois Indiana Missouri Michigan Iowa	One of the most successful and faster growing construction companies in the Midwest. The company has earned a district reputation for excellence along with an impressive record for consistently brining in large-scale projects on time and within budget. Their construction professionals value and understand client objectives and always keep their best interest a priority. They are experts offering the best project options and solutions while upholding the highest quality standards.	Multi-family & mixed use Commercial & Retail Healthcare Education Science & technology Public Sector Hospitality	21
M	Indiana	They make the preferred design-build firm for commercial and industrial projects in Central Indiana. Their comprehensive three-stage approach to design and construction is nationally recognized and unmatched in the industry. their process work because of our people and their passion to design and build facilities	Industrial Institutional Healthcare Office Multifamily Commercial Repurposed Workshop Transportation	78
N	Indiana Florida California New york Iowa Illinois	Real estate leader in North Central Indiana. It was award-winning real estate agents are well trained and focus on Lafayette Indiana real-estate and West Lafayette Indiana real estate and the surrounding communities. The company's goal is to make the home buying or selling experience rewarding and to exceed the expectations of its clients	Seller services Buyer services Relocation Schools Community info Local videos Utilities Checklist	60
O	Indiana	Commitment to providing value and reliability in every commercial real estate project they undertake and finding answers to every challenge that arises. their teams strive to find new ways to build upon quality. Because each industrial, office and medical office project has unique needs, they recognize that listening is the first step to succeeding	Industrial Office Healthcare Construction	45

*Elaboración propia*

#### 4. Diseño del cuestionario:

El proceso para la definición del cuestionario de la entrevista y la encuesta fue el siguiente:

Teniendo en cuenta una serie de criterios generales que hacen referencia al contenido, al tipo de preguntas y secuencia de las mismas, las encuestas y entrevistas que se realizaron a las empresas constructoras elegidas previamente como grupo de muestra para la investigación estaba dividida en 5 partes: (1) características de la empresa – Characteristics of the Company, (2) proceso de diseño – Design Process, (3) proceso de planeación – Planning Process, (4) construcción - Construction y (5) sostenibilidad, calidad de vida y del producto – Sustainability, Quality of life and product quality. Una vez redactado el cuestionario final se procedió a la organización y realización de trabajo de campo, es decir, la obtención de los datos a través del procedimiento correspondiente al tipo de encuesta o entrevista realizadas. En la realización de las entrevistas, el entrevistador debe estar familiarizado con el cuestionario, formular las preguntas exactamente como aparecen escritas en el cuestionario y en el mismo orden y es importante también utilizar algunas técnicas de indagación para lograr que el encuestado conteste a las preguntas.

Para las dos empresas inmobiliarias americanas seleccionadas para ser encuestadas, el procedimiento fue el mismo que se realizó con las empresas constructoras. Se realizaron encuestas con un cuestionario modificado y justado al tipo de empresa y buscando con este el complemento a la investigación realizada en Estados Unidos. Se decidió encuestar dos empresas inmobiliarias ya que el proceso de gestión de los proyectos en este país es diferente al proceso realizado en Colombia. En Estados Unidos las empresas constructoras por lo general no realizan el proceso de promoción y venta de los proyectos; estas empresas se especializan solo en construcción y realizan consorcios temporales con empresas inmobiliarias para que sean ellas las encargadas de promocionar y vender el proyecto si este es el caso, ya que en muchos de los proyectos visitados el dueño del proyecto es a quien se le hace entrega de los inmuebles construidos y este los administra y arrienda por una cierta cantidad de años para explotarlos comercialmente y luego si decide los pone en venta.

A continuación se muestra el modelo de cuestionario realizado a las empresas constructoras seleccionadas en la primera fase.

### Preguntas para la entrevista en Colombia

<b>1. CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA</b>	
1.1	¿Cuál es el modelo de negocio que desarrolla la organización?
1.2	¿Cómo es la estructura organizacional de la empresa?
1.3	¿Cuál es nicho de mercado de su empresa? (qué tipo de proyectos construye y a quien está dirigida)
1.4	¿Cuál es el modelo de gestión de proyectos que utilizan?
1.4.1	¿Qué cambios ha tenido que implementar la organización para su implementación?
1.4.2	¿Qué barreras ha encontrado para su implementación?
1.5	¿En qué área de la organización está centralizada la gerencia de proyectos?
1.5.1	¿Quiénes participan y en qué momentos (inicio, planeación, ejecución)?
1.5.2	¿Cómo es la relación del área de la gestión de proyectos con las otras áreas?
1.6	¿Cómo se gestionan los trámites y licencias de los proyectos?
1.6.1	¿Cuanto tardan éstas en ser otorgadas?
1.6.2	¿Se tienen en cuenta estos tiempos a la hora de hacer la programación?
1.7	¿Con que permisos y/o licencias salen los proyectos a ventas?
<b>2. PROCESO DE DISEÑO</b>	
2.1	Al interior de la organización, existen técnicos que realizan los diseños o son contratados externamente?
2.2	Si el diseño se realiza de manera colaborativa con terceros, como es la comunicación entre los grupos?
2.3	¿Utiliza software BIM?
2.3.1	¿Qué especialidades del proyecto modelan en este?
2.3.1	¿Lo utilizan como el soporte colaborativo?
2.4	¿Qué profesionales, aparte de los diseñadores, toman decisiones y participan en el proceso de diseño?
2.5	¿Cómo garantizan la constructabilidad de los proyectos?

<b>3. PROCESO DE PLANEACIÓN.</b>	
3.1	¿Quién se realiza la prefectibilidad y factibilidad del proyecto?
3.1.1	¿Cómo se realiza la prefectibilidad y factibilidad del proyecto?
3.2	¿Existe algún área de la empresa encargada de realizar el presupuesto?
3.3	¿En qué momento se empieza a realizar el presupuesto?
3.3.1	¿Con qué información se empieza a realizar el presupuesto?
3.3.2	¿Existen diferentes versiones de presupuesto?
3.3.3	¿cuáles versiones? (preliminar, banco, prefectibilidad, definitivo de construcción)
3.4	¿Qué herramienta tecnológica utiliza para realizar el presupuesto del proyecto?
3.5	¿Quién y cómo se realiza la programación del proyecto?
3.6	¿Existe algún área de la empresa encargada de realizar la programación de los proyectos?
3.7	¿En qué momento se empieza a realizar la programación?
3.7.1	¿Con qué información se empieza a realizar la programación?
3.7.2	¿Hay diferentes versiones?
3.8	¿Qué herramienta tecnológica utiliza para realizar la programación del proyecto?
3.9	¿Se hace un Layout del proyecto?
3.9.1	¿En qué momento?
3.9.2	¿Quién lo realiza?
3.9.3	¿Qué incluye?
3.10	¿Existen buenas prácticas en la empresa para la determinación del valor del producto? (estudio de mercado, visitas a la competencia, encuestas a la comunidad, estudio de la cadena de valor)
<b>4. CONSTRUCCION</b>	
4.1	¿Implementan la filosofía Lean Construction?
4.2	¿Qué herramientas Lean utiliza? (Last Planner, medición de perdidas etc.)
4.3	¿Qué barreras o problemas identifica en su organización para la aplicación de Lean Construction?
4.4	¿Qué resultados han obtenido en el desempeño de los proyectos con el sistema de gestión implementado?
<b>5. SOSTENIBILIDAD, CALIDAD DE VIDA Y DEL PRODUCTO</b>	

5.1	Cuenta la empresa con alguna certificación en algún sistema de gestión? (calidad ISO 9000, ambiental ISO 14000, OSHAS 18000, responsabilidad social ISO 26000)
5.2	¿Los sistemas de gestión están integrados en algún sistema de gestión integrada?
5.2.1	¿Cuál es el sistema de gestión que los integra?
5.3	¿Qué buenas practicas implementa la empresa para mejorar la calidad de vida de las personas? (campamentos, capacitaciones, gestión humana)
5.4	¿Qué entiende la empresa por sostenibilidad del proyecto y que actividades realiza para que sea sostenible?
5.5	¿Cómo garantiza la empresa la sostenibilidad en sus proyectos?

### Preguntas para la encuesta a las empresas constructoras en Estados Unidos

<b>1. CHARACTERISTICS OF THE COMPANY</b>	
1.1	What is your company's market niche? (what type of projects does it build and to whom are they targeted)
1.2	Do you use project management methodologies such as <ul style="list-style-type: none"> <li>- Traditional (initiation, planning, execution, monitoring, and closing)</li> <li>- Six sigma</li> <li>- Scrum</li> <li>- PRINCE 2</li> <li>- Kanban</li> <li>- DMAIC</li> <li>- Critical path</li> <li>- PMBOK</li> <li>- IPD</li> <li>- APM (Agile Project Management)</li> <li>- Other _____</li> </ul>
1.3	What changes has the company implemented and what obstacles has it found for the implementation of this methodologies?
1.4	Is the project manage centralized in a central office, district office or project level?
1.5	If you are building an apartment building for example, what are the project procedures and permits (licenses etc?.)
1.5.1	¿How long does it take to get it?
1.6	¿What is the company expertise/services?
<b>2. DESIGN PROCESS</b>	
2.1	Are there in-house personal to carry out designs, or are the design functions performed by consultants?
2.2	If design functions are performed by consultants, how is information shared? <ul style="list-style-type: none"> <li>- Face to face meetings _____</li> <li>- Collaborative platforms _____</li> <li>- Other methods (please list) _____</li> </ul>
2.3	Does your company use BIM software in its projects?
2.3.1	Where is BIM used and how is it used?

2.4	What professionals, besides designers, make decisions and take part in the design process?
2.5	How do you ensure the constructability of the projects?
<b>3. <u>PLANNING PROCESS.</u></b>	
3.1	How is project feasibility determined?
3.1.1	Who performs the feasibility studies in your company?
3.1.2	Are there multiple versions?
3.2	Is there an area within the company in charge of estimating and budgeting the project?
3.3	At what time and with what information do you start budgeting
3.3.1	Are there different budget versions?
3.3.2	At which stages are they developed/used?
3.4	What software tools are used to develop the project budget?
3.5	How is project programming done, and who does it? Is there an area within the company in charge of project programming? Are there different versions? Which ones?
3.6	What software tool do you use for project programming?
<b>4. <u>CONSTRUCTION</u></b>	
4.1	Do you implement Lean Construction philosophy?
4.2	Which lean tools do you use? <ul style="list-style-type: none"> <li>- Last Planner</li> <li>- loss assessment</li> <li>- Reduce process variability</li> <li>- Reduce cycle times</li> <li>- Increase process transparency</li> <li>- Benchmark</li> <li>- Other (please list) _____</li> </ul>
4.3	What barriers or problems have you identified in your company for the application of Lean Construction?
4.4	What performance results have you achieved with the lean construction tools?
<b>5. <u>SUSTAINABILITY, QUALITY OF LIFE AND PRODUCT QUALITY</u></b>	
5.1	Is the company certified under any management system? (quality ISO 9000, environmental ISO 14000, OSHAS 18000, corporate social responsibility ISO 26000)
5.2	Is the project managing system used by your company integrated in an Integrated Management System (IMS) <ul style="list-style-type: none"> <li>- QMS (Quality Management System) (i.e., ISO9001)</li> <li>- EMS (Environmental Management System) (i.e., ISO 14001)</li> <li>- SMS (Safety Management System) (i.e., OSHAS 18001)</li> <li>- OTHER (Please list) _____</li> </ul>
5.3	What good practices does the company implement in order to improve quality of life for the employees (office employees and field employees)? <ul style="list-style-type: none"> <li>- Training</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incentives for computer education</li> <li>- Health and wellness program</li> <li>- Access to computing resources</li> <li>- Healthy workspaces</li> <li>- Other (Please list) _____</li> </ul>
5.4	What is the company's working definition of sustainability?
5.5	What activities are used to ensure sustainability in its projects?

### Preguntas para la encuesta a las empresas inmobiliarias en Estados Unidos

<b>1. CHARACTERISTICS OF THE COMPANY</b>	
1.1	What are the services provided by the company?
1.2	How long has the company been in the real estate market?
1.3	What is the company's market niche? (What type of projects does it sell/buy and what are the target markets?)
1.4	Please list the roles played by the company in the estate market (owner/developer, lessor, financier etc.)
1.5	Do you use project management methodologies such as <ul style="list-style-type: none"> <li>- Traditional method (initiation, planning, monitoring, and closing)</li> <li>- Six sigma</li> <li>- Scrum</li> <li>- PRINCE 2 (Projects In Controlled Environments)</li> <li>- Kanban</li> <li>- DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)</li> <li>- Critical path method for planning and scheduling projects</li> <li>- PMBOK (Project Management Body of Knowledge)</li> <li>- APM (Agile Project Management)</li> <li>- Other _____</li> </ul>
<b>2. BUYING AND SELLING SERVICES</b>	
2.1	Please list the procedures for buying/selling residential and commercial projects
2.2	Do you help the client to arrange financing? How?
2.4	What are the services that you provide for financing the project?
2.4	What visualization and modeling tools are used in marketing your projects
2.5	If you are selling a new project, in what phase of the project does the owner contact you to start selling it? <ul style="list-style-type: none"> <li>- At the beginning of the project planning</li> <li>- At the beginning of the construction</li> <li>- In the middle of the construction</li> <li>- When the project is ready</li> </ul>

Los cuestionarios anteriores fueron el esquema formalizado para recopilar la información de los entrevistados y encuestados; es decir, es la traducción de los objetivos informativos de la investigación en preguntas específicas.

## **5. Organización del trabajo de campo:**

El trabajo de campo es aquella etapa del proyecto de investigación durante la cual el investigador se pone en contacto con el grupo social objetivo (representantes de las empresas de construcción), administran los cuestionarios para recoger la información y registran los datos. La planificación del trabajo de campo es un aspecto básico en el proceso de una investigación y su desarrollo depende del método de obtención de la información que se utilice.

Este trabajo fue realizado durante el año 2015. En el primer semestre se realizaron las entrevistas a las empresas constructoras en Colombia. Una vez se tuvo esta información recolectada, en el segundo semestre del 2015, se realizó un intercambio con la Universidad de Purdue donde se logró el contacto con diferentes empresas constructoras en algunos estados de Estados Unidos. Adicional a las encuestas y el contacto con empresas constructoras, se contó con la ayuda de profesores expertos en el tema para las asesorías y la asistencia a clases para entender un poco más el funcionamiento del sector constructor en Estados Unidos, lo cual permitió un mayor análisis y una mejor comparación de los resultados obtenidos.

Como complemento a las entrevistas y encuestas realizados durante todo el 2015, se realizaron visitas de campo en Estados Unidos a diferentes proyectos que estaban en proceso de construcción, esto con el fin de conocer los procesos constructivos, para contrarrestar estas prácticas con las respuestas obtenidas en las entrevistas-encuestas en el tema de sostenibilidad, procesos de diseño, planeación y construcción y que tan acorde están estas prácticas con las metodologías o herramientas utilizadas por cada



una de las empresas y proyectos visitados. En el capítulo 7, resultados del trabajo de campo, se muestra el reporte fotográfico de las visitas realizadas a los proyectos en Estados Unidos. Con estas visitas se buscaba la recolección de buenas prácticas y conocimientos los cuales pudieran ser aplicados y adaptados a los proyectos en Colombia.

## **6. Obtención, tratamiento, análisis e interpretación de los datos:**

Los resultados obtenidos de las entrevistas y encuestas se analizaron a partir de la triangulación de la información recolectada y la bibliografía descrita en el marco teórico. El método de la triangulación es la combinación de dos o más teorías, fuentes de datos, métodos de investigación en el estudio de un fenómeno en particular. La triangulación de datos se refiere a la confrontación de diferentes fuentes de datos en los estudios y se produce cuando existe concordancia o discrepancia entre estas fuentes (Pereyra, 2000). Esta supone el empleo de distintas estrategias de recolección de datos. Su objetivo es verificar las tendencias detectadas en un determinado grupo de observaciones. Generalmente se recurre a la mezcla de tipos de datos para validar los resultados de un estudio inicial. (Universidad de Champagnat, 2003) En el análisis colectivo se lleva a cabo un estudio estructural-funcional. La unidad de observación es el grupo, en este caso el grupo de las empresas constructoras seleccionadas. Estos resultados permitieron unos hallazgos significativos sobre la operación de las empresas entrevistadas y encuestadas en Colombia y Estados Unidos y permitirá posteriores investigaciones. Por último, todo el proceso de investigación, desde el planteamiento del problema a investigar, la metodología seguida, los resultados obtenidos hasta las conclusiones alcanzadas se recogen en este informe.

Una vez obtenidas las respuestas de las entrevistas en Colombia y las encuestas en Estados Unidos, se realizó la codificación de esta información facilitando el análisis de las respuestas y poder darle a cada una de ellas un valor numérico para su posterior análisis y comparación.

Esta codificación consiste en asignar a cada una de las preguntas que integran el cuestionario un número diferente y a su vez cada categoría de respuesta correspondiente a las distintas preguntas llevará asociada también un número distinto para poder identificar la respuesta con su correspondiente numeración. Para las preguntas abiertas la codificación de las respuestas se tiene que realizar forzosamente con posterioridad a la realización del trabajo de campo. En este tipo de preguntas se agruparon las respuestas acorde a lo que la literatura menciona, esto con el fin de poder llevar a cabo la triangulación de las respuestas con lo planteado en la literatura analizada en el marco teórico. Esto permitió analizar qué tan acorde están las empresas en la implementación de las metodologías, herramientas y filosofías según la teoría. Dependiendo de la respuesta seleccionada se le asignó el valor de “1” para la respuesta seleccionada y “0” para el resto no seleccionado, así se pudieron realizar las gráficas, luego las comparaciones y análisis y por ultimo las conclusiones de la investigación.

Las transcripciones de las entrevistas y encuestas, en sus idiomas originales se presentan como anexos en este trabajo.

## 7. Resultados del trabajo de campo.

Una vez realizado el trabajo de campo, se tabularon los datos. Las respuestas obtenidas que se presentan igualmente mediante gráficas, para mejor visualización de los resultados.

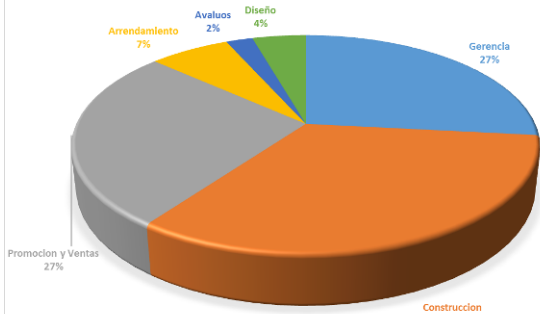
En la siguiente tabla se describen las preguntas y las respuestas obtenidas, con la codificación de las mismas, para las entrevistas realizadas en Colombia.

**Tabla 18. Características de la empresa**

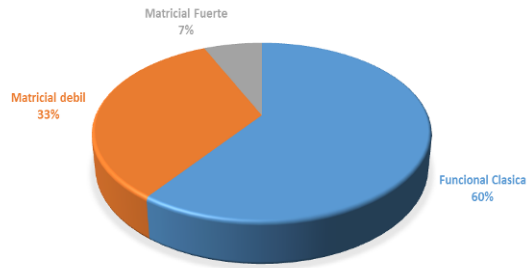
1.1 ¿Cuál es el modelo de negocio que desarrolla la organización?	EMPRESAS																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total
Gerencia	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	12
Construcción	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Promoción y Ventas	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	12
Arrendamiento	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3
Avalúos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Diseño	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
1.2 ¿Cómo es la estructura organizacional de la empresa?																	
Funcional Clásica	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	9
Matricial débil	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	5
Matricial Fuerte	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1.3 ¿Cuál es nicho de mercado de su empresa? (qué tipo de proyectos construye y a quien está dirigida)																	
Vivienda estrato 6	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	7
Vivienda estrato 5	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	10
Vivienda estrato 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	14
Vivienda estrato 3	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	12
Vivienda estrato 2	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	9
Vivienda estrato 1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	6
Vivienda VIS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	11
Vivienda VIP	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	8
Comercio	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	10
Industria	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	6
Hotelería y turismo	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
Educación / institucionales	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
Hospitales y centros médicos	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
Infraestructura	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Centrales Hidroeléctricas	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Particulares	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	5
1.4 ¿Cuál es el modelo de gestión de proyectos que utilizan?																	
No tienen modelo de Gestión	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	8
Gestión de la Calidad ISO	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	3
PMBOK (Project Management Body of Knowledge)	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4
1.4.1 ¿Qué cambios ha tenido que implementar la organización para su implementación?																	
Estandarización de proyectos	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Capacitaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	3
No aplica	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	6

Ninguno	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3
<b>1.4.2 ¿Que barreras ha encontrado para su implementación?</b>																	
Resistencia al cambio	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	5
No aplica	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	6
Ninguna	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	4
<b>1.5 ¿En qué área de la organización está centralizada la gerencia de proyectos?</b>																	
Oficina de Proyectos (Gerencia de Proyectos, Dirección de proyectos, Gerencia de planeación)	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	12
No hay un área específica	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
<b>1.5.1 ¿Quiénes participan y en qué momentos (inicio, planeación, ejecución)?</b>																	
Construcción / área técnica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	14
Arquitectura	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	5
Oficina de Proyectos	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	4
Área Comercial / mercadeo y ventas	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	6
Presidencia / Gerencia	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	11
Área Financiera / presupuestos / tecnología	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	8
<b>1.5.2 ¿Cómo es la relación del área de la gestión de proyectos con estas?</b>																	
Presidencia / Gerencia	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	7
Mediante Gerencia Técnica	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	6
Mediante un software propio	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>1.6 ¿Cómo se gestionan los trámites y licencias de los proyectos?</b>																	
Arquitectura	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	5
Oficina de Proyectos / Gerencia	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	8
Un tercero	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Área Técnica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<b>1.6.1 ¿Cuánto tardan en ser otorgadas?</b>																	
De 1 a 2 meses	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4
De 3 a 6 meses	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4
De 4 a 5 meses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
De 6 a 8 meses	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	6
<b>1.6.2 ¿se tienen en cuenta estos tiempos a la hora de hacer la programación?</b>																	
Si	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	7
No	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	8
Se hace a partir de que la licencia este otorgada	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>1.7 ¿Con que permisos y/o licencias salen los proyectos a ventas?</b>																	
Licencia de Urbanismo	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	6
Permiso de ventas	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	14
Licencia de Construcción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Fiducia definida y aprobada	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	4

**1.1 ¿CUÁL ES EL MODELO DE NEGOCIO QUE DESARROLLA LA ORGANIZACIÓN?**



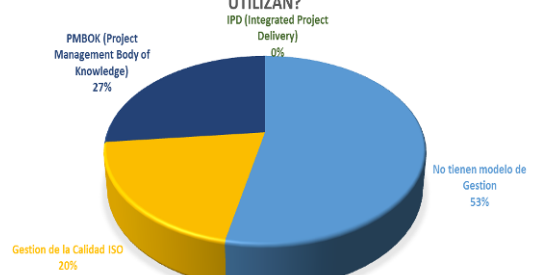
**1.2 ¿CÓMO ES LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA?**



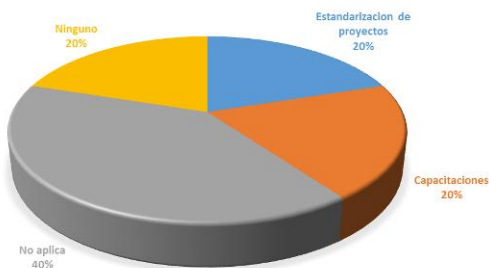
**1.3 ¿CUÁL ES NICHOS DE MERCADO DE SU EMPRESA? (QUÉ TIPO DE PROYECTOS CONSTRUYE Y A QUIEN ESTÁ DIRIGIDA)**



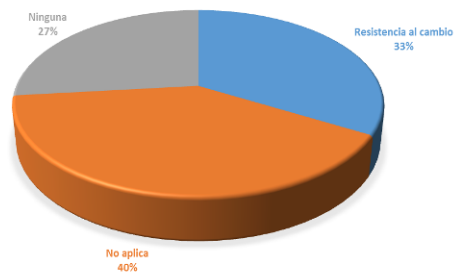
**1.4 ¿CUÁL ES EL MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTOS QUE UTILIZAN?**



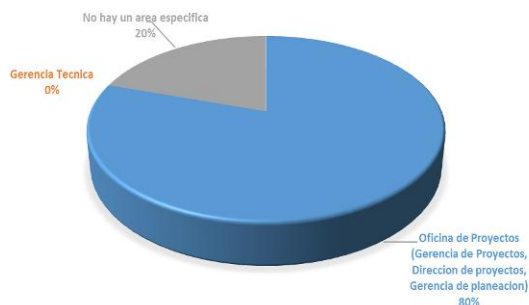
**1.4.1 ¿QUE CAMBIOS HA TENIDO QUE IMPLEMENTAR LA ORGANIZACIÓN PARA SU IMPLEMENTACION?**



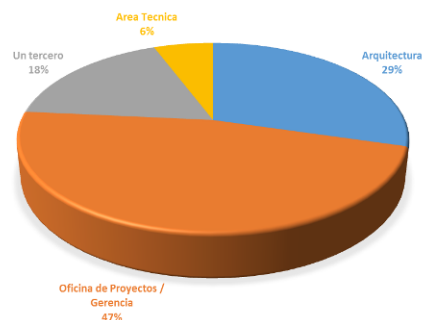
**1.4.2 ¿QUE BARRERAS HA ENCONTRADO PARA SU IMPLEMENTACION?**



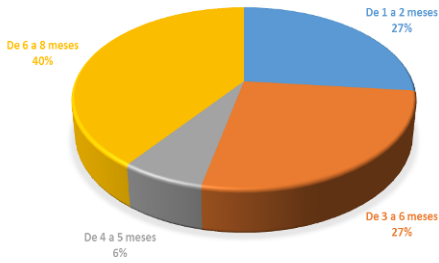
**1.5 ¿EN QUÉ ÁREA DE LA ORGANIZACIÓN ESTÁ CENTRALIZADA LA GERENCIA DE PROYECTOS?**



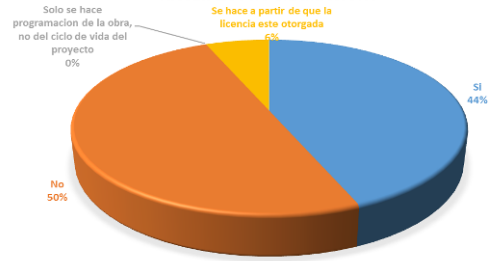
**1.6 ¿CÓMO SE GESTIONAN LOS TRÁMITES Y LICENCIAS DE LOS PROYECTOS?**



1.6.1 ¿CUANTO TARDAN ESTÁN EN SER OTORGADAS?



1.6.2 ¿SE TIENEN EN CUENTA ESTOS TIEMPOS A LA HORA DE HACER LA PROGRAMACIÓN?



1.7 ¿CON QUE PERMISOS Y/O LICENCIAS SALEN LOS PROYECTOS A VENTAS?

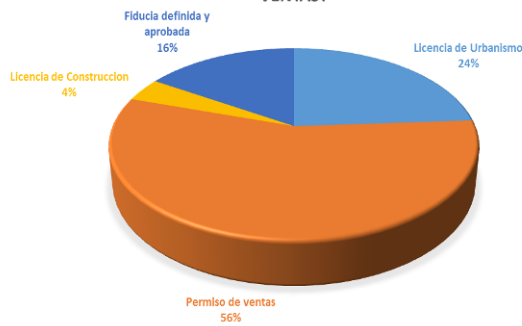
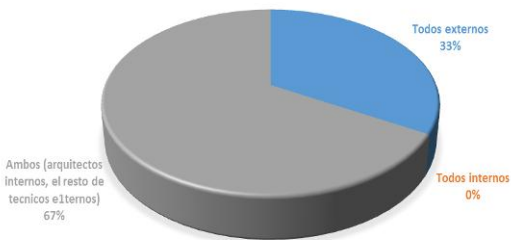


Tabla 19. Proceso de Diseño

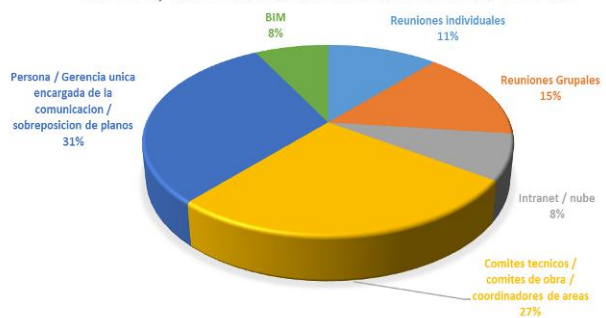
	EMPRESAS																Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<b>2.1 Al interior de la organización, existen técnicos que realizan los diseños o son contratados e1ternamente?</b>																	
Todos externos	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	5
Ambos (arquitectos internos, el resto de técnicos e1ternos)	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	10
<b>2.2 Si el diseño se realiza de manera colaborativa con terceros, como es la comunicación entre los grupos?</b>																	
Reuniones individuales	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Reuniones Grupales	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4
Intranet / nube	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
Comités técnicos / comités de obra / coordinadores de áreas	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	7
Persona / Gerencia única encargada de la comunicación / sobre posición de planos	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	8
BIM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
<b>2.3 ¿Utiliza software BIM?</b>																	
Si	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	5
No	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	6
En implementación	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	4
<b>2.3.1 ¿Qué especialidades del proyecto modelan en este?</b>																	
Arquitectura	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	9
Estructura	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	6
Redes	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	6
No aplica	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	6

<b>2.3.2 ¿lo utilizan como el soporte colaborativo?</b>																		
Si	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>
No	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	<b>4</b>	
En implementación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	<b>3</b>	
No aplica	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	<b>6</b>	
<b>2.4 ¿Qué profesionales, aparte de los diseñadores, toman decisiones y participan en el proceso de diseño?</b>																		
Gerencias / áreas (técnica, presupuestos, financiera, proyectos)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>15</b>	
Mercadeo y Ventas / Comercial	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	<b>8</b>	
Dueño del proyecto / Dueño compañía	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	<b>7</b>	
Coordinadores de obra (área) / residentes de obra	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	<b>3</b>	
Experto lean	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>	
Interventoría / supervisión técnica	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>	
<b>2.5 ¿Cómo garantizan la constructabilidad de los proyectos?</b>																		
Coordinación técnica	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	<b>12</b>	
Verificación en Campo / seguimiento continuo	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	<b>4</b>	
Uniformidad en proyectos	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>	
BIM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	<b>3</b>	
Departamento-gestión de calidad / innovación	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	<b>5</b>	
Reuniones de coordinación / seguimiento	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	<b>3</b>	
Verificación temprana de planos / superposición	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	<b>4</b>	
Construcción de apartamento modelo	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	<b>3</b>	
Layout del proyecto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	<b>1</b>	

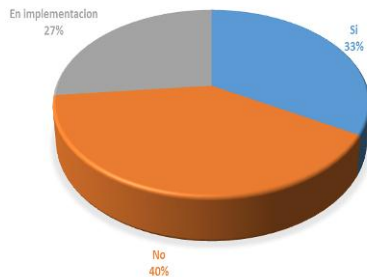
**2.1 AL INTERIOR DE LA ORGANIZACIÓN, EXISTEN TÉCNICOS QUE REALIZAN LOS DISEÑOS O SON CONTRATADOS EXTERNAMENTE?**



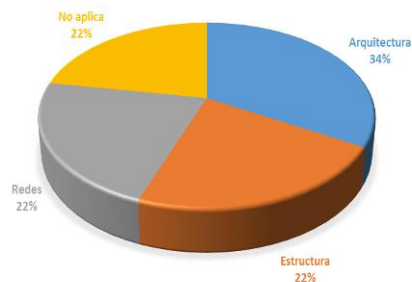
**2.2 SI EL DISEÑO SE REALIZA DE MANERA COLABORATIVA CON TERCEROS, COMO ES LA COMUNICACIÓN ENTRE LOS GRUPOS?**



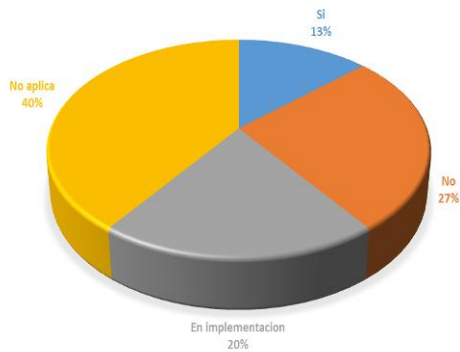
**2.3 ¿UTILIZA SOFTWARE BIM?**



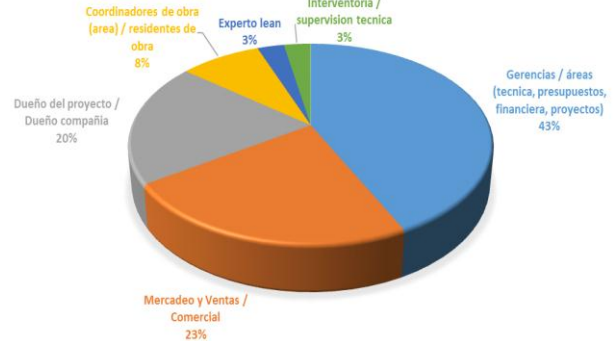
**2.3.1 ¿QUE ESPECIALIDADES DEL PROYECTO MODELAN EN ESTE?**



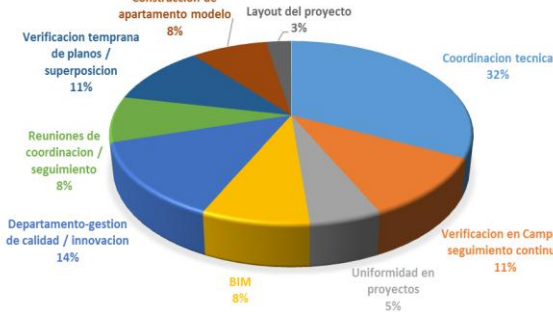
**2.3.2 ¿LO UTILIZAN COMO EL SOPORTE COLABORATIVO?**



**2.4 ¿QUÉ PROFESIONALES, APARTE DE LOS DISEÑADORES, TOMAN DECISIONES Y PARTICIPAN EN EL PROCESO DE DISEÑO?**



**2.5 ¿CÓMO GARANTIZAN LA CONSTRUCTIBILIDAD DE LOS PROYECTOS?**



**Tabla 20. Proceso de Planeación**

	EMPRESAS																Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<b>3.1 ¿Quién realiza la prefectibilidad y factibilidad del proyecto?</b>																	
Gerencias (General, proyectos, planeación)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	14
No aplica	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>3.1.1 ¿cómo se realiza la prefectibilidad y factibilidad del proyecto?</b>																	
Con tenores de proyectos anteriores	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	14
Con planos arquitectónicos preliminares	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
No aplica	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>3.2 ¿Existe algún área de la empresa encargada de realizar el presupuesto?</b>																	
Si	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	14
No	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<b>3.3 ¿En qué momento se empieza a realizar el presupuesto?</b>																	
Desde el inicio del proyecto / idea	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	5
Con planos arquitectónicos preliminares	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	9
Con planos arquitectónicos definitivos	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>3.3.1 ¿Con que información</b>																	



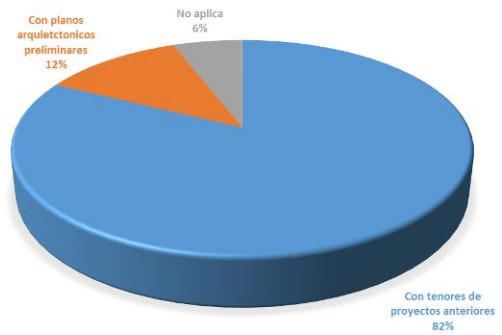
<b>se empieza a realizar el presupuesto?</b>																	
Con una idea base	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Con diseños arquitectónicos preliminares	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	7
Con tenores de proyectos similares	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	8
Con planos arquitectónicos definitivos	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>3.3.2 ¿Existen diferentes versiones de presupuesto?</b>																	
Tantas como cambien los diseños arquitectónicos (más de 5)	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	4
Una única versión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2 - 3 versiones	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	7
4 - 5 versiones	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
<b>3.3.3 ¿cuáles versiones?</b>																	
Preliminar	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	11
Pre factibilidad	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	8
Definitivo de construcción	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Urbanismo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Preventas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<b>3.4 ¿Que herramienta tecnológica utiliza para realizar el presupuesto del proyecto?</b>																	
Sinco	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	6
SAO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Software Propio	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Excel	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	6
ERP MultiFox 2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Naviswork	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<b>3.5 ¿Existe algún área de la empresa encargada de realizar la programación de los proyectos?</b>																	
Si	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	9
No	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	5
<b>3.6 ¿Quién realiza la programación del proyecto?</b>																	
Director de programación / Director de proyectos	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	8
Director de obra / coordinador de obra / arquitecto	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Presupuestos	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	4
Programadores externos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<b>3.7 ¿En qué momento se empieza a realizar la programación?</b>																	
Cuando se sale a ventas	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Solo se programa construcción	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Parejo con el presupuesto	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1		4
Desde la formulación del proyecto	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	5
Con diseños arquitectónicos listos	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3
<b>3.7.1 ¿Con qué información se empieza a realizar la programación?</b>																	
Cuando todos los diseños están listo	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	5
Desde la formulación del proyecto	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Con diseños arquitectónicos preliminares	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	8
<b>3.7.2 ¿Hay diferentes versiones?</b>																	
Una sola versión	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2 - 3 versiones	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	4
4 - 5 versiones	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 o más versiones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

Tantas como las versiones del presupuesto	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4
Programación base con tantas modificaciones como cambios arquitectónicos	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	5
<b>3.8 ¿Que herramienta tecnológica utiliza para realizar la programación del proyecto?</b>																	
Project	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Líneas de Balance	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3
Primavera	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Excel	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	4
<b>3.9 ¿Se hace un Layout del proyecto?</b>																	
Si	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	12
En proceso de implementación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
No siempre	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
<b>3.9.1 ¿En qué momento?</b>																	
Antes de iniciar obra	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	10
Durante la obra	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3
En la concepción del proyecto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Reunión de inicio	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>3.9.2 ¿Quién lo realiza?</b>																	
Director / coordinador / residente de obra	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	10
Gerencia (proyecto, productividad, diseño)	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	4
Arquitectura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Todos los interesados del proyecto (técnicos, seguridad, arquitectos, ambiental, ventas)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<b>3.9.3 ¿Qué incluye?</b>																	
Campamentos (baños, casinos, oficinas, cambiaderos)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
Rutas de evacuación / seguridad	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	9
Materiales	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
Equipos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Plantas	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	13
Etapas constructivas	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	6
Movimiento de tierra / cortes	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>3.10 ¿Existen buenas prácticas en la empresa para la determinación del valor del producto?</b>																	
Estudio de mercado	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	14
Evaluación / Estudio / visitas a la competencia	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	12
Encuestas de servicio (sobre el producto, sobre el personal)	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	6
Benchmarking	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
No aplica	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

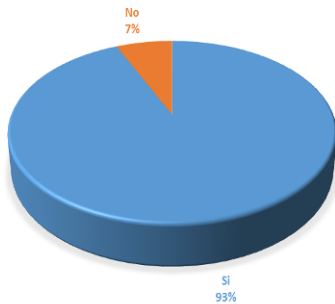
**3.1 ¿QUIÉN REALIZA LA PREFECTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD DEL PROYECTO?**



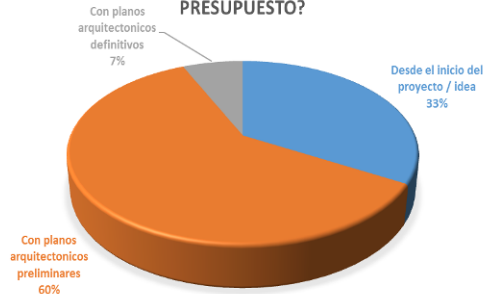
**3.1.1 ¿CÓMO SE REALIZA LA PREFECTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD DEL PROYECTO?**



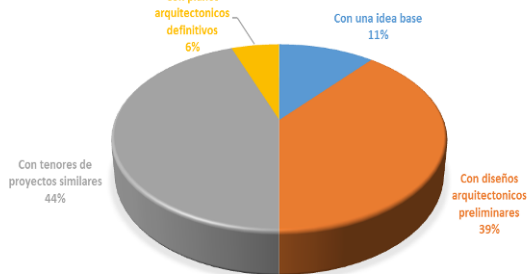
**3.2 ¿EXISTE ALGÚN ÁREA DE LA EMPRESA ENCARGADA DE REALIZAR EL PRESUPUESTO?**



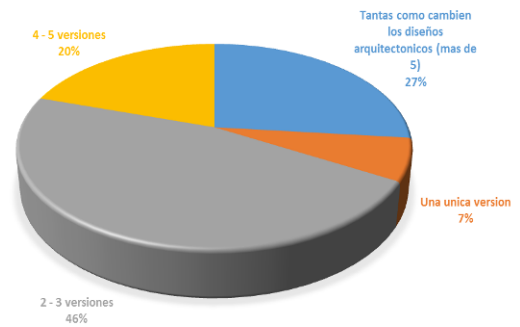
**3.3 ¿EN QUÉ MOMENTO SE EMPIEZA A REALIZAR EL PRESUPUESTO?**



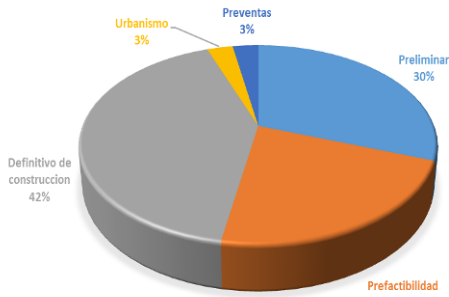
**3.3.1 ¿CON QUE INFORMACIÓN SE EMPIEZA A REALIZAR EL PRESUPUESTO?**



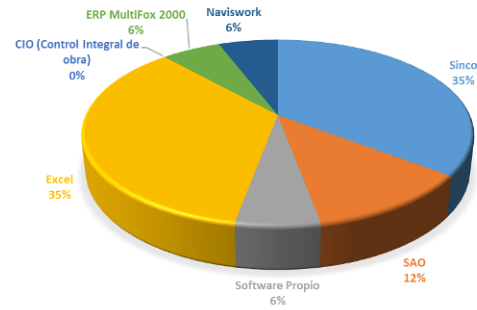
**3.3.2 ¿EXISTEN DIFERENTES VERSIONES DE PRESUPUESTO?**



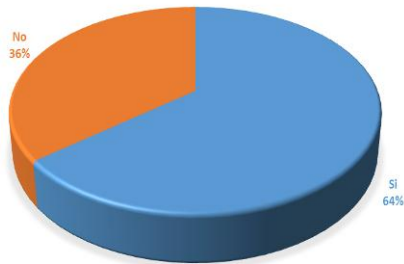
**3.3.3 ¿CUÁLES VERSIONES ?**



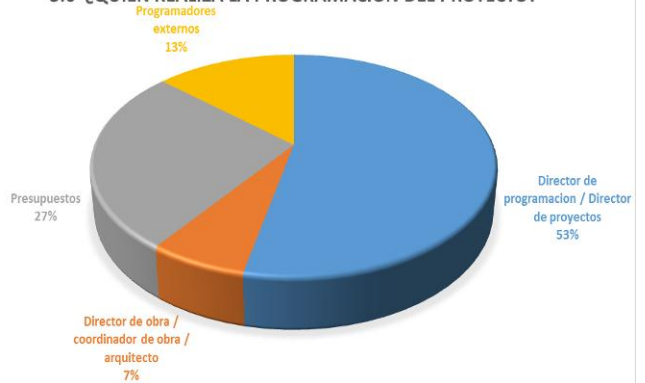
**3.4 QUE HERRAMIENTA TECNOLÓGICA UTILIZA PARA REALIZAR EL PRESUPUESTO DEL PROYECTO?**



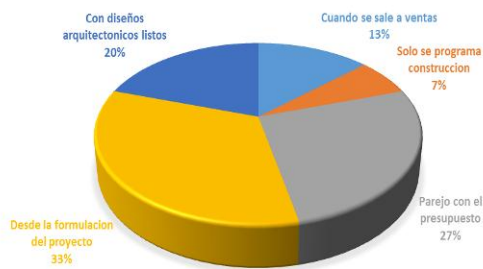
**3.5 ¿EXISTE ALGÚN ÁREA DE LA EMPRESA ENCARGADA DE REALIZAR LA PROGRAMACIÓN DE LOS PROYECTOS?**



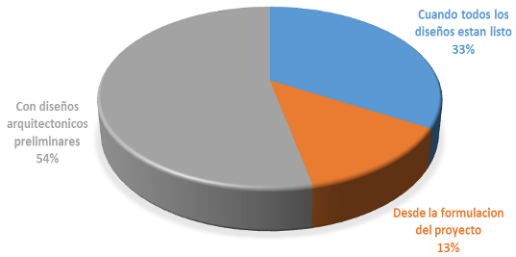
**3.6 ¿QUIÉN REALIZA LA PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO?**



**3.7 ¿EN QUÉ MOMENTO SE EMPIEZA A REALIZAR LA PROGRAMACIÓN?**



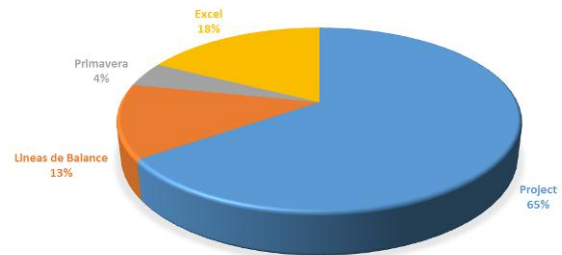
**3.7.1 ¿CON QUÉ INFORMACIÓN SE EMPIEZA A REALIZAR LA PROGRAMACIÓN?**



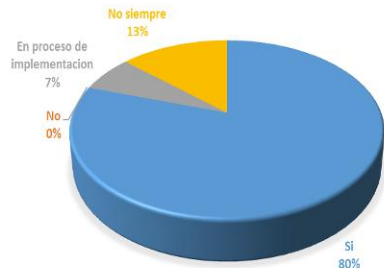
**3.7.2 ¿HAY DIFERENTES VERSIONES ?**



**3.8 ¿QUE HERRAMIENTA TECNOLÓGICA UTILIZA PARA REALIZAR LA PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO?**



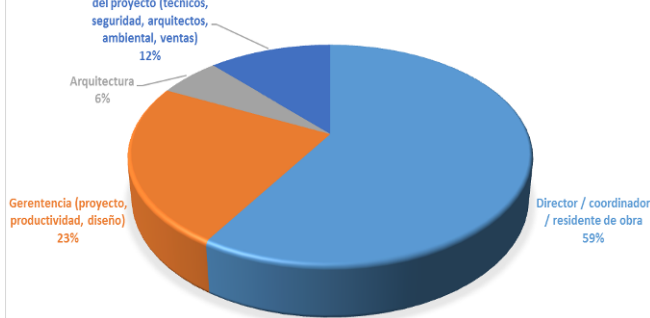
**3.9 ¿SE HACE UN LAYOUT DEL PROYECTO?**



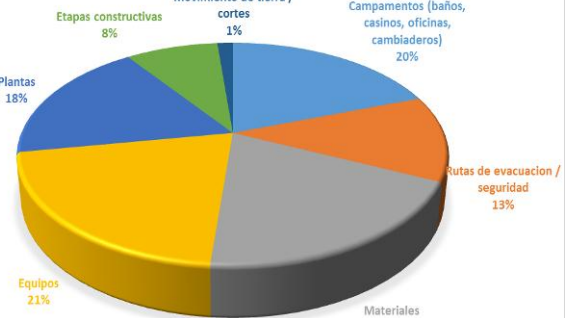
**3.9.1 ¿EN QUE MOMENTO?**



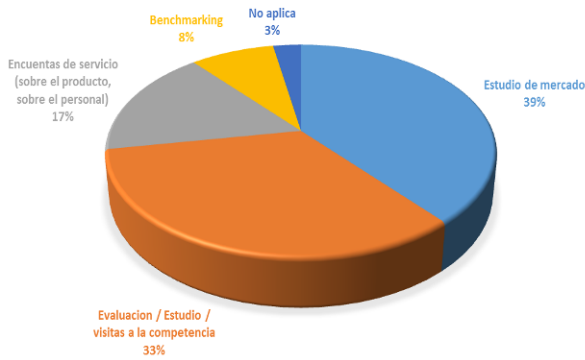
**3.9.2 ¿QUIEN LO REALIZA?**



**3.9.3 ¿QUÉ INCLUYE?**



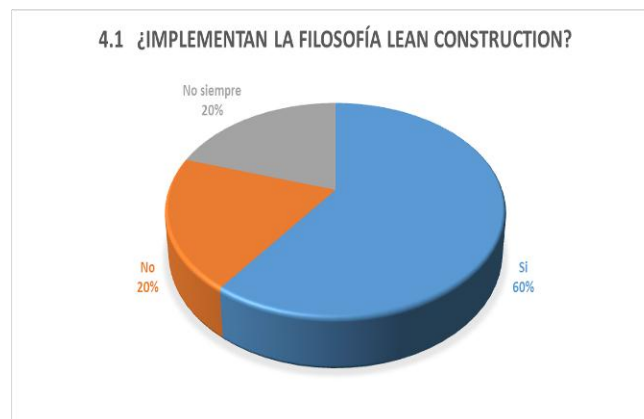
**3.10 ¿EXISTEN BUENAS PRÁCTICAS EN LA EMPRESA PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR DEL PRODUCTO?**

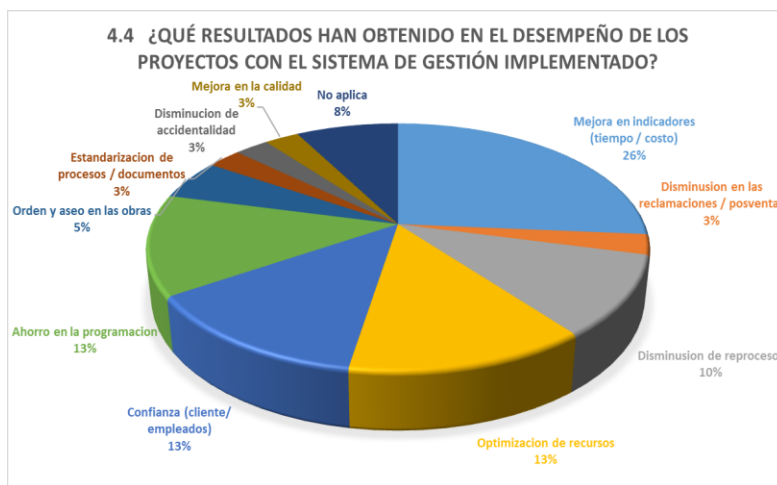
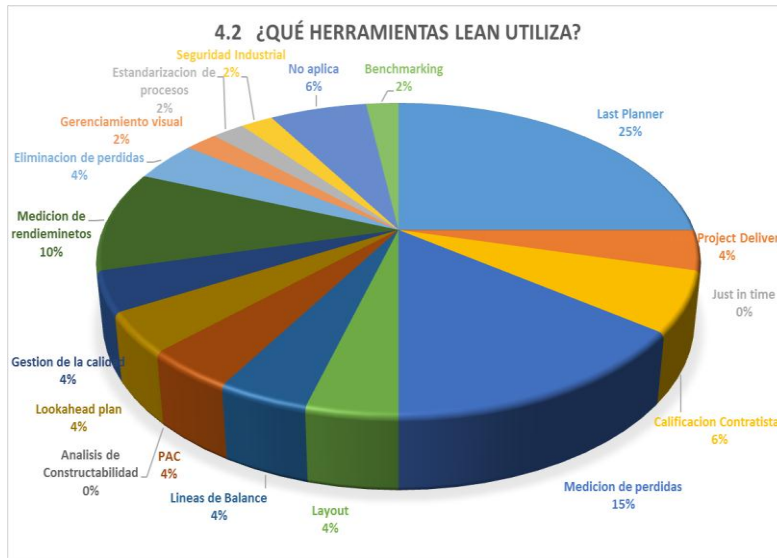


**Tabla 21. Construcción**

	EMPRESAS																Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<b>4.1 ¿Implementan la filosofía Lean Construction?</b>																	
Si	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	9
No	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3
No siempre	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
<b>4.2 ¿Qué herramientas lean utiliza?</b>																	
Last Planner	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	12
Lean Project Delivery	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Just in time	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calificación Contratistas	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3

Medición de pérdidas	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7
Layout	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Líneas de Balance	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
PAC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
Lookahead plan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
Gestión de la calidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Medición de rendimientos	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	5
Eliminación de pérdidas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
Gerenciamiento visual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Estandarización de procesos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Seguridad Industrial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
No aplica	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3
Benchmarking	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<b>4.3 ¿Qué barreras o problemas identifica en su organización para la aplicación de Lean Construction?</b>																	
Resistencia al cambio	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	13
Falta de seguimiento periódico a la programación	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Disponibilidad de personal capacitado	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	4
Calificación del personal	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Costos	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	4
Tiempo	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	4
Procesamiento de la información	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Alta Rotación del personal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<b>4.4 ¿Qué resultados han obtenido en el desempeño de los proyectos con el sistema de gestión implementado?</b>																	
Mejora en indicadores (tiempo / costo)	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	10
Disminución en las reclamaciones / posventas	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Disminución de reprocesos	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	4
Optimización de recursos	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	5
Confianza (cliente/ empleados)	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	5
Ahorro en la programación	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	5
Orden y aseo en las obras	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Estandarización de procesos / documentos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Disminución de accidentalidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Mejora en la calidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
No aplica	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3





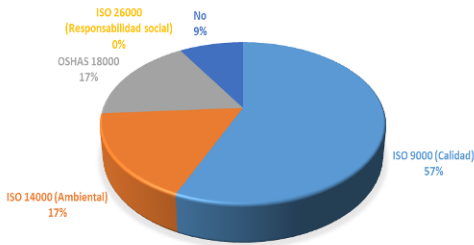
**Tabla 22. Sostenibilidad, Calidad de vida y del Producto**

	EMPRESAS																
5.1 Cuenta la empresa con alguna certificación en algún sistema de gestión?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total
ISO 9000 (Calidad)	1	1	1		1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	13
ISO 14000 (Ambiental)	1	1	0	0	0	1	1		1	0	0	0	0	0	0	0	4
OSHAS 18000	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
No	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
<b>5.2 ¿Los sistemas de gestión están integrados en algún sistema de gestión integrada?</b>																	
Si	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	7
No	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	7
<b>5.2.1 ¿Cuál es el sistema de gestión que los integra?</b>																	
Sistema de Gestión Integrada	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Gestión de la calidad	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3
No aplica	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	7
EPM (Enterprice Performance Management)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<b>5.3 ¿Qué buenas practicas implementa la empresa para mejorar la calidad de vida de las personas?</b>																	
Capacitaciones periódicas (técnicas / habilidades blandas / ARL seguridad / servicio al cliente / proveedores)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Campamentos prefabricados / contenedores	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	8
Escuelas en obra	0	1		1	1	0	0	0	1		1	1	1	0	0	0	7
Incentivos por estudio (tiempo / dinero)	0	1	1	1		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	5
Préstamos bancarios (fondos de empleados)	0	0	0	1		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Formación de personal (directores / maestros / residentes)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Mejora de vivienda para los empleados	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
Actividades lúdicas / recreación / salud	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	7
Pausas activas dirigidas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Oficinas cómodas (iluminados, ergonómicos, cocina)	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	6
Flexibilidad de horarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
<b>5.4 ¿Qué entiende la empresa por sostenibilidad del proyecto?</b>																	
Sostenibilidad económica / Rentabilidad económica	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	8
Sostenibilidad ambiental / cuidado del medio ambiente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Sostenibilidad social (clientes, proveedores, vecinos)	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	7
<b>5.5 ¿Cómo garantiza la empresa la sostenibilidad en sus proyectos?</b>																	
Desde la planeación	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
Constructabilidad de los proyectos	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
Reducción en desperdicios y reproceso	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	7
Materiales / especificaciones de Calidad	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1		1	1	0	0	5
Reducción de impactos ambientales y sociales	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	7
Uso de Bioclimática	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
Cumplimiento de la normativa	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3

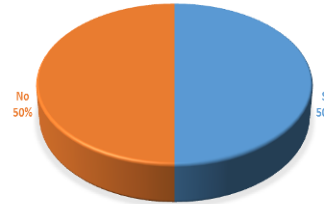


vigente																	
Reutilización de residuos y agua en la construcción	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	13
Bajo mantenimiento en los proyectos	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	4
Seguimiento continuo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Seguridad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Certificación LEED	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5

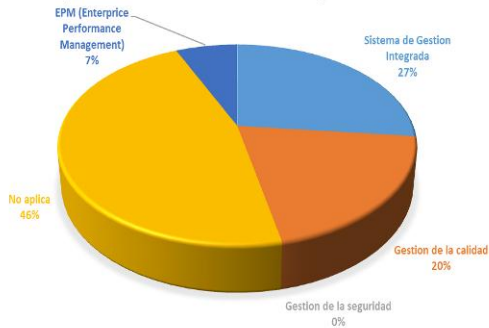
**5.1 CUENTA LA EMPRESA CON ALGUNA CERTIFICACIÓN EN ALGÚN SISTEMA DE GESTIÓN?**



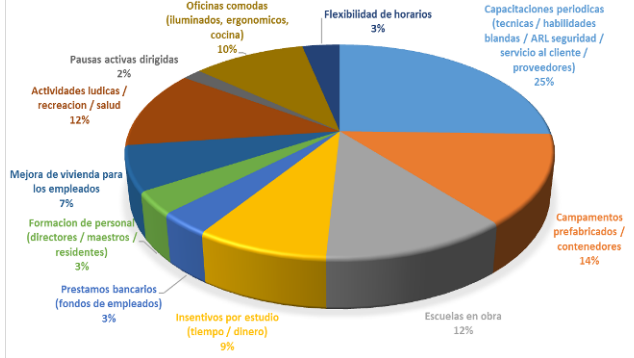
**5.2 ¿LOS SISTEMAS DE GESTIÓN ESTÁN INTEGRADOS EN ALGÚN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADA?**



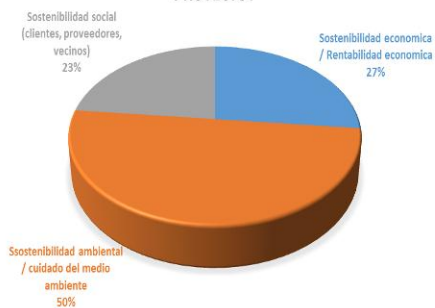
**5.2.1 ¿CUAL ES EL SISTEMA DE GESTION QUE LOS INTEGRA?**



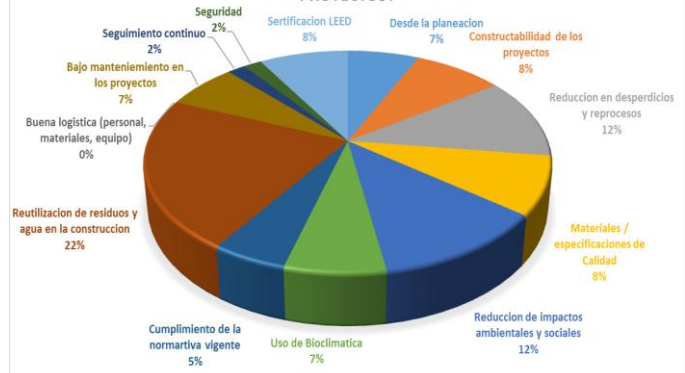
**5.3 ¿QUÉ BUENAS PRACTICAS IMPLEMENTA LA EMPRESA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LAS PERSONAS?**



**5.4 ¿QUÉ ENTIENDE LA EMPRESA POR SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO?**



**5.5 ¿CÓMO GARANTIZA LA EMPRESA LA SOSTENIBILIDAD EN SUS PROYECTOS?**



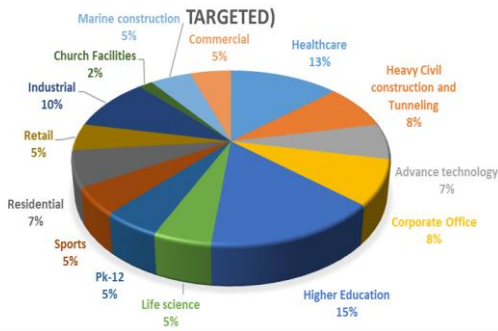
En las tablas que se muestran a continuación se describen las preguntas y respuestas con la codificación de las mismas de las encuestas realizadas en Estados Unidos para las 13 empresas constructoras.

**Tabla 23. Characteristics of the company**

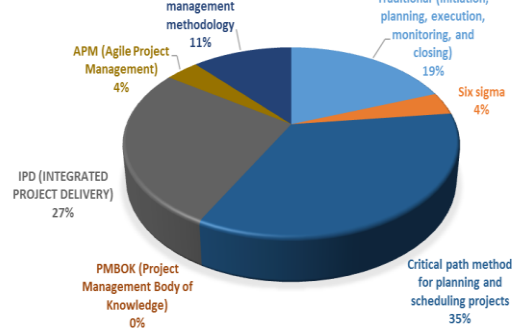
1.1 ¿What is your company's market niche? (what type of projects does it build and to whom are they targeted)	COMPANIES													Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Healthcare	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	8
Heavy Civil construction and Tunneling	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	5
Advance technology	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4
Corporate Office	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	5
Higher Education	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	9
Life science	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Pk-12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3
Sports	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3
Residential	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	4
Retail	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3
Industrial	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	6
Church Facilities	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Marine construction	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Commercial	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3
<b>1.2 ¿Do you use project management methodologies such as?</b>														
Traditional (initiation, planning, execution, monitoring, and closing)	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	5
Six sigma	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Critical path method for planning and scheduling projects	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	9
PMBOK (Project Management Body of Knowledge)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IPD (INTEGRATED PROJECT DELIVERY)	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	7
APM (Agile Project Management)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Own project management methodology	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3
<b>1.3 ¿What changes has the company implemented and what obstacles has it found for the implementation of this methodologies?</b>														
All partners aligned within the company methodologies	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	5
Make sure all the people are lined up with the new methodologies	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	4
Increase efficiency with programs (software's)	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
Training	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
The used of software with some consistency	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	3
Size of staff	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Fees	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Does not apply	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
Time	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<b>1.4 ¿Is the project manage centralized in a central office, district office or project level??</b>														
Central Office	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3

District Office	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Project level	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	9
<b>1.5 ¿If you are building an apartment building for example, what are the project procedures and permits (licenses etc.)?</b>														
It varies depending of the municipality	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	8
It varies depending on each project	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	10
State design realize	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<b>1.5.1 ¿How long does it take to get it?</b>														
2-3 months	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	10
45 - 50 days	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	4
Over the counter	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	5
2 weeks	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
6 months	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<b>1.6 ¿What is the company expertise/services?</b>														
Collaborative Virtual Building and BIM	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	9
Sustainable Construction	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Pre-construction	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
Special services group	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
MEP specialists	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	7
Design+Build	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Lean Construction	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4
Construction Management	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	9
Self-preform work	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	4
Cost Planning & Estimating	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	5
General Contracting	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	5
Safety	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	6

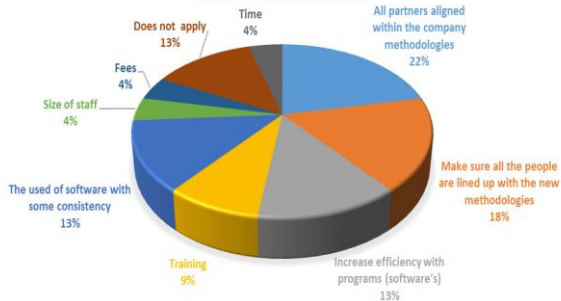
**1.1 ¿WHAT IS YOUR COMPANY'S MARKET NICHE? (WHAT TYPE OF PROJECTS DOES IT BUILD AND TO WHOM ARE THEY TARGETED)**



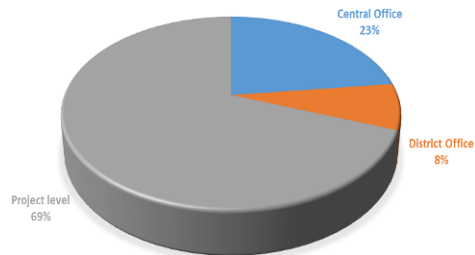
**1.2 ¿DO YOU USE PROJECT MANAGEMENT METHODOLOGIES SUCH AS ?**



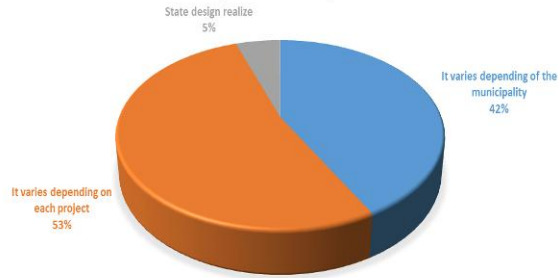
**1.3 ¿WHAT CHANGES HAS THE COMPANY IMPLEMENTED AND WHAT OBSTACLES HAS IT FOUND FOR THE IMPLEMENTATION OF THIS METHODOLOGIES?**



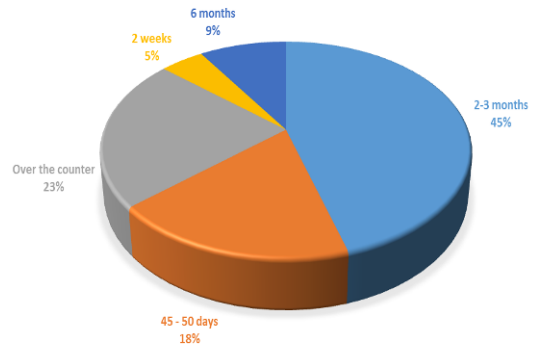
**1.4 ¿IS THE PROJECT MANAGE CENTRALIZED IN A CENTRAL OFFICE, DISTRICT OFFICE OR PROJECT LEVEL??**



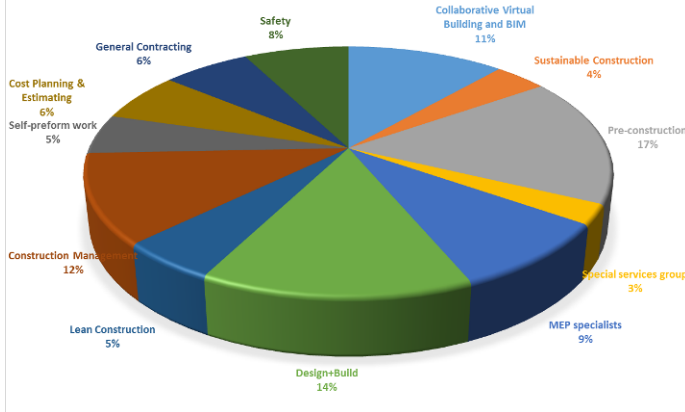
**1.5 ¿IF YOU ARE BUILDING AN APARTMENT BUILDING FOR EXAMPLE, WHAT ARE THE PROJECT PROCEDURES AND PERMITS (LICENSES ETC.)?**



**1.5.1 ¿HOW LONG DOES IT TAKE TO GET IT?**



**1.6 ¿WHAT IS THE COMPANY EXPERTISE/SERVICES?**

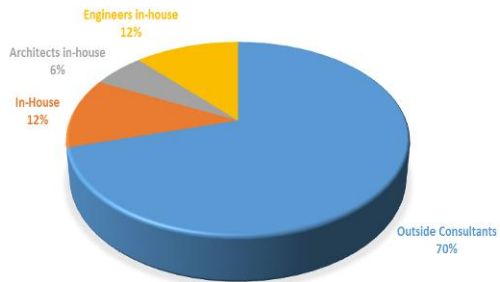


**Tabla 24. Design Process**

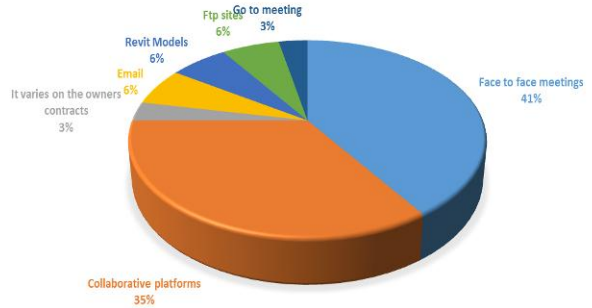
	COMPANIES													Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<b>2.1 ¿Are there in-house personal to carry out designs, or are the design functions performed by consultants?</b>														
Outside Consultants	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	12
In-House	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
Architects in-house	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Engineers in-house	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>2.2 ¿If design functions are performed by consultants, how is information shared?</b>														
Face to face meetings	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
Collaborative platforms	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	11
It varies on the owners contracts	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Email	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
Revit Models	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
Ftp sites	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
Go to meeting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<b>2.3 ¿Does your company use BIM software in its projects?</b>														
Yes	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	9
No	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	4
<b>2.3.1 ¿Where is BIM used and how is it used?</b>														
Architecture	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	4
Coordination	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	9
Logistics plans		1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	7

Routing for Clarifications	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Material quantity estimating		0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Assignments	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
Financially	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
In-field quality and coordination	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	5
Scheduling	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	6
As-built	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Interviews to clients	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Does not apply	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	3
Engineering	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
<b>2.4 ¿What professionals, besides designers, make decisions and take part in the design process?</b>														
Depends of the owner function and type of contract	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Contractors	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	10
Subcontractors	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	7
Project Managers	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	4
Project Executive	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Superintendent	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
Architects	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3
Site Engineers	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Owner	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	5
<b>2.5 ¿How do you ensure the constructability of the projects?</b>														
The engagement by the contractor	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4
The engagement by the subcontractor	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4
In preconstruction phase	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	5
Team Reviews	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	4
In design phase	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	6
BIM	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5
Site Layout	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

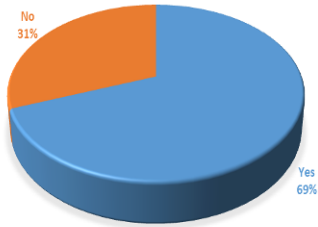
**2.1 ¿ARE THERE IN-HOUSE PERSONAL TO CARRY OUT DESIGNS, OR ARE THE DESIGN FUNCTIONS PERFORMED BY CONSULTANTS?**



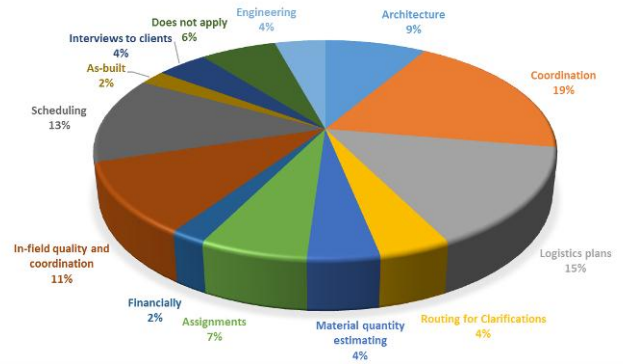
**2.2 ¿IF DESIGN FUNCTIONS ARE PERFORMED BY CONSULTANTS, HOW IS INFORMATION SHARED?**



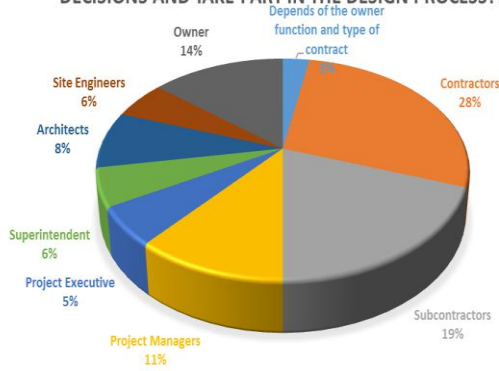
**2.3 ¿DOES YOUR COMPANY USE BIM SOFTWARE IN ITS PROJECTS?**



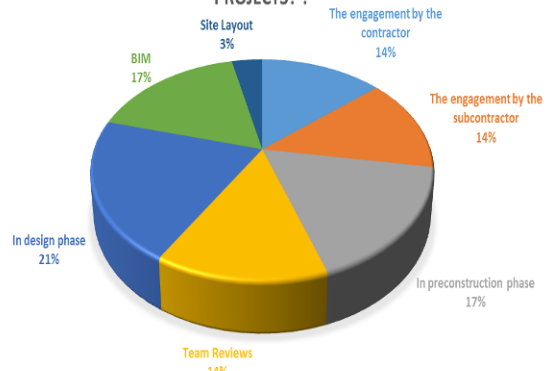
**2.3.1 ¿WHERE IS BIM USED AND HOW IS IT USED?**



**2.4 ¿WHAT PROFESSIONALS, BESIDES DESIGNERS, MAKE DECISIONS AND TAKE PART IN THE DESIGN PROCESS??**



**2.5 ¿HOW DO YOU ENSURE THE CONSTRUCTABILITY OF THE PROJECTS? ?**

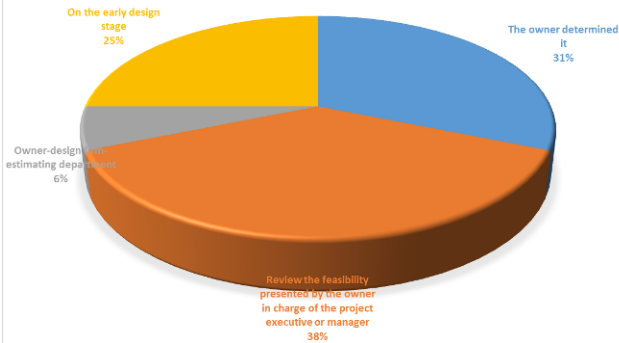


**Tabla 25. Planning Process**

	COMPANIES													Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<b>3.1 ¿How is project feasibility determined?</b>														
The owner determined it	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	5
Review the feasibility presented by the owner in charge of the project executive or manager	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	6
Owner-design firm-estimating department	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
On the early design stage	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	4
<b>3.1.1 ¿Who performs the feasibility studies in your company?</b>														
The owner	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	6
Project Executive	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Preconstruction team	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	4
Design team	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Estimating team	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Project Manager	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	4
<b>3.1.2 ¿Are there multiple versions?</b>														
Yes, As many as the drawings released	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	6
No	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	7
<b>3.2 ¿Is there an area within the company in charge of estimating and budgeting the project?</b>														
Pre-construction	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8

Estimating department	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	4
No	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<b>3.3 ¿At what time and with what information do you start budgeting?</b>														
The owner brings the budget at the beginning of the project	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
With the previous designs	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	7
The budget is developed after project aware	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	4
<b>3.3.1 ¿Are there different budget versions?</b>														
Yes	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
No, just one version	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	6
As many as the drawings released	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	4
<b>3.3.2 ¿At which stages are they developed/used?</b>														
The owner brings the budget at the beginning of the project	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3
Design stage	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	5
Conception / preconstruction stage	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	6
<b>3.4 ¿What software tools are used to develop the project budget?</b>														
Timberline	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	7
BIM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Excel	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Blue Beam	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	5
On-screen takeoff	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	5
HCSS	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
CGCs eCMS	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Innovaya (Model-based estimating)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Self-developed software	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3
<b>3.5 ¿How is project programming done, and who does it? Is there an area within the company in charge of project programming? Are there different versions? Which ones</b>														
Design team	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
Owner design team	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
Does not apply / don't do design programming	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Pre-construction	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	5
Project Executive	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	3
<b>3.6 ¿What software tool do you use for project programming?</b>														
Primavera	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	5
Does not apply	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
Kahua	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Self-developed system	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
Viewpoint	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Proprietary	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

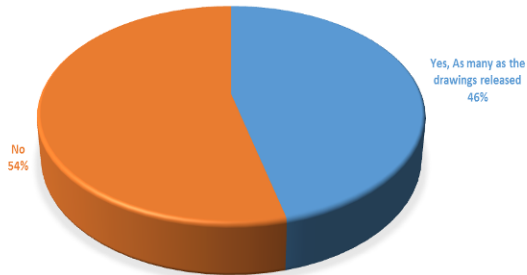
**3.1 ¿HOW IS PROJECT FEASIBILITY DETERMINED?**



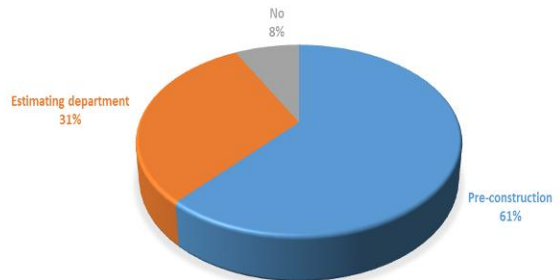
**3.1.1 ¿WHO PERFORMS THE FEASIBILITY STUDIES IN YOUR COMPANY?**



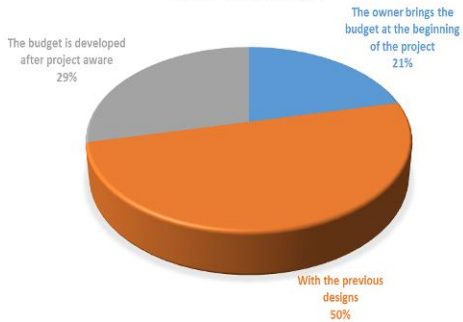
**3.1.2 ¿ARE THERE MULTIPLE VERSIONS?**



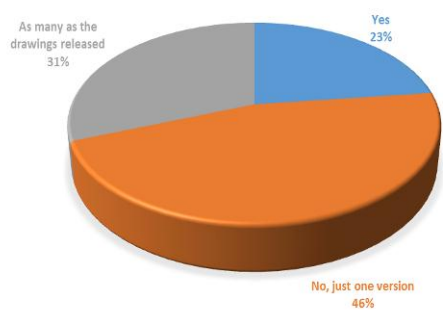
**3.2 ¿IS THERE AN AREA WITHIN THE COMPANY IN CHARGE OF ESTIMATING AND BUDGETING THE PROJECT?**



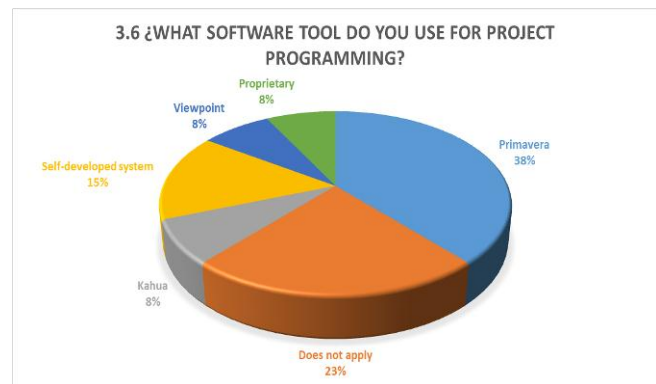
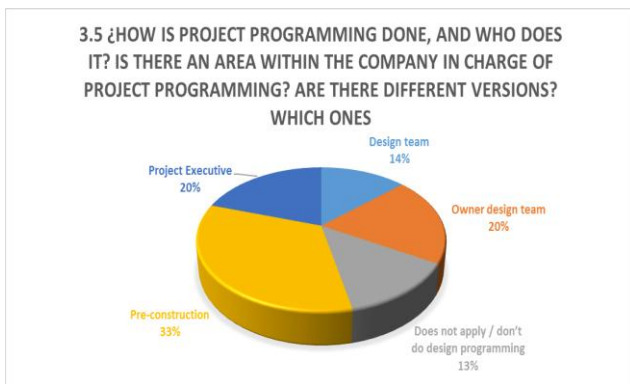
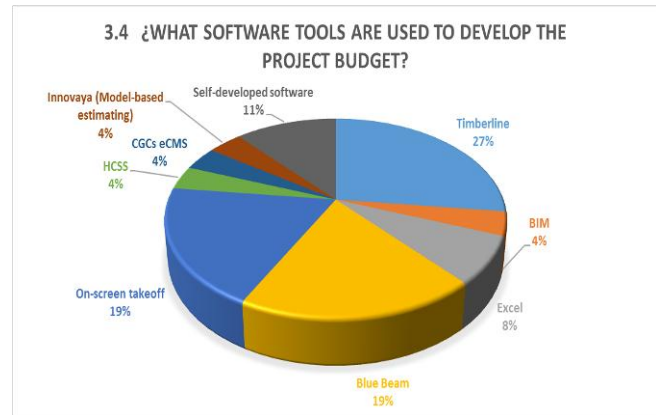
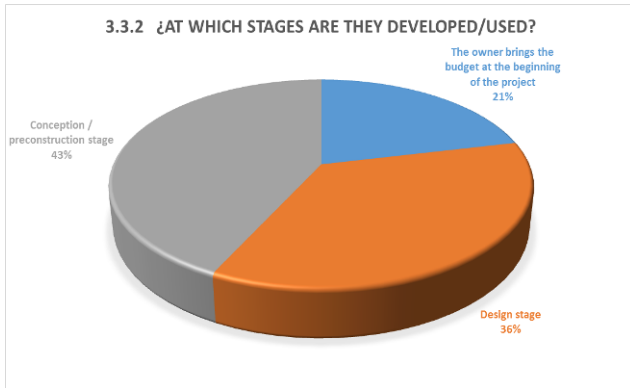
**3.3 ¿AT WHAT TIME AND WITH WHAT INFORMATION DO YOU START BUDGETING?**



**3.3.1 ¿ARE THERE DIFFERENT BUDGET VERSIONS?**





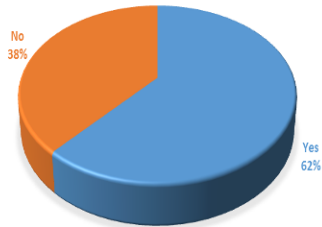


**Tabla 26. Construction**

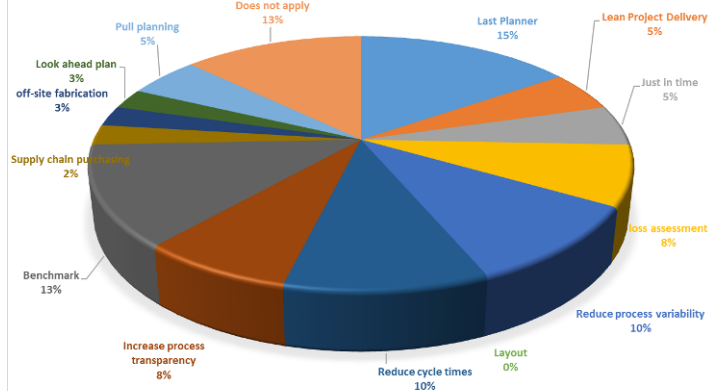
	COMPANIES													Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<b>4.1 ¿Do you implement Lean Construction philosophy?</b>														
Yes	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	8
No	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	5
<b>4.2 ¿Which lean tools do you use?</b>														
Last Planner	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	6
Lean Project Delivery	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Just in time	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
loss assessment	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3
Reduce process variability	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	4
Reduce cycle times	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4
Increase process transparency	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Benchmark	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	5
Supply chain purchasing	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
off-site fabrication	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Look ahead plan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Pull planning	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Does not apply	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	5
<b>4.3 ¿What barriers or problems have you identified in your company for the application of Lean Construction?</b>														
Old school mentality	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	5
People that are truly believers	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	4
Ensure that everybody is aligned to the level the company	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	6

needs														
Does not apply	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	5
No barriers or problems identified	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>4.4 ¿What performance results have you achieved with the lean construction tools?</b>														
Regularly in the projects	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	6
Increased in safety	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Increased in efficiency	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	4
To come ahead of schedule	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4
Under budget	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Does not apply	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	5
Lowers amount of waste	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	6
Improves quality	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Increase communication and collaboration	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3
Reduce Carbon Footprint	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

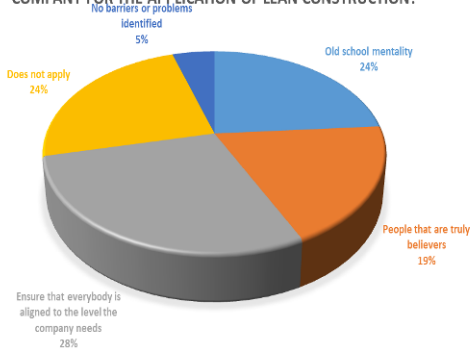
**4.1 ¿DO YOU IMPLEMENT LEAN CONSTRUCTION PHILOSOPHY?**



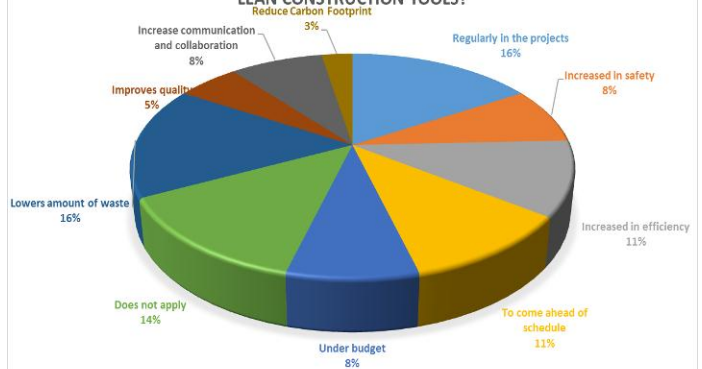
**4.2 ¿WHICH LEAN TOOLS DO YOU USE?**



**4.3 ¿WHAT BARRIERS OR PROBLEMS HAVE YOU IDENTIFIED IN YOUR COMPANY FOR THE APPLICATION OF LEAN CONSTRUCTION?**



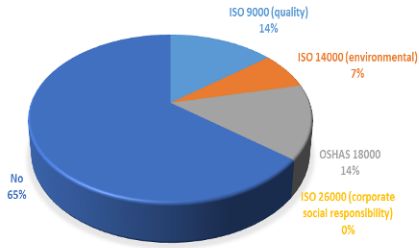
**4.4 ¿WHAT PERFORMANCE RESULTS HAVE YOU ACHIEVED WITH THE LEAN CONSTRUCTION TOOLS?**



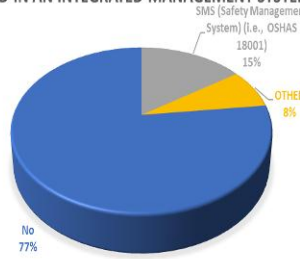
**Tabla 27. Sustainability, quality of life and product quality**

5.1 ¿Is the company certified under any management system?	COMPANIES													Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
ISO 9000 (quality)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
ISO 14000 (environmental)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
OSHAS 18000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
ISO 26000 (corporate social responsibility)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	9
<b>5.2 ¿Is the project managing system used by your company integrated in an Integrated Management System (IMS)?</b>														
SMS (Safety Management System) (i.e., OSHAS 18001)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
No	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	10
<b>5.3 ¿What good practices does the company implement in order to improve quality of life for the employees (office employees and field employees)?</b>														
Training	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
Incentives for computer education	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	5
Health and wellness program	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
Access to computing resources	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	8
Healthy workspaces	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1		8
Community involvement activities	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
Enjoyment	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Encouragement of taking PTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Paid vacations	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<b>5.4 ¿What is the company's working definition of sustainability?</b>														
environmental / planet	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	12
economic impact / profit	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	5
social activities / people	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	6
<b>5.5 ¿What activities are used to ensure sustainability in its projects?</b>														
Deliver Environmentally Responsible client Services	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4
Provide Employees with an attractive working environment	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	8
Be an active community Partner	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Maintain High Ethical standards	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	6
Drive Continuous Improvement	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Educate the staff	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3
LEED certification	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	8
Reduce and recycle construction waste	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
Reduce greenhouse gas emissions	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3
Research and share green building information	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	5
Report environmental performance	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Good quality Materials	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1		2
Promote a culture of safety	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	7
Engage the communities to achieve goals/ train people	1	0	0	0	1	0		0	0	1	0	0	1	4

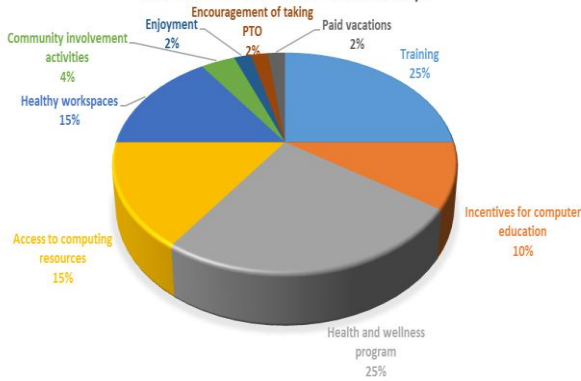
**5.1 ¿IS THE COMPANY CERTIFIED UNDER ANY MANAGEMENT SYSTEM?**



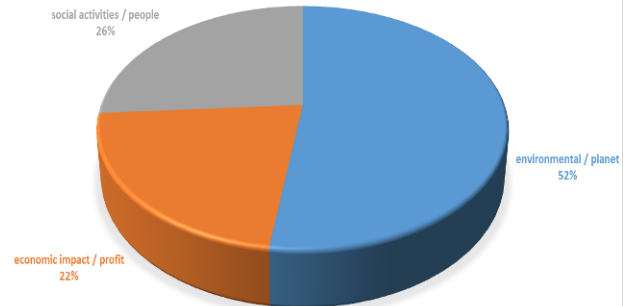
**5.2 ¿IS THE PROJECT MANAGING SYSTEM USED BY YOUR COMPANY INTEGRATED IN AN INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM (IMS)?**



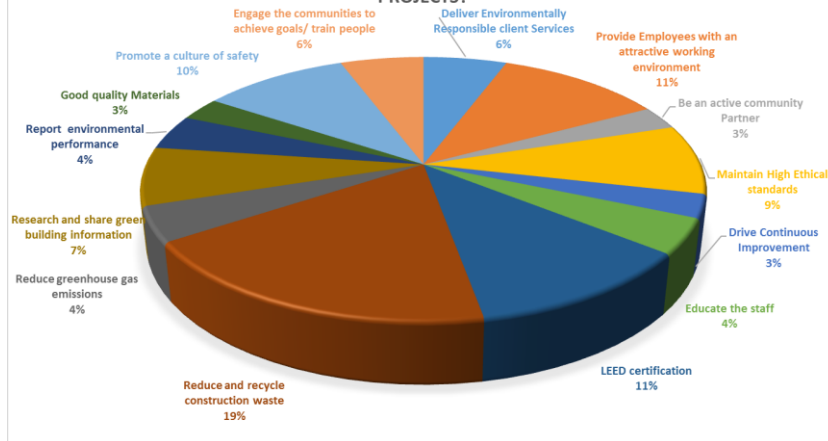
**5.3 ¿WHAT GOOD PRACTICES DOES THE COMPANY IMPLEMENT IN ORDER TO IMPROVE QUALITY OF LIFE FOR THE EMPLOYEES (OFFICE EMPLOYEES AND FIELD EMPLOYEES)?**



**5.4 ¿WHAT IS THE COMPANY'S WORKING DEFINITION OF SUSTAINABILITY?**



**5.5 ¿WHAT ACTIVITIES ARE USED TO ENSURE SUSTAINABILITY IN ITS PROJECTS?**



## **7.1 Hallazgos a partir de los resultados del trabajo de campo.**

Con los resultados obtenidos a partir de las encuestas y las entrevistas realizadas a las empresas constructoras en Colombia y Estados Unidos se observó que los modelos de negocios en ambos países difieren un poco, visualizado en forma importante en algunas de las respuestas obtenidas.

7.1.1 La primera gran diferencia entre las empresas colombianas y americanas entrevistadas y encuestadas es su especialización y el modelo de negocio. Las empresas americanas están más enfocadas a realizar una actividad particular. En este caso, las empresas encuestadas son expertas en construcción pero no realizan el proceso de Gerencia – Promoción y Ventas – Construcción como lo realizan las empresas constructoras en Colombia. Las empresas Americanas realizan grandes esfuerzos de planificación previa a la construcción, incluyendo a este proceso la pre construcción apoyados en el modelado virtual BIM incluyendo algunos requerimientos de seguridad sostenibilidad y principios de Lean Construction.

7.1.2 Como segundo hallazgo, el tema de financiación de los proyectos marca una diferencia entre los dos países. La mayoría, las empresas constructoras Colombianas entrevistadas solicitan ante las entidades financieras un préstamo con el cual financian parte de los costos y gastos para el desarrollo del proyecto, que sumado a recursos propios constituyen el sistema de financiación del proyecto. Una vez las ventas iniciales antes de la construcción (preventa) alcanzan su punto de equilibrio el proyecto inicia su construcción y cuando esta termina es entregado a los compradores. En los Estados Unidos, las empresas constructoras encuestadas, en ningún momento se relacionan con las entidades financieras y en la mayoría de los casos solo tienen contacto con el dueño del proyecto o su representante. El dueño quien previo a la ejecución del proyecto consigue el dinero requerido para su desarrollo, reúne el equipo desarrollador el cual incluye la empresa constructora, contratistas, arquitectos, diseñadores y la gerencia del proyecto. De esta forma el constructor no participa del proceso de comercialización, promoción, gerencia

y ventas del proyecto y su función se limita a su ejecución. Es por esta razón que se puede iniciar el proceso de construcción sin limitarlo a un punto de equilibrio financiero como ocurre en Colombia. Una vez finalizada la construcción del proyecto, la empresa constructora hace entrega de este al dueño quien se encarga de las entregas a los compradores. En las gráficas 1.6 de la entrevista Americana y la gráfica 1.1 de la encuesta colombiana se puede ver gráficamente estas diferencias.

En las empresas Americanas, un cliente externo a ellas es quien tiene el dinero para la ejecución del proyecto y es el quien contacta a la empresa constructora para que desarrolle su idea, la cual en algunos casos ha sido previamente analizada por el propietario con sus arquitectos. En este caso el préstamo bancario es solicitado por el dueño del proyecto y no por la constructora y esta última solo se encarga de ejecutar lo pactado con el dueño o dependiendo del tipo de contrato puede realizar algunas otras actividades adicionales. Una vez el proyecto está casi listo para su comercialización, el dueño del proyecto es quien decide si el proyecto es para la venta o para renta o si solo se venderá un porcentaje. Una vez el dueño decide qué hacer con su proyecto, (si se queda con él para su explotación comercial y lo arrienda), luego de unos 10 años aproximadamente cuando la deuda ha sido cancelada y recuperada la inversión, el proyecto es vendido en su totalidad a un tercero. Durante este tiempo, el dueño es el encargado de realizar todo el mantenimiento y operación del mismo. Bajo esta modalidad, la empresa constructora no tiene ningún contacto con el cliente final (quien va a habitar el proyecto) ni con el banco. Su contacto es único y exclusivo con el dueño inicial quien es quien lo contrató. Cuando el nuevo comprador llega donde el dueño del proyecto, este lo hace a través de una empresa inmobiliaria la cual sirve de mediadora entre ambas partes. El prominente comprador debe tener el dinero en su totalidad y poder así realizar un único pago. Este nuevo comprador es quien pide al banco el préstamo hipotecario y con el pacta la forma de pago del monto adeudado. Esto difiere del modelo implementado en Colombia, donde el prominente comprador se acerca a la empresa que realiza la promoción y venta del proyecto y allí se pacta la forma de pago del cliente y estos dineros son

recibidos directamente por la empresa. La forma de pago se divide en dos partes, una primera parte es lo que se denomina cuota inicial y esta puede ser dividida en la cantidad de meses en que el proyecto tardara en ser construido y la segunda parte de los pagos se realiza una vez el inmueble haya sido entregado al nuevo propietario. En esta segunda parte de los pagos, el cliente debe tener previamente aprobado el préstamo bancario o contar con el dinero para el pago total del inmueble para poder cancelarle a la constructora el valor total y así poder realizar la escrituración del inmueble.

Por esta gran diferencia entre los modelos de negocio en Colombia y Estados Unidos, la primera parte de las entrevistas – encuestas (graficas 1.1 y 1.6), muestra gráficamente los diferentes modelos de negocios de las empresas entrevistadas en ambos países marcando la diferencia en algunas de las respuestas.

- 7.1.3 La tercera diferencia es la gestión de los trámites y licencias de los proyectos. En Colombia el 50% de las empresas respondió que la oficina de proyectos es la encargada de realizar dichos trámites, mientras que en Estados Unidos el 53% de las empresas respondió que eso varía dependiendo de cada proyecto. Esto ocurre porque normalmente quien realiza todos estos trámites y procesos es el dueño del proyecto y no la empresa que fue contratada para la construcción del mismo. (Gráficas 1.5 Estados Unidos y 1.6 Colombia). Igual sucede con la pre factibilidad y factibilidad del proyecto la cual en un 32% de las empresas Americanas respondieron que esta actividad es realizada por el dueño del proyecto mientras que el 94% de las empresas Colombianas esta es realizada por la gerencia. (Grafica 3.1.1 en las empresas Americanas y gráfica 3.1 en las empresas Colombianas)
- 7.1.4 El cuarto hallazgo y un factor determinante que muestra las diferencias que tienen las empresas entrevistadas en Colombia con respecto a las encuestadas en Estados Unidos es el tiempo que tardan las licencias y permisos en ser otorgados. Mientras en Colombia el promedio se encuentra entre 6 y 9 meses (44% de las empresas encuestadas) en Estados Unidos

estas pueden tardar entre 2 y 3 meses (45% de las empresas entrevistadas) e incluso si el proyecto está bien planteado y cumple con todas las normas y requisitos desde su radicación ante el ente estatal, este tiempo puede tardar dos semanas (5%) e incluso salir con los permisos y licencias otorgados el mismo día de la solicitud (23% de las empresas entrevistadas). Es aquí donde las autoridades competentes en Colombia deben revisar sus procedimientos y requisitos para la adquisición de los permisos y licencias y las empresas constructoras deben tener claro y definido el proyecto el cual van a radicar ante estos entes, para así evitar reprocesos y tiempos perdidos por falta de información.

- 7.1.5 La quinta gran diferencia encontrada en las entrevistas y encuestas son los modelos de contratación, los modelos de gestión y la estructura organizacional tienen las empresas entrevistadas y encuestadas en ambos países. En Colombia, el 81% de las empresas entrevistadas respondieron que cuentan con una oficina de proyectos mientras que el 69% de las empresas Americanas cuenta con una oficina de proyectos por cada proyecto, la cual una vez el proyecto este culminado satisfactoriamente es disuelta; solo el 23% cuenta con una oficina central desde la cual se manejan los diferentes proyectos (graficas 1.4 Estados Unidos y 1.5 Colombia). En cuanto a los modelos de gestión se encontró coincidencia entre las respuestas de las empresas consultadas en ambos países ya que, no es clara para las empresas. En efecto, en Colombia el 25% de las empresas respondieron que su modelo de gestión era la gestión de calidad ISO, y en las empresas de Estados Unidos el 35% respondió el método de la ruta crítica para la misma pregunta, mostrando en ambos casis falta de claridad en este concepto.

En las empresas entrevistadas en Colombia, la metodología más implementada es el PMBOK con un 25% el cual sigue siendo un valor muy bajo para el número de empresas entrevistadas. En Estados Unidos el uso del PMBOK fue de un 0% predominando como metodología el IPD (Integrated Project Delivery) con un 27%. Y no es que en Estados Unidos el PMBOK no se utilice; esta respuesta se debe a como se mencionó con anterioridad, las



empresas encuestadas son las encargadas de realizar el proceso constructivo y no el proceso de gestión del proyecto es por esta razón que aunque si conocen la metodología del PMBOK no la implementan por la naturaleza de su actividad. Las empresas entrevistadas en Colombia implementan más la guía del PMBOK que las empresas en Estados Unidos, esto debido a los diferentes modelos que se manejan en cada país. Otro dato importante y el cual marca notoriamente el resultado de los proyectos en ambos países es que en Colombia el 50% de las empresas entrevistadas no utiliza ningún modelo de gestión y en Estados Unidos así exista un leve desconocimiento en la diferencia entre metodología y herramienta de gestión, el uso de las diferentes metodologías como APM (Association for Project Management) (4%) y el método tradicional (19%) muestra la conciencia que tiene este país en cuanto a la necesidad de implementar algún modelo de gestión para sus proyectos. (Graficas 1.2 Estados Unidos y 1.4 Colombia).

- 7.1.6 La sexta observación es en el tema del modelado virtual utilizado como herramienta para el desarrollo del proyecto. Aunque en ambos países, los proyectos sufren modificaciones en sus diseños, presupuestos y programación, el uso de herramientas tecnológicas para cada una de estas áreas facilita la ejecución y control de las mismas. El uso del software BIM en las empresas Americanas encuestadas es de un 69% a diferencia de las empresas Colombianas donde solo un 31% hace uso de esta herramienta. En cuanto al alcance dado al BIM, las empresas Colombianas que respondieron afirmativamente implementar BIM lo hacen parcialmente modelando un solo un 32% la arquitectura del proyecto, un 22% estructura, 21% las redes y para el 23% restante no aplica ya que no lo utilizan esta herramienta; a diferencia de las empresas americanas las cuales aprovechan más el alcance de la herramienta con un 9% modelan la arquitectura, 19% realiza la coordinación con esta herramienta, 15% realiza planes de logística, 4% lo utiliza para realizar aclaraciones del proyecto, 4% como estimador de materiales y calidad, 7% para asignación de trabajos, 2% para la parte financiera, 11% para coordinación, 13% para programación, 2% como herramienta de construcción, 4% para intervenir con los clientes, un 4% para la ingeniería y el ultimo 6% al

cual no le aplica pues no hacen uso de la herramienta. (Gráfica 2.3.1 en las empresas Americanas y gráfica 2.3.1 en las empresas Colombianas). El modelado con el software BIM facilita la comprensión del proyecto a los involucrados en el mismo, permite la actualización de los cambios de forma ágil y mantiene informado y actualizado a todo el equipo, ya sea que los técnicos y diseñadores sean contratados externamente (70% en las empresas Americanas y 31% en las empresas Colombianas) o internamente (12% en las empresas Americanas y 69% en las empresas Colombianas). Cuando estos son externos el 30% de las empresas colombianas realizan comités técnicos o de obra para la comunicación entre el equipo de trabajo mientras que el 35% de las empresas Americanas hacen uso de plataformas colaborativas entre las cuales se encuentra la herramienta BIM a diferencia de Colombia que solo el 7% utiliza esta como plataforma colaborativa (gráficas 2.2 en las empresas Americanas y gráfica 2.2 en las empresas Colombianas).

En las empresas entrevistadas en Colombia aún es muy poco el uso de alguna herramienta tecnológica para la realización del presupuesto y la programación. En cuanto a los presupuestos todavía el 33% de las empresas entrevistadas utilizan Excel como herramienta mientras que en Estados Unidos solo un 8% aun realiza sus presupuestos por este medio. En su mayoría, las empresas Americanas utilizan Timberline (27%), Blue Beam (19%) y BIM<sup>13</sup> (4%) entre otros programas, mientras en Colombia 33% utiliza Sinco y 11% SAO entre otros. Esto muestra la falta de aprobación de las tecnologías de información en las empresas consultadas en Colombia en el uso de nuevas tecnologías lo que facilita la ejecución y control de los presupuestos de los proyectos. En cuanto a las herramientas utilizadas para la programación, Ms Project sigue siendo el más utilizado por las empresas Colombianas consultadas, con un 67% mientras que las consultadas en Estados Unidos el más utilizado es Primavera con un 38%.

---

<sup>13</sup> Aunque BIM no es una herramienta que realice presupuestos, esta se puede utilizar para sacar cantidades y con estas realizar el presupuesto.

- 7.1.7 El séptimo hallazgo es la implementación de la filosofía Lean Construction. El 62% de las empresas consultadas en ambos países reportan su implementación y de las herramientas más utilizadas el Last Planner es la más común con un 27% en las de Colombia y un 15% en las de Estados Unidos. Las barreras más comunes que se identificaron para la implementación de la filosofía es la resistencia al cambio y el cambio de mentalidad de quienes no creen en ella. Sin embargo una vez esta ha sido implementada en algún proyecto de la empresa, las mejoras son notorias en los indicadores de costo y tiempo, disminución en los reprocesos, disminución en las pérdidas y mejora en la calidad de los productos. (Gráficas 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 para las empresas Americanas y Colombianas)
- 7.1.8 La octava diferencia encontrada en la investigación es la sostenibilidad, la cual tiene más peso cuando se habla de sostenibilidad ambiental con un 52% de importancia para ambos países; para Colombia el 26% habla de la sostenibilidad económica y el 22% restante es la responsabilidad social, situación muy similar a los Estados Unidos a diferencia que la sostenibilidad social es el 26% y el 22% es el impacto económico. La garantía de la sostenibilidad en los proyectos está marcada en gran parte por la reducción de los impactos ambientales mediante la reducción y el reciclaje de los desperdicios de la construcción, proyectos con certificación LEED y la verificación temprana de la constructabilidad de los proyectos desde su planificación. (Gráficas 5.4 y 5.5 para las empresas Americanas y Colombianas).

## **7.2 Hallazgos a partir de las visitas de campo.**

En los siguientes registros fotográficos se presenta un resumen de las visitas realizadas a los proyectos en Estados Unidos donde se evidencia el orden, la seguridad, la planificación de los proyectos, métodos constructivos y la importancia de construir edificios sostenibles.

### 7.2.1 Seguridad:

La construcción es una actividad riesgosa, los altos índices de siniestralidad laboral colocan al sector de la construcción en una primera posición con respecto a otras actividades como la agricultura, industria y servicios. Los trabajos en construcción están asociados a muchos riesgos que pueden ocasionar un accidente mortal o un perjuicio para la salud: caer desde una altura, quedarse atrapado, recibir golpes por la caída de materiales y herramientas, sufrir cortes o contusiones, problemas de espalda al manipular cargas, entrar en contacto con sustancias peligrosas, etc. De ahí la importancia de integrar la prevención desde el proyecto, tal y como obliga la actual legislación, y la necesidad de que todas las personas implicadas en el proceso productivo tengan información sobre los riesgos y su prevención. A continuación, se muestra un registro fotográfico donde se puede apreciar las prevenciones que son adoptadas en las obras visitadas en Estados Unidos, con el fin de ayudar a prevenir los accidentes de los trabajadores y también los que puedan sufrir otras personas ajenas a las obras.





Las fotos fueron tomadas en proyectos diferentes, estas muestran la seguridad implementada en cada proyecto en diferentes áreas del proyecto durante su construcción. En la fotos 1, 6 y 7 se muestran la proyección de un vacío el cual durante la obra es de alto peligro para quienes por ahí circulan, la foto 1 y 6 muestran la protección de un vacío

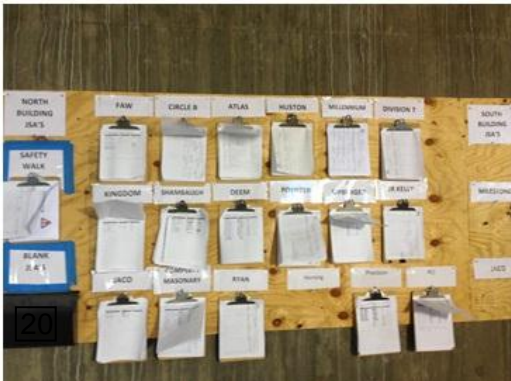
arquitectónico y la foto 7 muestra la protección de los fosos de ascensores. En la foto 2 se puede apreciar la protección de la fachada con la poli sombra la cual está anclada piso por piso con el fin de evitar que con los altos vientos que tiene la ciudad de Chicago esta no se mueva y así no permite que el material particulado generado al interior del proyecto no afecte los vecinos del proyecto. También se puede ver la protección de los pisos en los accesos por el malacate, estos son realizados en madera de buena calidad y solo permite el acceso por un espacio previamente marcado. En las fotos 3 y 4 se puede ver diferentes tipos de protección para el público que circula cerca de las obras, en la foto 3 se muestra el cerramiento del lugar donde se están almacenando ciertos equipos utilizados en la obra, como estos están ubicados en un sótano el cual ya está en funcionamiento, esta protección ayuda a los transeúntes y evita accidentes; la foto 4 muestra la protección para los peatones que caminan en las afueras del proyecto y en zona pública.

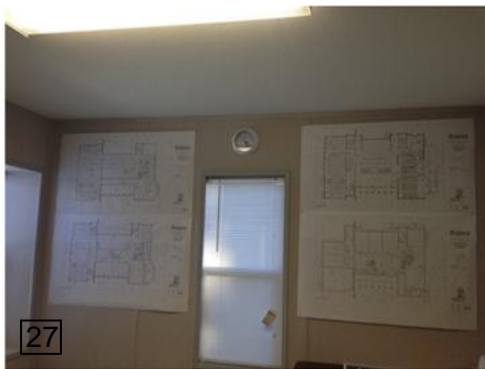
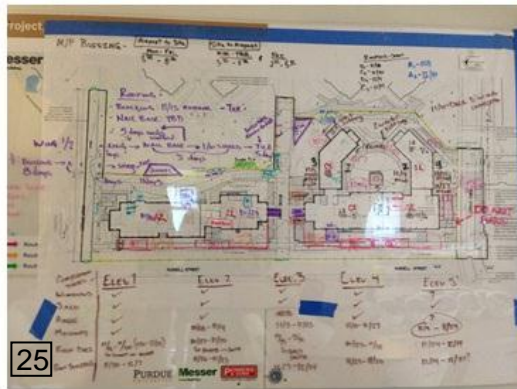
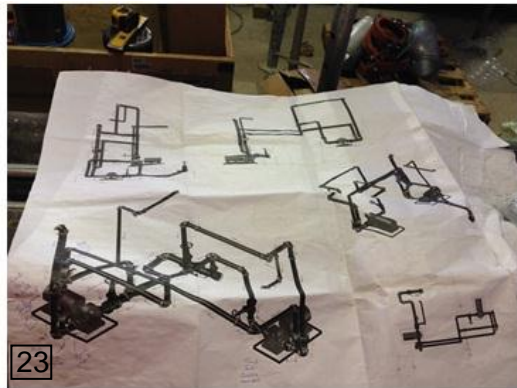
#### **7.2.2 Planeación, implementación de metodología de gestión de proyectos y uso de tecnología:**

Es necesario valorar la importancia de una adecuada Planificación y Control de los proyectos de construcción, es necesario a planificar de forma simultánea diferentes frentes, involucrando además el manejo significativo de la información. La solución a la complejidad de estos procesos está en la información y el nivel de competencia en la interpretación de la misma, garantizando una toma de decisiones eficientes y oportunas contribuyendo a la construcción de proyectos exitosos. Para lograr estos objetivos, la implementación de herramientas tecnológicas, lugares de trabajo adecuado, modelado virtual, cronogramas bien definidos y de total conocimiento por los interesados hacen de los proyectos visitados en Estados Unidos proyectos organizados, planificados, seguros, sostenibles y con avances según lo planteado al inicio del proyecto. En las siguientes fotografías se aprecian los lugares de trabajo y algunas de las herramientas utilizadas en los proyectos visitados.



El uso de herramientas tecnológicas, lugares adecuados y organizados para el trabajo hacen que los proyectos sean más eficientes, realizados dentro de los tiempos y los presupuestos planeados. En la foto 15 se presenta una oficina de trabajo adecuada con tableros, teléfonos y una mesa amplia la cual permite realizar reuniones productivas. En las fotos 16 y 17 se muestra el uso de herramientas tecnológicas y modelado virtual de los proyectos, facilitando el entendimiento, comprensión y avance del proyecto. Estas dos fotos muestran la implementación de BIM dentro de los proyectos.







En las fotos 18,19, 20, 21, 22, 25, 26 y 27 se muestran programaciones, avances, planos e información del proyecto y como va este hasta la fecha y cuales son las actividades a seguir; el tener esta información de forma publica facilita a todos los interesados conocer el estado de la obra, las actividades que se estan realizando y quien las esta realizando, aplicando uno de los principios de Lean Construction (principio de transparencia). En estas fotos se puede ver la implementacion de la filosofia Lean, la utilizacion del Last Planner, el sistema Pull y el gerenciamiento visual lo que permite planear de forma efectiva el proyecto.

Las fotos 23 y 24 muestran al igual que las fotos 16 y 17 la implementacion del modelado BIM y el resultado en escala real de lo plasmado en el plano.

### **7.2.3 Constructabilidad y sostenibilidad:**

La optima utilización de los conocimientos de quienes forman parte del proyecto, una adecuada planificación, diseño y procedimientos en el campo son necesarios para alcanzar los objetivos establecidos en el proyecto. Mediante la constructabilidad se pretende identificar los posibles errores en el diseño, así como en la selección de materiales. Con una adecuada selección de todo lo anterior se pueden realizar proyectos sostenibles en los diferentes aspectos ambientales, sociales y económicos. En las fotos que se muestran a continuación se aprecian diferentes métodos constructivos, aspectos ambientales y modelos a escala para analizar su constructabilidad.



En la foto 33 se muestra una modelo real de la fachada de uno de los proyectos de la Universidad de Purdue la cual sirve para eliminar errores y aclarar las dudas sobre la instalacion de la ventaneria y el enchape de la fachada, esto facilita que en el proceso constructivo los errores sean minimos permitiendo la constructabilidad del proyecto. En la foto 30 se puede ver una cubierta verde la cual ayuda a disminuir el consumo de energia del proyecto, genera espacios publicos verdes y ayuda al medio ambiente haciendo de este proyecto un proyecto sostenible. En las fotos restantes 29, 31, 32 y 34 se muestran los proceso constructivos, maquinaria utilizada y la proteccion para la seguridad del proyecto mostrando la adecuada planificacion y la claridad en los diseños previamente definidos.

#### 7.2.4 Orden y aseo:

El orden y el aseo son esenciales para evitar empleados lesionados o sanciones por accidentalidad e incluso evitan dificultades en trabajos futuros, facilitan la circulación del personal y los materiales, mejoran la calidad de vida de quienes allí laboran pero ante todo permiten la organizada ejecución del proyecto. En el registro fotográfico realizado a

las obras en Estados Unidos se pudo apreciar el orden en las oficinas, la limpieza en el lugar de trabajo y las adecuadas instalaciones para el personal.



En las fotos anteriores se pueden apreciar lugares de trabajo limpios, organizados en los cuales a pesar del poco espacio disponible se optimiza los espacios con oficinas en doble contenedor, sitios de acopios bien definidos desde el inicio de la ejecución del proyecto lo que evita accidentes, desperdicio de materiales y reproceso. La foto 40 muestra un carro cerrado el cual es utilizado por cada contratista para almacenar sus herramientas y planos el cual le permite optimizar su trabajo reduciendo los tiempos muertos en desplazamiento y falta de equipo de trabajo. En la foto 43 se muestra un baño portátil el cual se encuentra

en todos los pisos del proyecto para mejorar la calidad de vida de los trabajadores y la disminución de tiempos muertos por desplazamiento.

## **8. Formulación del modelo de Gestión**

Para la formulación del modelo de gestión presentado en este trabajo, se partió de la información contenida en el marco teórico sobre las diferentes metodologías de gestión de proyecto con la cual se generó la tabla 28. En ella se muestran las diferentes metodologías utilizada como base para la gestión de proyectos en este trabajo, sus etapas, procesos; y que permiten realizar los ajustes necesarios partiendo de las diferentes metodologías existentes a la creación del modelo de gestión de proyectos aplicable la realidad del sector de la construcción en Colombia.

Tabla 28. Metodologías, Etapas y Procesos.

METODOLOGÍA				Módulos / Etapas / Procesos															
Conceptualización				Criterios de diseño		Diseño detallado		Documentos de construcción		Ingeniería de las adquisiciones		Contratos / compras		Ejecución			construcción		
Que va a ser construido				Criterios de diseño		Diseño detallado		Documentos de construcción		Ingeniería de las adquisiciones		Contratos / compras		Ejecución			construcción		
Equipo de proyecto				Criterios de diseño		Diseño detallado		Documentos de construcción		Ingeniería de las adquisiciones		Contratos / compras		Ejecución			construcción		
Riesgo				Criterios de diseño		Diseño detallado		Documentos de construcción		Ingeniería de las adquisiciones		Contratos / compras		Ejecución			construcción		
Equipo de proyecto				Criterios de diseño		Diseño detallado		Documentos de construcción		Ingeniería de las adquisiciones		Contratos / compras		Ejecución			construcción		
Equipo de proyecto				Criterios de diseño		Diseño detallado		Documentos de construcción		Ingeniería de las adquisiciones		Contratos / compras		Ejecución			construcción		
Equipo de proyecto				Criterios de diseño		Diseño detallado		Documentos de construcción		Ingeniería de las adquisiciones		Contratos / compras		Ejecución			construcción		
Equipo de proyecto				Criterios de diseño		Diseño detallado		Documentos de construcción		Ingeniería de las adquisiciones		Contratos / compras		Ejecución			construcción		
Equipo de proyecto				Criterios de diseño		Diseño detallado		Documentos de construcción		Ingeniería de las adquisiciones		Contratos / compras		Ejecución			construcción		
PMI																			

**Tabla 29. Metodologías, Etapas y Procesos.**

Tabla 29. Metodologías, Etapas y Procesos.																										
					Interes ados	Interes ados	Interes ados	Interes ados	Adquisi ciones																	
					Calidad	Alcanc e	Alcanc e		Segurid ad																	
					Recurs os Human os	Tiempo	Tiempo		Ambien tal																	
					Comuni cacione s	Costo	Costo		Financi era																	
					Adquisi ciones	Cálida	Calidad		Reclam aciones																	
					Segurid ad	Comuni cacione s	Recurs os Human os																			
					Ambien tal	Riesgo s	Comuni cación																			
					Financi era	Adquisi ciones	Riesgo s																			
Prince2					Informe s	Informe fin de etapa	Paquet e de trabajo			Prelimi nar del proyect o	Informe s	Paquet e de trabajo	Automa ización													
							Docum ento de inicio aproba do			Docum ento de iniciaci ón	Registr o de calidad	Registr o de calidad														
										Informe de excepci ón	Paquet e de trabajo															
APM							Gesti3n del 3xito y los benefici os																			
														Gerenci a de proyect o	Gesti3n de los requeri mientos	Comuni caci3n	Caso de negocio									

Tabla 30. Metodologías, Etapas y Procesos.

					Programación	Gestión de los interesados								Gerencia de programas	Desarrollo	Trabajo en equipo	Marketing y ventas											
					Gestión de los recursos	Gestión del valor								Gerencia de portafolios	Estimación	Liderazgo	Financiación del proyecto y recursos											
					Gestión de los costos y presupuestos	Plan de gestión de proyectos								Contexto del proyecto	Gestión de la tecnología	Gestión del conflicto	Obtención											
					Control de cambios	Gestión de los riesgos del proyecto								Patrocinador del proyecto	Ingeniería de valor	Negociación	Conocimiento de las leyes											
					Gestión del valor ganado	Calidad del proyecto								Oficina de proyectos	Modelado y pruebas	Gestión de recursos humanos												
PMJA																		Definición, atributo básico, marco	Definición, atributos básicos	Estrategia del gerenciamiento de proyecto								
																		Vista común de la gerencia de proyectos	Plataforma del programa	Sistemas de gerenciamiento de proyecto								



Tabla 31. Metodologías, Etapas y Procesos.

CMMI																				Integración de gerencia	Perfiles de gerencia	Metas del gerenciamiento de proyecto						
																				Seguimiento de gerencia	Estrategia del programa de gerencia	Riesgos del gerenciamiento						
																				Habilidad de integración de gerencia	Arquitectura de gerencia	Relaciones de gerencia						
																							Planificación de proyecto (PP)	Gestión de la configuración (CM)				
																							Proyecto de monitorización y control (PMC)	Análisis de decisión y resolución (DAR)				
																							Gestión de proyecto integrada (IPM)	Medidas y análisis (MA)				

Tabla 32. Metodologías, Etapas y Procesos.

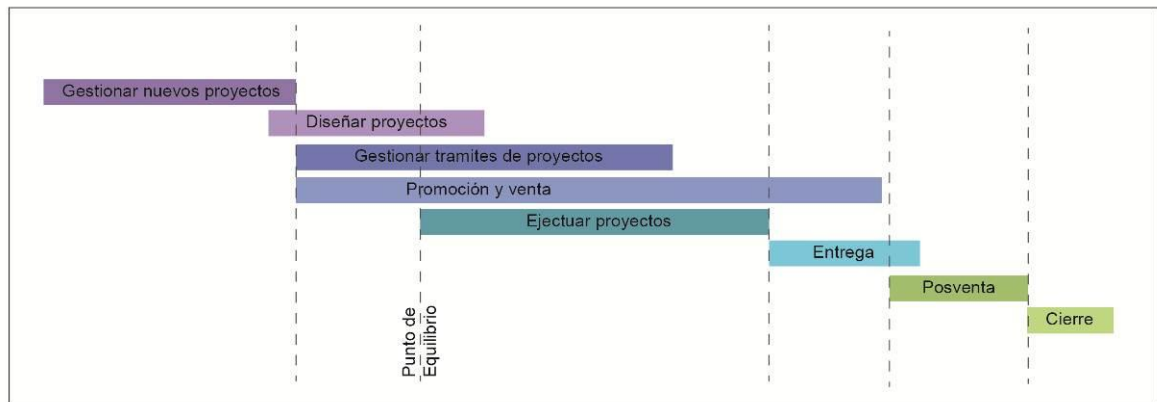
				Validación de la adquisición (AVAL)															Gestión del riesgo (RM)	Aseguramiento de la calidad de procesos y productos (PPQA)			
																			Solicitud y acuerdo de servicio con proveedores (SSAD)				
																			Gestión de acuerdos (AM)				
																			Gestión de requisitos (REQM)				
IPMA																					Éxito en la dirección de proyectos	Liderazgo	Orientación a proyectos
																					Partes interesadas	Compromiso y motivación	Orientación a programas





Aparte del análisis de las diferentes metodologías, sus etapas y procesos, se partió del modelo básico (tradicional) que se encontró en las empresas constructoras colombianas entrevistadas. Este proceso se describe en la figura 52 donde se puede observar que los procesos son lineales, que no todas las fases inician al mismo tiempo y que aun sin tener los diseños definitivos ya se ha iniciado el proceso de trámites y promoción y ventas lo que está mostrando un incremento en los reprocesos y cambios de los productos ofrecidos al momento de la compra con los productos que se están entregando al consumidor final. También se puede observar que el proceso de construcción no empieza si en la fase de promoción y ventas no se ha alcanzado un punto de equilibrio

**Figura 52. Modelo tradicional realizado por las empresas constructoras entrevistadas.**



Una vez analizada toda la información contenida dentro de la tabla y teniendo el modelo el cual las empresas constructoras colombianas desarrollan, se realizó una comparación de los procesos de cada una de las metodologías tomadas como base, para poder así extraer algunos de los procesos que más se ajustan al modelo de gestión de proyectos realizado en Colombia. Sin embargo, ninguna de las metodologías analizadas se ajusta completamente con la gestión de proyectos del entorno colombiano. Por esta razón se definieron las premisas básicas para el modelo propuesto, tratando del diseño, la planeación y construcción sostenible de proyectos inmobiliarios en Colombia. Estas premisas son:

- **Definición y obtención de valor en todas las etapas y procesos y por cada uno de los interesados del proyecto:** las empresas tienen como objetivo entregar valor, el cual les permite generar, beneficio económico y sostenibilidad relacionada con dos aspectos adicionales, ambientales y sociales. Para lograr

esto, se exige una constante renovación de conocimientos y aptitudes, innovación y la creación de beneficios en el mediano y largo plazo en cuanto a :

- ✓ Habitabilidad
- ✓ Funcionalidad
- ✓ Sostenibilidad
- ✓ Estética
- ✓ Confort

- **Implementación de la Filosofía Lean:** teniendo en cuenta la filosofía Lean se pretende implementar un sistema productivo con un enfoque pull, eliminando todo tipo de pérdidas, teniendo en cuenta la propuesta de valor, realizando grandes esfuerzos en la planificación de los proyectos.
- **Sostenibilidad:** se busca atender las necesidades de los interesados, usuarios y el entorno garantizando un equilibrio entre lo económico, cuidado del medio ambiente (naturaleza y biodiversidad) y el bienestar social (calidad de vida) mediante un desarrollo sostenible.
- **Trabajo Colaborativo desde las fases tempranas del proyecto:** mediante la creación de grupos de trabajo donde cada miembro del equipo tiene objetivos comunes los cuales son establecidos previamente y bajo los cuales se realizara el proyecto. El trabajo colaborativo facilita la retroalimentación, aprendizaje y disminución de los reprocesos en la etapa de construcción, ya que quienes forman el equipo de trabajo tienen la posibilidad desde el inicio, de aportar sus conocimientos y realizar las modificaciones pertinentes evitando inconvenientes más adelante en el proceso.
- **Enfoque en la medición y al mejoramiento:** buscando disminuir los tiempos y costos de los procesos y actividades a partir de la eficiencia de la utilización de los recursos mínimos requeridos. El enfoque de medición se debe realizar en todas las fases del proyecto y para todos los participantes en el desarrollo del proyecto, a partir de la definición de indicadores de gestión que monitoreen permanentemente el desempeño del proyecto y sus fases.
- **Liderazgo, respeto y confianza entre cada uno de los interesados:** estas características son las que deben primar en el equipo de trabajo del proyecto, e influyen para satisfacer los objetivos y las necesidades del mismo. Como pilares fundamentales del liderazgo están el respeto, la confianza y el trabajo en equipo.

- **Comunicación efectiva a través de todas las fases, procesos e interesados del proyecto:** componente esencial para el éxito de la organización, esta comunicación no es solo persona a persona sino también a nivel grupal, organizacional y externa. Esta comunicación se garantiza a partir de destrezas y herramientas de comunicación efectivas, para lograr así de forma efectiva lograr transmitir y recibir lo que se quiere comunicar.
- **Motivación y reconocimiento a la buena gestión:** se motivara a quienes forman parte del equipo del proyecto lo cual aumenta el desempeño de los interesados incentivándolos a que cumplan con las actividades y las hagan con gusto lo que proporciona un alto rendimiento en el equipo. El estímulo adecuado generara la respuesta deseada en el equipo mediante un reconocimiento, incluyendo beneficios económicos.
- **Implementación de la tecnología adecuada en cada etapa del proyecto:** implementar el uso de las tecnologías existentes para mejorar y optimizar los procesos de comunicación, diseño, construcción y planeación como proceso integrador para mejorar la eficiencia y eficacia de los mismos y permita la colaboración entre todos interesados del proyecto.

Con el fin de cumplir con las premisas y los principios planteados para la propuesta del modelo de gestión de proyectos de construcción en Colombia, se decidió partir de la metodología IPD y sus etapas como base para la propuesta del modelo de gestión adicionando las etapas que faltan para que este modelo pueda ser aplicado en el sector constructor en Colombia.

La selección de diversos tipos de empresas tanto en Colombia como en Estados Unidos, con proyectos de diferentes tamaños, usos y características, además de un conjunto de ejemplos de casos documentados en el estado del arte con una amplia gama de experiencias con la metodología IPD, donde se están utilizando su proyecto como una experiencia de aprendizaje llevaron a la conclusión de que partir del IPD sería la mejor estrategia para generar el nuevo modelo. A raíz de esta temprana participación de los interesados se espera obtener una visión sobre la evolución de cada proyecto, su cultura de colaboración y áreas de éxito y desafío. Este documento se centra en las actividades del proyecto que sientan las bases para las prácticas de colaboración en IPD.

La metodología del IPD se está aplicando cada vez más diversos tipos de proyectos del sector de la construcción con gran éxito. Mediante las encuestas realizadas a las empresas Estados Unidos, se pudo entender mejor cómo el IPD se compara con los métodos tradicionales para la entrega de proyectos de diferentes tipos, demostrando que el IPD es un método que emplea múltiples estrategias para lograr un alto rendimiento, equipos de colaboración y no puede ser reducida a una estructura contractual o metodología de gestión. Mediante la comparación de este conjunto de proyectos en función de cómo se siguieron o adaptaron las estrategias contractuales y de comportamiento, se puede ver cómo algunos aspectos del IPD han tenido un mayor impacto que otras; estas evidencias se encuentran en los casos de estudio descritos en el estado del arte.

Aparte de todos los beneficios que se han encontrado en la implementación de la metodología del IPD, esta metodología se fundamenta en los principios de la filosofía Lean, coincidente con las premisas básicas para la propuesta de modelo de gestión para la construcción inmobiliaria en Colombia. Se incluyen adicionalmente a sus etapas las etapas de Pre-construcción, Promoción y Ventas, Entrega, Posventa y Operación.

#### **9. Propuesta de Modelo que integre el Diseño-Planeación y construcción sostenible para proyectos inmobiliarios en Colombia.**

Como etapas de la propuesta del modelo que integre el diseño, la planeación y la construcción sostenible para proyectos inmobiliarios en Colombia, se decidió que este estaría dividido en 10 etapas las cuales se describen a continuación:

- **Conceptualización:** es el momento en el que se define el QUÉ del proyecto, que va a ser construido, comercializado, alcance y definición de los criterios de valor. Se define si este será operado por sus propietarios, vendido total o parcialmente. Se hace una estimación inicial de tiempos y costos y se identifican los posibles riesgos a los cuales se puede ver sometido el proyecto. Desde este momento de la definición del QUÉ del proyecto se definen los interesados, el equipo de trabajo del proyecto incluyendo diseñadores y contratistas quienes estarán presentes desde el inicio hasta el cierre. Se especifica cuáles serán las tecnologías a implementar, los métodos de comunicación, los entregables y la calidad que deberá caracterizar



el proyecto. Ya para dar inicio y formalizar el proyecto se crea el acta de inicio donde se deja estipulado las condiciones bajo las cuales será ejecutado el proyecto y quienes serán los encargados de llevar a un buen término el alcance planteado en la etapa de conceptualización. Para poder tener claro si la idea de negocio aquí planteada va a ser exitosa, se debe partir de un buen estudio de mercado o Benchmarking y un buen estudio y conocimiento de la normatividad vigente en la zona donde se desarrollara el proyecto, esto definirá las pautas para el siguiente paso que es el criterio de diseño de la idea de negocio. En esta etapa se debe definir las características o requisitos de valor de los diferentes interesados para poder así tener bases sólidas a la hora de realizar la siguiente fase, los criterios del diseño. En cuanto a la definición de sostenibilidad del proyecto, es en esta etapa de conceptualización en donde la definición de construcción sostenible debe apreciarse en función de la conservación de las calidades en el tiempo y del análisis pos ocupacional (habitabilidad) y las necesidades de los interesados finales (usuarios). La sostenibilidad no solamente tiene que ver con la fase de conceptualización y construcción de los proyectos, sino con la implementación de tecnologías y disminución de los consumos de recursos durante su uso.

- **Criterios de Diseño:** en esta etapa se complementa el QUÉ se va a construir planteado en la conceptualización del proyecto. En esta etapa se pretende unificar los criterios planteados en la etapa de conceptualización en cuanto a formas, estilos, procedimientos de construcción y estética, se valida la calidad y que los diseños estén cumpliendo con el alcance, las características, los costos, el tiempo, la seguridad y la sostenibilidad previamente definidas en la etapa de anterior. Es importante tener en cuenta que en esta etapa del proyecto se debe tener muy claro las características de valor con las cuales contará el proyecto incluyendo comodidad, estética, funcionalidad entre otras características definidas en la caracterización por los dueños e interesados del proyecto. Al igual que en la etapa previa, en los criterios de diseño también deben estar presentes todos los interesados del proyecto, debe existir la comunicación y se empieza a realizar una revisión y supervisión de los diseños planteados. En esta etapa se define que BIM será la herramienta tecnológica utilizada tanto para los procesos de diseño, como

trabajo colaborativo, control de cambios y como herramienta de seguimiento y control durante todo el ciclo de vida del proyecto.

- **Pre – Construcción:** es la fase previa al inicio de la construcción y que permite garantizar la constructabilidad del proyecto a través de los diferentes diseños realizados de manera colaborativa por los diferentes consultores del proyecto, fundamental para el éxito del mismo. Es aquí donde se define el CÓMO va a ser construido el proyecto. La fase previa a la construcción puede ser la parte más importante de cualquier proyecto de construcción inmobiliaria, porque esta es la fase en la que se toman las decisiones cruciales y se pueden presentar cambios. En este punto, se pueden presentar cambios en los diseños arquitectónicos o a los temas técnicos, se valida si estos están de acuerdo al alcance planteado por los interesados en la etapa de conceptualización y las revisiones se hacen mucho más fácilmente de lo que se podría en etapas posteriores del proyecto. Las decisiones que se tomen durante la etapa de pre – construcción determinarán muchos de los aspectos importantes del plan general del proyecto. Durante esta etapa, los miembros del equipo desarrollan un conocimiento más profundo del proyecto, se define una estrategia y se define un buen equipo de contratistas y proveedores. Antes de que comience el proyecto, se validan los objetivos del negocio y que estos sean consecuentes con lo planteado en la conceptualización. En esta etapa se desarrolla y gestiona el programa maestro, se planea la logística de la obra para garantizar una actividad en múltiples áreas, se realiza el análisis del presupuesto y unas revisiones de viabilidad de la construcción (constructabilidad), se elaboran de manera más detallada los presupuestos del proyecto, esquemas de diseño y construcción lo que permite desarrollar un análisis más detallado posterior a la promoción y a las ventas. Se confirma el personal, los materiales, suministros y la disponibilidad de los recursos para poder así iniciar la construcción del proyecto.

Durante la pre-construcción se incluyen aspectos como los diseños arquitectónicos y técnicos, la determinación y la preparación de estos y otros documentos necesarios para la construcción. En este momento, a medida que se va avanzando en la etapa de pre – construcción y el proyecto va madurando en su

estructura, el uso de la BIM como herramienta permite la visualización del proyecto mediante la realidad virtual inmersiva o realidad aumentada permitiendo darle paso a la etapa de comercialización, donde los futuros compradores podrán visualizar mejor el producto que están adquiriendo. El cumplimiento de la fase previa a la construcción puede en última instancia, mejorar el rendimiento de la obra y se evitan muchos reprocesos a medida que el proyecto avanza. El producto final se puede mejorar considerablemente si se incorporan todo el equipo del proyecto en esta fase.

- **Contratos/compras:** en esta etapa se define QUIEN(ES) participaran en la ejecución del proyecto y se seleccionan los proveedores, se realizan todas las operaciones necesarias para adquirir y entregar en el lugar de la obra todos los materiales y equipos necesarios para la ejecución material del proyecto cumpliendo con las especificaciones técnicas establecidas en el proyecto, dentro de los costos y los plazos adecuados dentro de la programación del proyecto. Para poder llevar a cabo esta etapa del proyecto se debe tener definido previamente el documento que define el objeto técnico de la compra y que incluye las especificaciones técnicas, los Planos, esquemas, gráficos, etc. y los documentos complementarios para realizar los contratos y las compras. Se debe tener claro la oferta presentada por los participantes, las condiciones generales de la compra, las condiciones de pago y entrega, las garantías, las penalidades por incumplimiento o falta de calidad y otras condiciones que pueden incidir en el producto final. Durante esta etapa se fijan políticas, normas, procedimientos, pautas de seguimiento, evaluación y control, teniendo en cuenta que estas son la consolidación de las necesidades del proyecto y deben estar alineadas con la propuesta de valor la cual se determinó en la etapa de conceptualización. Administramos los recursos físicos del proyecto garantizando un esquema de contratación que asegure la adecuada ejecución del proyecto dentro de los estándares de calidad y eficiencia estableciendo la mejor relación precio/beneficio.
- **Promoción y ventas:** en esta etapa se define a QUIEN va a ser comercializado el proyecto y se precisan unos interesados los cuales son denominados clientes o usuarios del producto final. El primer propósito de la promoción inmobiliaria es

atraer al público cualificado, luego convertirlo en prospectos y finalmente en compradores. Este proceso se lleva a cabo mediante la entrega de contenidos de valor para el público objetivo del proyecto inmobiliario. Primero, las personas manifiestan la necesidad de comprar un determinado inmueble, luego, inician el camino de la búsqueda de opciones de acuerdo a unos parámetros y atributos específicos, y, por último, llegan a tomar una decisión de compra como resultado de la comparación de ofertas en el mercado. La promoción y ventas debe construirse con el propósito de entregar contenidos de valor para cada una de estas fases que recorre el comprador y acompañarlo hasta la toma de decisión.

En esta etapa ya deben estar definidas las especificaciones definitivas que se consideren más convenientes según las necesidades del mercado donde se llevara a cabo el proyecto, pero siempre enmarcado dentro del alcance previamente planteado en la etapa de conceptualización. Define las cantidades en términos de unidades a ser vendidas; se establece de común acuerdo con el nuevo cliente el precio y las condiciones de pagos. Quienes hacen parte del equipo de trabajo de la promoción y ventas deben mantener actualizados a los interesados iniciales del proyecto el estado de la competencia con estudios de mercado y un benchmarking continuos. Para una buena promoción y venta de un proyecto inmobiliario se debe contar con tres elementos fundamentales como lo son: seguridad que se genera desde el promotor hacia el comprador, transparencia de quien es la empresa detrás de la promoción y un servicio de orientación y ayuda al cliente durante todo el proceso de la compra y entrega de su inmueble.

Durante esta etapa es importante la creación de una base de datos de los clientes y mantener esta actualizada durante todo el ciclo de vida del proyecto, esto facilitará la etapa de posventas y servirá para para una retroalimentación de futuros proyectos por parte de los clientes, la cual se podrá realizar mediante entrevistas a los usuarios finales midiendo niveles de satisfacción o inconformidad con el producto entregado.

Los proyectos inmobiliarios usualmente se promocionan con el propósito de llamar la atención de un determinado segmento del mercado, para lo cual se valen de

diversos medios tradicionales, como la distribución de material como las vallas y los anuncios publicitarios en medios impresos especializados, ferias, radio y televisión.

- **Construcción:** es la etapa donde se lleva a cabo la ejecución de lo planteado en la conceptualización, diseñado en la etapa de diseño, planeado en la pre - construcción y comercializado en la etapa de la promoción y ventas. Es el HACER del proyecto, la realización de los trabajos correspondientes a la ejecución de la obra de acuerdo con el proyecto arquitectónico, diseños técnicos y especificaciones previamente definidas en las etapas de conceptualización, criterios de diseño y pre – construcción, con la validación de la etapa de comercialización. En esta etapa ya deben estar definidos la compra de materiales, herramientas y equipos de trabajo. Se celebran los subcontratos y se verifican el cumplimiento de todas aquellas actividades necesarias para la completa terminación de los trabajos que han determinado previamente. Esta etapa tiene como objeto que al ser terminada se haya conformado una estructura que permita la inclusión de todos y cada uno de los requisitos necesarios para garantizarle, tanto a los interesados iniciales del proyecto como al usuario final, un proyecto que refleje una propuesta real a sus necesidades y expectativas. Sería ideal que al inicio de la etapa de construcción se tenga resultado el 90% del proyecto, para lograrlo se debe implementar una estructura organizacional y operativa que le permita no solamente ofrecer la garantía de éxito sino la certeza del cumplimiento y seguimiento de los alcances pactados en la conceptualización, a esto sumándole el trabajo colaborativo y la utilización de herramientas como BIM en todas las etapas posteriores al inicio de la construcción.
- **Entrega:** en esta etapa se hace entrega del producto final a los clientes o usuarios, las características de este producto deben estar acorde con las especificaciones, diseños y características definidas en la etapa de caracterización-criterios de diseño-pre construcción y ofrecidas en la promoción y ventas del proyecto. Cuando se lleva a cabo la entrega al cliente final, la empresa entregara un juego completo de copias de los planos y los detalles, un manual de instrucciones para el uso y mantenimiento de la construcción dentro del cual están

incluidos los planos arquitectónicos actualizados, los de instalaciones y los de ingeniería.

- **Posventa:** es la gestión posterior a la entrega, permite mejorar el servicio de atención al cliente, teniendo como indicador principal la satisfacción del mismo integrando todas las áreas de la empresa pero enfocadas al servicio al cliente lo que mejora el ciclo comercial de la vivienda. Mediante este servicio se crea una oportunidad para el fortalecimiento de las relaciones con el cliente. Esta etapa aplica para todos los proyectos inmobiliarios pero se considera que es imprescindible en el caso de las viviendas, debido a que cuando la inversión es elevada el cliente está esperando una excelente atención y que haya ausencia de las fallas tanto en el producto como en el servicio. Este servicio ofrece también un valor agregado al producto y a través del contacto con el cliente se puede obtener una retroalimentación valiosa para la empresa. Con un producto de calidad y un buen servicio de atención al cliente aporta a los futuros proyectos a ofrecer productos que generen valor y satisfagan las necesidades y expectativas durante el proceso de la venta y posterior a esta durante la posventa.

La posventa es el servicio que se le brinda al comprador de un inmueble en los meses posteriores a la adquisición del mismo. Para cumplir con estas posventas, al usuario se le hace entrega de un Manual del Usuario en el cual se especifica quienes fueron las empresas intervinientes en el proyecto, las recomendaciones de uso, manejo y mantenimiento de su inmueble, las zonas y bienes comunes que se entregan. Aquí se encuentran también definidas las garantías y obligaciones generales de diversa índole que comprometen el buen uso y adecuada conservación de los elementos. Si hay algún incumplimiento de las obligaciones establecidas en este manual impide que se haga efectiva la garantía ofrecida y afectada por tal omisión. Este Manual está amparado bajo el estatuto del consumidor quien es el ente que regula y protege los derechos y deberes de los consumidores.

Con el fin de identificar los aspectos relacionados con la problemática de las posventas, desde el 2009 la Universidad Eafit desarrollo el proyecto llamado Construgarantías el cual se constituyó con una iniciativa de trabajo de

investigación aplicada de carácter colaborativo con el objetivo de estudiar los diferentes temas relacionados con las reclamaciones identificando sus causas, soluciones, vacíos legislativos, y propuestas para mejorar el manejo y la atención de los usuarios al realizar los reclamos pertinentes por lo que se desarrolló el primer Manual de Tolerancias para la construcción de edificaciones en Colombia.

- **Operación:** la etapa de operación comienza cuando es entregado el producto final al cliente o usuario. No todos los proyectos presentan esta etapa, pero si el proyecto la incluye es generalmente la que tiene mayor duración y corresponde al periodo en el que se espera que el proyecto genere los flujos de efectivo que permitan recuperar el capital invertido. Para una operación de forma eficiente de nuevo producto se debe elaborar y seguir un plan previamente establecido en las etapas de criterios del diseño y la pre – construcción, se deben optimizar los recursos humanos y los materiales disponibles, procurando en todo momento mejorar la calidad. Se deberá capacitar y preparar al personal que se hará cargo de la operación en el manejo adecuado de los distintos equipos y maquinarias de ser necesario y el proyecto así lo requiera, esta etapa ayuda a mantener en óptimas condiciones los proyectos.
- **Cierre:** con esta etapa se da fin al proyecto, se calculan las cifras e indicadores para todo un conjunto de actividades para analizar los resultados obtenidos, saber si se obtuvieron pérdidas o ganancias para poder así finiquitar la participación de los interesados iniciales del proyecto. En esta etapa se realiza un diagnostico muy general sobre si se cumplieron o no el alcance propuesto en la etapa de la conceptualización. Se genera un conjunto de indicadores claros y precisos sobre el desempeño del proyecto y el equipo de trabajo donde se evidencien los aspectos positivos y negativos los cuales servirán en un futuro para el desarrollo de nuevos proyectos. Una vez se realice el cierre del proyecto toda la información allí contenida servirá de retroalimentación para proyectos futuros por lo que se requiere que el cierre se un proceso muy detallado que no solo valide las actividades ejecutadas, sino que también verifique las variables que se han presentado, esto a su vez ayuda al mejoramiento de los procesos que se inicien

por acciones correctivas y preventivas de nuevos evitando nuevos o iguales errores.

Una vez verificado el cumplimiento del alcance del proyecto, es importante realizar una evaluación pos ocupacional del producto final entregado al cliente, este análisis incluye las condiciones reales de uso de los inmuebles después de un tiempo de ser habitado por el usuario final, esto permitirá una retroalimentación para proyectos futuros con oportunidades de mejora. Con este análisis se analiza la sostenibilidad en la construcción, las sostenibilidad en la fase de uso y operación de las edificaciones, uso de recursos y la satisfacción de las necesidades.

En la tabla 29 se muestran las etapas y los procesos que luego de hacer el análisis de la tabla 28 se concluyó era la mejor formulación del modelo de gestión el cual cumple con el objetivo principal de este trabajo.

**Tabla 35. Etapas y procesos de la propuesta del Modelo de Gestión.**

ETAPAS	CONCEPTUALIZACION	CRITERIOS DE DISEÑO	PRE-CONSTRUCCION	PROMOCION Y VENTAS	CONTRATOS/ COMPRAS	CONSTRUCCION	ENTREGA	POSVENTAS	OPERACIÓN	CIERRE
PROCESOS	Definición de que va a ser construido	Que se va a construir	Como lo va a construir	Marketing y ventas	Con quien se va a contratar	Hacer el proyecto	Equipo del proyecto	Modelado Virtual BIM	Modelado Virtual BIM	Entrega o puesta en funcionamiento
	Caso de negocio	Validación de la calidad	Verificación de que va a ser construido	Diseño detallado	Interesados	Equipo del proyecto	Interesados	Interesados	Interesados	Detalles del proyecto mantenimiento/funcionamiento
	Requisitos y objetivos del proyecto	Validación de los Riesgos	Modelado Virtual BIM	Modelado virtual BIM	Equipo de Proyecto	Interesados	Verificación del alcance	Equipo del proyecto	Equipo del proyecto	Cierre de la Integración
	Definición del equipo de proyecto (Recursos Humanos)	Equipo de Proyecto	Reducción de Incertidumbre	Interesados	Alcance del proyecto	Minimizar pérdidas	Comunicación	Comunicación	Manual de funcionamiento y puesta en marcha	Cierre de las Adquisiciones
	Definición del alcance	Interesados	Interesados	Costos de venta	Tiempo del proyecto	Integración del proyecto (procesos y actividades)	Evaluación Posocupacional	Calidad	Seguridad	Verificación de la seguridad
	Identificación de los interesados	Integración del proyecto (procesos y actividades)	Equipo de Proyecto	Comunicación	Costos del proyecto	Verificación del Alcance	Sostenibilidad	Sostenibilidad	Sostenibilidad	Validación ambiental
	Definición de la gerencia de	Vinculación de los	Validación de la calidad	Calidad del proyecto	Calidad del proyecto	Verificación de las	Calidad	Informes	Comunicación	Cierre Financiero

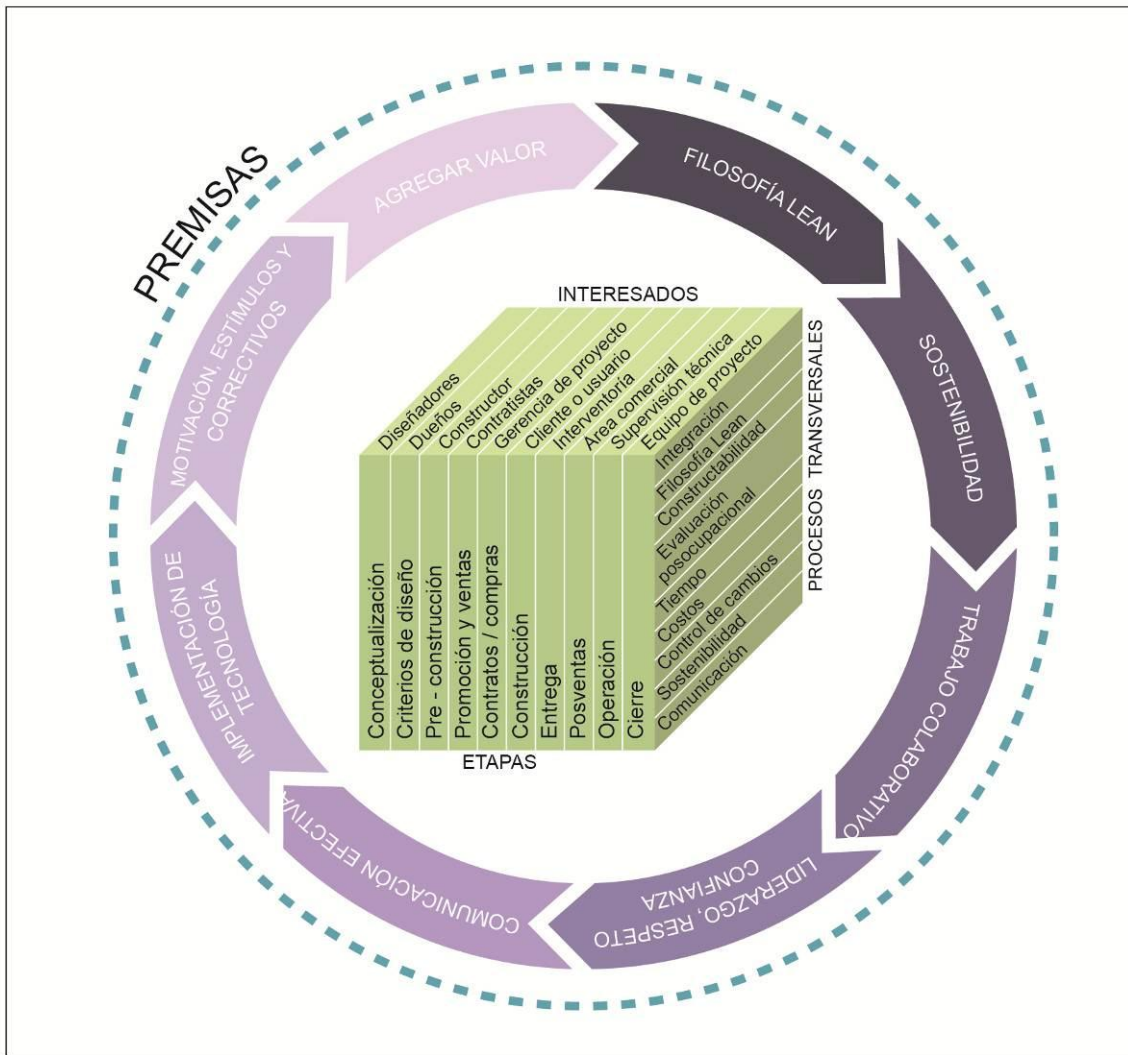


proyecto	Interesados					adquisiciones				
Planificación del proyecto	Validación del alcance	Verificación del Tiempo	Equipo de proyecto	Comunicación	Validación de las adquisiciones	Financiación	Diseño detallado	Integración del proyecto (procesos y actividades)	Informe de etapa	
Estimación del Tiempo	Validación del tiempo	Verificación del Costo	Financiación de los interesados	Riesgos del proyecto	Cronograma	Integración del proyecto (procesos y actividades)	Reclamaciones	Revisión y supervisión	Informe de lecciones aprendidas	
Estimación de los costos	Validación del costo	Verificación de los Riesgos	Integración del proyecto (procesos y actividades)	Gestionar las adquisiciones	Comunicación	Informe de entrega	Revisión y supervisión	Calidad	Notificación de cierre del proyecto	
Definición de la calidad	Comunicación	Informes del proyecto	Sostenibilidad	Gestionar los inventarios	Seguridad	Diseños detallados	Alcance		Entrega y liquidación	
Programación del proyecto	Documentos de inicio aprobados	Comunicación	Cronograma	Integración del proyecto (procesos y actividades)	ambiental	Manual del usuario			Revisión del proyecto	
Identificación de los Riesgos	Gestión de los requerimientos	Estructura de proyectos	Programación	Cronograma de compras	Financiación	Garantías			Puesta en marcha	
Integración del proyecto (procesos y actividades)	Ingeniería de valor	Control de cambios	Control de cambios	Planificación de compras	Programación	Modelado virtual BIM			Comunicación	
Elaboración del documento de Iniciación	Gestión de la seguridad, salud y ambiental del proyecto	Documentos de que va a ser construido	Marco legal	Sostenibilidad	Gestión de los recursos	Revisión y Supervisión			Revisión	
Gestión de la tecnología	Estrategia del programa de gerencia	Documentos de cómo va a ser construido	Revisión y supervisión	Revisión y supervisión	Gestión de los costos y presupuesto				Interesados	
Definición de la Comunicación	Caso de negocio	Documentos de Calidad		Control de cambios	Gestión del valor ganado					
Benchmarking	Benchmarking	Definición del Cronograma			Last Planner					
Financiación del proyecto y recursos	Control de cambios	Definición del presupuesto			Gestión de los inventarios					
Control de cambios	Financiación del proyecto y recursos	Constructabilidad			Asegurar la calidad					
Entregables	Sostenibilidad	Layout			Gestionar los riesgos					
Sostenibilidad	Marco legal	Gestión de la seguridad, salud y ambiental del proyecto			Tiempo					
Marco legal	Revisión y supervisión	Planificación de los inventarios			Costos					
	Validación de la tecnología	Planificación de las adquisiciones			Just in time					
		Financiación del			Implementación					

		proyecto y recursos			n de la filosofía Lean				
		Diseño detallado			Marketing y ventas				
		Integración del proyecto (procesos y actividades)			Diseño detallado				
		Sostenibilidad			Modelado virtual BIM				
		Marco legal			Control de cambios				
		Revisión y supervisión			Sostenibilidad				
		Validación del alcance			Revisión y supervisión				

*Elaboración propia*

**Figura 53. Propuesta del Modelo de Gestión**



*Elaboración propia*

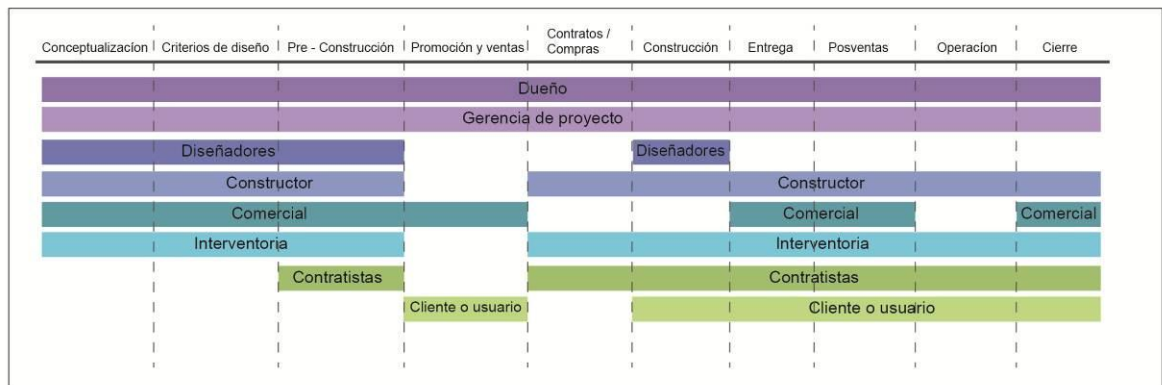
En la propuesta de modelo de gestión que se muestra en la figura 53 se representa de forma gráfica lo contenido dentro de la tabla 29, las premisas de la formulación y los interesados que participan en todo el proyecto.

La representación del modelo se realizó en forma de cubo ya que la idea principal del modelo es que sea visto como un todo global y no en un sistema lineal en dos dimensiones, donde los procesos se encuentran fragmentados y la participación de los interesados es limitada o fragmentada; es por esta razón que el cubo y sus tres dimensiones es la figura que mejor representa la idea del modelo propuesto.

La tapa frontal del cubo es la cara principal del modelo, donde están definidas las etapas en las cuales se debe realizar el proyecto de construcción. En la tapa superior del cubo y envolviendo las dos tapas frontales y laterales se encuentran los interesados del proyecto, quienes deben estar siempre acompañando todas las etapas del proceso como esta dicho en las premisas. En la tapa lateral del cubo se encuentran los procesos que son transversales a todas las etapas del proyecto y estos a su vez incluyen a los interesados del proyecto.

Una vez se tiene el cubo definido con todos sus componentes como lo son las etapas, interesados y procesos transversales, este se encuentra envuelto por unas flechas las cuales representan las premisas del proyecto las cuales deben ser el pilar base e inicio de todo proyecto gestionado bajo esta propuesta de modelo de gestión.

**Figura 54. Participación de los interesados en el Modelo de Gestión.**

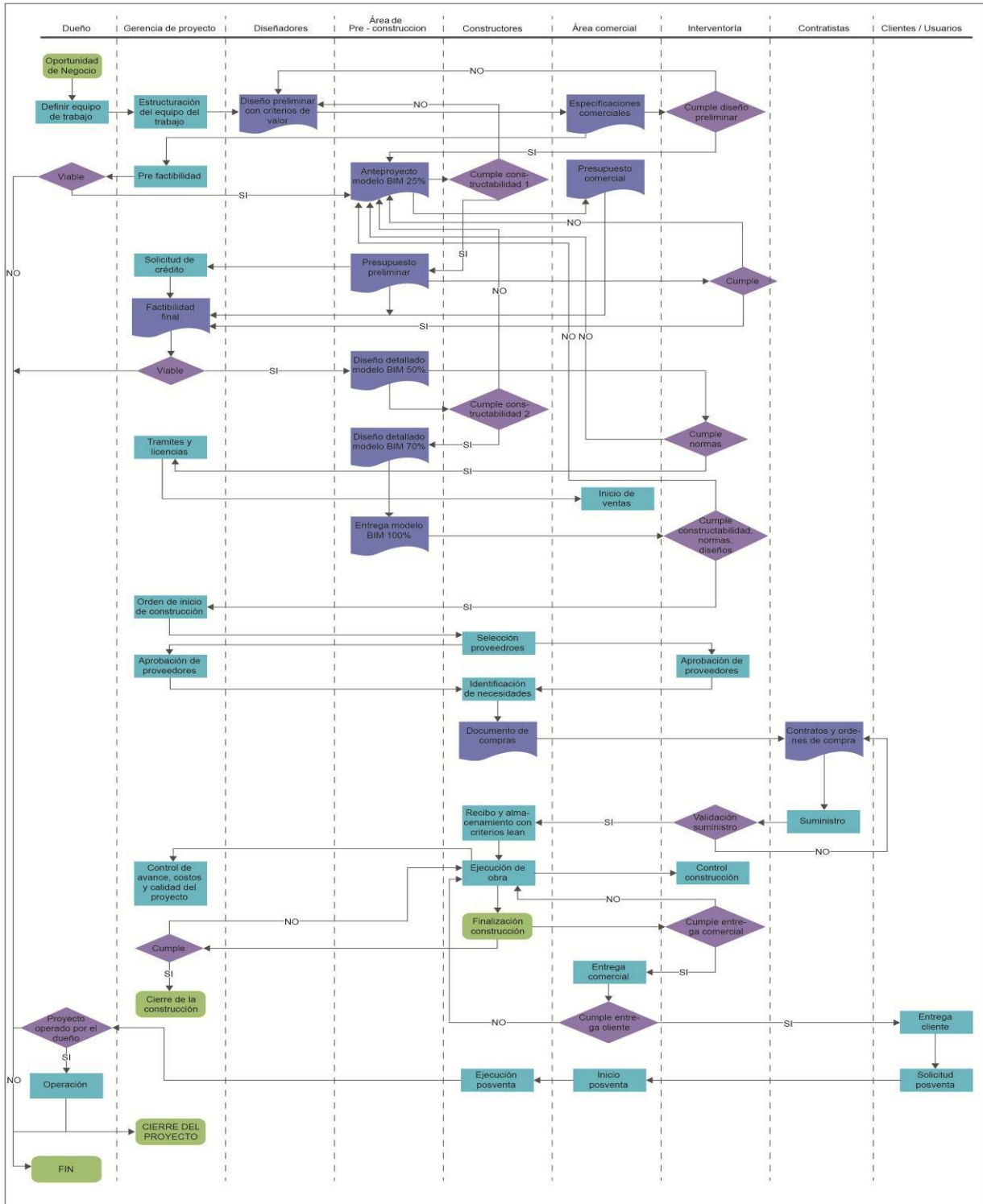


*Elaboración propia*

En la figura 54 se muestran las etapas de la propuesta de modelo de gestión y la participación de cada uno de los interesados en las diferentes etapas. Como se planteó en las premisas y se aprecia en el cubo de la figura 53, los interesados del proyecto hacen presencia en todas las etapas, su mayoría desde el inicio del proyecto en la etapa de conceptualización y se mantienen hasta la etapa de cierre.

Una vez se tiene la propuesta del modelo de gestión (figura 53) y la participación de los interesados en cada una de las etapas del proyecto (figura 54), en la figura 55 se muestra un diagrama de flujo de la propuesta del modelo de gestión que integra el diseño-planeación y construcción sostenible para proyectos inmobiliarios para Colombia.

**Figura 55. Flujo grama Propuesta del Modelo de Gestión que integra Diseño - Planeación y Construcción sostenible para proyectos Inmobiliarios en Colombia.**



Elaboración propia

## **10. Consideraciones finales del trabajo**

- 10.1** Aunque existen múltiples metodologías de gestión de proyectos aplicables a proyectos de construcción, en las empresas constructoras entrevistadas en Colombia se pudo apreciar que aunque saben que existen, no tienen mucha claridad sobre estas por lo que la mayoría de las empresas han ido desarrollando su propio modelo a través del tiempo y la experiencia, pero aun así estos modelos presentan falencias en el desempeño de los proyectos a lo largo de su ciclo de vida. Adicionalmente a esta falencia, se encontró que el uso de herramientas tecnológicas durante el proyecto es muy poco en Colombia, a diferencia de las empresas encuestadas en Estados Unidos, donde la implementación de la herramienta BIM hace parte importante de la gestión del proyecto desde el momento de la conceptualización del mismo y se mantiene a lo largo de todo el proceso de diseño, construcción y mantenimiento/operación.
- 10.2** Se observó que existe una gran confusión con algunos términos como metodologías y métodos; gerencia de proyectos, gestión de proyectos y las herramientas de planificación, ya que muchas de las empresas entrevistadas cuando respondieron sobre su modelo de gestión de proyectos, creían que al tener una certificación de calidad ISO estaban implementando esta como un modelo de gestión. Esta certificación es una evaluación del modelo de gestión de calidad bajo las normas ISO 9000 y no un modelo de gestión de proyectos.
- 10.3** Luego de las entrevistas y encuestas realizadas en Colombia y Estados Unidos, y analizadas las diferentes metodologías de proyectos, se diseñó la propuesta del modelo de gestión que integra diseño – planeación y construcción sostenible para proyectos inmobiliarios en Colombia la cual se fundamenta en la metodología del IPD, la cual se consideró como la más adecuada y la cual está siendo más implementada con grandes beneficios, incluyendo a sus etapas originales con las etapas de Pre-construcción, Promoción y Ventas, Entrega, Posventa y Operación las cuales no están concebidas en el modelo original del IPD, pero que si deben ser consideradas

en la propuesta de este modelo de gestión por la forma del modelo de negocio el cual desarrollan las empresas constructoras en Colombia.

- 10.4** Se espera que la propuesta del modelo de gestión que integre diseño – planeación - y construcción sostenible para proyectos inmobiliarios pueda ser conocido e implementado por todas aquellas empresas constructoras que estén interesadas en conocer su resultado, en especial aquellas que colaboraron en su elaboración mediante las entrevistas y encuestas realizadas, colaborando a estas empresas a la planificación y obtención de los mayores beneficios en los proyectos. Para la academia se espera que la verificación de este modelo pueda servir para investigaciones posteriores.
- 10.5** Luego de hacer una análisis de las metodologías para la gestión de proyectos con sus diferentes etapas y procesos se pudo observar que no existe en la actualidad alguna metodología la cual se acomode completamente al modelo de negocio que se utiliza en Colombia, es por esta razón que en la propuesta del modelo de gestión presentado en este trabajo se desarrollan etapas del IPD como metodología base adicionando las diferentes etapas en las cuales se desarrolla el modelo de negocio en el país. Con esta propuesta de modelo se espera obtener mejores resultados en los proyectos.
- 10.6** Una vez se terminó la recolección de la información mediante las encuestas y las entrevistas en Colombia y Estados Unidos se evidenció que aunque los dos países tienen modelos de negocio muy diferentes, la falta de implementación de herramientas tecnológicas y el tiempo invertido en la planeación de los proyectos en Colombia es poco comparado con Estados Unidos lo que representa un gran atraso en el sector de la construcción en el país.

***Plan your work and then work on your plan***  
***Plans are nothing, planning is everything***

## 11. Bibliografía

- Acosta, D. (2009). Arquitectura y construcción sostenibles: CONCEPTOS, PROBLEMAS Y ESTRATEGIAS. *DEARQ: Revista de Arquitectura de la Universidad de los Andes*, (4), 14–23. Recuperado a partir de <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=vth&AN=57735128&lang=es&site=ehost-live>
- Aia. (2007). Integrated Project Delivery: A Guide. *American Institute of Architects*, 1–62. Recuperado a partir de <http://www.aia.org/groups/aia/documents/pdf/aiab083423.pdf>
- Alarcón, L. F. (2013). Introducción al uso de Lean Project Delivery en el Sector Construcción. Recuperado 14 de febrero de 2016, a partir de [file:///C:/Users/usuario/Downloads/Tendencias del sector introducci%C3%B3n al uso de Lean en el sector. Luis Fernando Alarc%C3%B3n..pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/Tendencias%20del%20sector%20introducci%C3%B3n%20al%20uso%20de%20Lean%20en%20el%20sector.%20Luis%20Fernando%20Alarc%C3%B3n..pdf)
- Algarni, A. M., Arditi, D., & Polat, G. (2007). Build-Operate-Transfer in Infrastructure Projects in the United States. *Journal of Construction Engineering and Management*, 133(10), 728–735. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2007\)133:10\(728\)](http://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2007)133:10(728))
- Amaro Calderon, S. D., & Valverde Rebaza, J. C. (2007). Metodologías ágiles. Recuperado 26 de febrero de 2016, a partir de <http://www.slideshare.net/ronaljulio347/metodologias-agiles-25426076>
- American Management Association. (2013). Gestion de proyectos. Recuperado a partir de <http://www.amanet.org/>
- Aquino, C. N. (2014). Métodos o Herramientas más usadas en la gestión de proyectos. Recuperado 28 de mayo de 2015, a partir de <http://www.eoi.es/blogs/mintecon/2014/01/12/metodos-o-herramientas-mas-usadas-en-la-gestion-de-proyectos/>
- Association for Project Management. (2015). Association for Project Management. Recuperado 13 de febrero de 2016, a partir de <https://www.apm.org.uk/AboutUs>
- Barrero Osuna, J., & Jaimes, C. P. (2014). *Adaptación de metodologías de gestión de proyectos en instituciones de educación superior. Fundación universitaria Konrad Lorenz*. Recuperado a partir de <http://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/6444/BarreooJohanna.pdf?sequence=6>
- Betancurt, C. M., Pinzón, I., & Posada, J. S. (2014). Experiencias de Implementación de PMO en Empresas de la Ciudad de Medellín. *Revista EIA*, 11(21), 133–143. <http://doi.org/10.14508/reia.2014.11.e1>
- Blanco, S. (2008). Metodologías ágiles de gestión de proyectos (Scrum, DSDM, Extreme Programming – XP...). Recuperado 8 de febrero de 2016, a partir de <http://www.marblestation.com/?p=661>
- Bombarely Inversiones, S. L. P. (2012). ¿Qué es el sistema fast-track? Recuperado 28 de junio de 2015, a partir de <https://bombarelyedificacion.wordpress.com/2012/01/17/que-es-fast-track/>
- Botero, L. F. (2014a). Conceptos básicos de planificación y sistema de planificación y control el último planificador (last planner). En *Administración y control de proyectos de construcción* (p. 72).



- Botero, L. F. (2014b). PRINCIPIOS DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN Lean Construction (p. 57).
- Botero, L. F., & Álvarez, M. E. (2005). Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción Estudio del caso de la ciudad de Medellín. *Ingeniería & Desarrollo*, 17(Enero-Junio), 1–12.
- CAMACOL. (2007). Competitividad de la actividad constructora de edificaciones: diagnóstico y recomendaciones de política.
- Camara de Comercio de Medellín para Antioquia. (2011). Los constructores reducirán hasta en un 60% el número de trámites gracias a tramite facil. Recuperado 2 de marzo de 2016, a partir de <http://www.camaramedellin.com.co/site/Noticias/Tramite-Facil.aspx>
- Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (2015). Retos del sector construcción en Colombia. Recuperado 12 de febrero de 2016, a partir de <http://www.camaramedellin.com.co/site/Cluster-y-Competitividad/Comunidad-Cluster/Cluster-Construccion/Noticias-Cluster-Construccion/Retos-del-sector-construccion-en-Colombia.aspx>
- Casas Anguita, J., Repullo Labrador, J., & Donado Campos, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. *Atención Primaria*, 31(08), 527–538. Recuperado a partir de <http://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-la-encuesta-como-tecnica-investigacion--13047738>
- Cazorla Suárez, D. L. (2010). Estudio de la metodología de Gestión de Proyectos PRINCE2: Aplicación a un caso práctico. Recuperado 27 de febrero de 2016, a partir de <http://www.lcc.uma.es/~guzman/prince2/PRINCE2.pdf>
- Chairman, K. N. (2005). PMAJ Project Management Association of Japan. Recuperado a partir de <http://www.pmaj.or.jp/ENG/>
- CMMI Institute. (2015). CMMI® Institute Products & Services. Recuperado 13 de febrero de 2016, a partir de <http://cmmiinstitute.com/cmmi-institute-products-services>
- Construdata. (2012). Software Construdata. Recuperado 21 de marzo de 2016, a partir de <http://www.construdata.com/software.asp>
- Cordoba, C. (2013). La importancia de los Sistemas de Gestión Integrados. Recuperado 26 de enero de 2016, a partir de <http://www.activolegal.com/web/index.php/noticias/actualidad/383-noticia150213n1>
- Cruz Caicedo, L. F. (2012). Comparativa ISO 21500 y PMBOK Versión 5. Recuperado 28 de febrero de 2016, a partir de [http://americalatina.pmi.org/~media/files/latam/colombia/2012\\_co\\_cruz.aspx](http://americalatina.pmi.org/~media/files/latam/colombia/2012_co_cruz.aspx)
- Dahl, P., Horman, M., Pohlman, T., & Pulaski, M. (2005). Evaluating design-build-operate-maintain delivery as a tool for sustainability, (814), 267–784407541. [http://doi.org/10.1061/40754\(183\)27](http://doi.org/10.1061/40754(183)27)
- DANE. (2015). Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción - III trimestre de 2015. *Boletín Técnico*, (23), 1–4.
- Departamento Nacional de Planeación. (2014). Guía para la construcción y estandarización de la Cadena de valor.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (s. f.). DANE.

- Díaz Porras, H., Rivera Sánchez, O. G., & Guerra Galvis, J. A. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual, *11*(1), 32–53.
- Dinero. (1999). La revolución de los ERP. Recuperado 29 de febrero de 2016, a partir de <http://www.dinero.com/economia/edicion-impresa/articulo/la-revolucion-erp/13140>
- Dinero. (2006). Gerencia de proyectos. *DINERO*. Recuperado a partir de <http://www.dinero.com/edicion-impresa/management/articulo/gerencia-proyectos/35519>
- DOING BUSINESS, G. B. M. (2015a). Manejo de permisos de construcción. Recuperado 2 de marzo de 2016, a partir de <http://espanol.doingbusiness.org/data/exploretopics/dealing-with-construction-permits#close>
- DOING BUSINESS, G. B. M. (2015b). Manejo de permisos de construcción en Colombia. Recuperado 2 de marzo de 2016, a partir de <http://espanol.doingbusiness.org/data/exploretopics/dealing-with-construction-permits/colombia/>
- Duque Carmona, S. D. (2013). *Building Information Modeling (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD): Caso de estudio de detección de incongruencias en un proyecto de edificación*. Universidad Politecnica de Valencia.
- El Tiempo. (2015). Construcción de viviendas moverá \$ 31,8 billones en el 2016. *Economía*, p. 3. Recuperado a partir de <http://www.eltiempo.com/economia/sectores/sector-de-la-construccion-planea-crecer-en-2016/16419269>
- Espinoza, A., Ramirez, H., Sánchez, F., Maza, J., & Vilela, R. (2014). METODOLOGÍAS ÁGILES EN TI. Recuperado 27 de febrero de 2016, a partir de <http://es.slideshare.net/huraja/metodologas-giles-en-ti>
- Extreme Programming. (2009). Extreme Programming: A Gentle Introduction. Recuperado 13 de febrero de 2016, a partir de <http://www.extremeprogramming.org/>
- FACSA Ingeniería S.A.S Servicios de Construcción e Interventoría. (2015). OPUS. Recuperado 21 de marzo de 2016, a partir de <http://opuscolombia.com/>
- Forero Ramírez, S., Ortega, K., & Sarmiento, V. (2015). *Perspectivas del sector edificador en Colombia 2016. Estudios Económicos CAMACOL*. Recuperado a partir de [http://camacol.co/sites/default/files/secciones\\_internas/Informe Econ%C3%B3mico No 73.pdf](http://camacol.co/sites/default/files/secciones_internas/Informe_Econ%C3%B3mico_No_73.pdf)
- García Covisa, L. (2014). Los contratos relacionales y su aplicación al sector de la edificación. Recuperado 14 de febrero de 2016, a partir de <http://www.tallergestiontecnica.com/los-contratos-relacionales-y-su-aplicacion-al-sector-de-la-edificacion/>
- Gil, M. (2015). ¿Por qué una metodología para la gestión de proyectos? Recuperado 8 de febrero de 2016, a partir de <http://nae.es/por-que-una-metodologia-para-la-gestion-de-proyectos/>
- Guía soluciones TIC. (s. f.). SINCO ERP. Recuperado 26 de marzo de 2016, a partir de <http://www.guiadesolucionestic.com/soluciones-verticales/sector-construccion/construccion-ingenieria-civil/1916-sinco-erp>

- Guía soluciones TIC. (2015). Sistemas ERP, Colombia - Soluciones Integrales | Software Sistemas ERP. Recuperado 29 de febrero de 2016, a partir de <http://www.guiadesolucionestic.com/sistemas-de-informacion/sistemas-erp/sistemas-erp-soluciones-integrales>
- Gutiérrez, A. (2011). Los 7 desperdicios de la construcción. Recuperado 28 de febrero de 2016, a partir de <https://construccionlean.wordpress.com/2011/06/06/los-7-desperdicios-de-la-construccion/>
- Henao, M. C. (2015). Gestión de Proyectos bajo el enfoque del Project Management Institute (PMI) (p. 64). Medellín.
- Ikuma, L., & Nahmens, I. (2008). Making modular homebuilding lean and safe. *Industrial Engineer*, 26–32.
- International Project Management Association. (2015). IPMA Competence Baseline: ICB. Recuperado 28 de febrero de 2016, a partir de <http://www.ipma.world/certification/competence/ipma-competence-baseline/>
- Investigación de Operaciones. (2012). CPM (Critical Path Method) - Método de la Ruta Crítica. Recuperado 28 de febrero de 2016, a partir de <http://www.investigaciondeoperaciones.net/cpm.html>
- ISO. (2012). ISO 21500:2012 - Guidance on project management. Recuperado 13 de febrero de 2016, a partir de [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail?csnumber=50003](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=50003)
- Ivaniszyn, S. N., & Rambo, A. (2014). Método de Desarrollo de Sistemas Dinámicos (DSDM). Recuperado 27 de febrero de 2016, a partir de <http://www.aulavirtual-exactas.dyndns.org/claroline/backends/download.php?url=L1ByZXNIbnRhY2lvbmVzL0c2X0RTRE1fUHJlc2VudGFjaW9uLnBkZg%3D%3D&cidReset=true&cidReq=2014ANIN2>
- Jáuregui, A. (2001). Principios de la administración científica, Taylor y Ford. Recuperado 23 de febrero de 2016, a partir de <http://www.gestiopolis.com/principios-de-la-administracion-cientifica-taylor-y-ford/>
- Korkmaz, S., Riley, D., & Horman, M. (2011). Assessing Project Delivery for Sustainable, High-Performance Buildings Through Mixed Methods. *Architectural Engineering and Design Management*, 7(4), 266–274. <http://doi.org/10.1080/17452007.2011.618675>
- Kovac Silvis, J. (2015). Mixed Meth, Akron Children’s Hospital. *HCD Magazine*, 11.
- Lachi Ramos, J. L. (2015). Habilidades de un gerente de proyecto exitoso. Recuperado 29 de mayo de 2015, a partir de [https://www.academia.edu/4242891/Habilidades\\_de\\_un\\_gerente\\_de\\_proyecto\\_exitoso\\_Juan\\_Luis\\_Ramos\\_Lachi\\_SE\\_PMI\\_UNI](https://www.academia.edu/4242891/Habilidades_de_un_gerente_de_proyecto_exitoso_Juan_Luis_Ramos_Lachi_SE_PMI_UNI)
- Lean Construction Enterprice. (2012). Last Planner (El Último Planificador). Recuperado 21 de marzo de 2016, a partir de <http://www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/last-planner>
- Lean Construction Enterprise. (2012). Historia del sector de la construcción en Colombia: 1972-2012. Recuperado 3 de marzo de 2016, a partir de <http://www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/historia-del-sector>
- Letelier, P., & Penadés, M. C. (2006, abril 15). Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP). *Técnica Administrativa* issn:1666-1680.

Recuperado a partir de <http://www.cyta.com.ar/ta0502/v5n2a1.htm>

- Ljevo, Ž., & Vukomanović, M. (2013). Characteristic Project Management Model Found in Construction Companies of Bosnia and Herzegovina. *Technical Gazette* 20, 3651, 689–696.
- Lledó, P. (2013). Director de Proyectos. Recuperado 28 de junio de 2015, a partir de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/210109/01.\\_DIRECTOR\\_DE\\_PROYECTOS.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/210109/01._DIRECTOR_DE_PROYECTOS.pdf)
- Lledó, P., Rivarola, G., Mearu, R., & Cucchi, D. (2006). Administración LEAN de proyectos Eficiencia en la gestión de múltiples proyectos.
- Lucea, R., & Lessard, D. (2010). Cómo mantienen su ventaja competitiva las multinacionales de economías emergentes? El caso de CEMEX. *Universia Business Review*, 25, 76–97.
- Martínez, P., González, V., Fonseca, E. Da, & Valparaíso, U. De. (2009). Integración conceptual Green-Lean en el diseño , planificación y construcción de proyectos. *Revista Ingeniería de Construcción*, 24, 5–32.
- Matienzo Cruz, F. C. (2013). Costos de Construcción. *Editorial Digital, Tecnológico de Monterrey*, 23–44.
- McGraw Hill Construction, & AIA California Council. (2009). Integrated Project Delivery. *Engineered Systems*, 26(1), 108–108. Recuperado a partir de <http://www.csa.com/partners/viewrecord.php?requester=gs&collection=TRD&p;recid=201004B90300712MB>
- McLaughlin, M. (2013). Agile Methodologies for Software Development. Recuperado 13 de febrero de 2016, a partir de <https://www.versionone.com/agile-101/agile-methodologies/>
- Mojica Arboleda, A., & Valencia Rivera, D. F. (2012). *Implementación de las metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana Bogotá.*
- Montes Guerra, M. I., Gimena Ramos, F. N., & Díez Silva, H. M. (2013). Estándares y metodologías: Instrumentos esenciales para la aplicación de la dirección de proyectos. *Revista de tecnología*. Recuperado a partir de [http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/revista\\_tecnologia/volumen12\\_numero2/1Articulo\\_Rev-Tec-Num-2.pdf](http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/revista_tecnologia/volumen12_numero2/1Articulo_Rev-Tec-Num-2.pdf)
- Moro, J. (2010). Ejemplo de Fast Tracking en un proyecto. Recuperado 28 de junio de 2015, a partir de <http://www.gedpro.com/Comunidad/Blogs/tabid/69/EntryId/422/Ejemplo-de-Fast-Tracking-en-un-proyecto.aspx>
- Nuevo Rosado, J. J. (2012). CMMI v1.3. Recuperado 27 de febrero de 2016, a partir de <http://cmmiv13encastellano.blogspot.com.co/p/cmmi-v-13-en-castellano.html>
- Ocampo Hurtado, J. G. (2015). LA GERENCIA BIM COMO SISTEMA DE GESTIÓN PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN. *Gerencia Tecnológica Informática*, 14, 17–29.
- Olivencia Méndez, E. (2012). Ponencia de LEED y Edificios Verdes. Recuperado 29 de mayo de 2015, a partir de <http://www.camarapr.org/presentaciones/Vivienda->

nov10/16-Vivienda-Ing\_Edris\_Mendez.pdf

- ORACLE. (2013). JD Edwards EnterpriseOne. Recuperado 7 de marzo de 2016, a partir de <http://www.oracle.com/us/products/applications/jd-edwards-enterpriseone/overview/index.html>
- Oracle Primavera. (12d. C.). Oracle Primavera. Recuperado 29 de febrero de 2016, a partir de <http://www.oracle.com/lad/products/applications/primavera/primavera-ec-mx-brochure-456608-esa.pdf>
- Pereyra, L. E. (2000). Investigación de Metodologías Cuantitativas y Cualitativas: Técnicas de Triangulación.
- Pinto, J. M. D. (2010). *Curso Gestión de Proyectos para curso IN 586 del DII de la U. de Chile*. Universidad de Chile. Recuperado a partir de [file:///C:/Users/MarcelaFajardo/Downloads/Paper\\_para\\_curso\\_Gesti\\_n\\_de\\_Proyectos\\_IN\\_586.pdf](file:///C:/Users/MarcelaFajardo/Downloads/Paper_para_curso_Gesti_n_de_Proyectos_IN_586.pdf)
- PMBOK documento. (1996).
- PMQuality. (2013). Técnicas para recuperar un Cronograma atrasado. Recuperado 28 de junio de 2015, a partir de <https://pmqlinkedin.wordpress.com/about/tecnicas-para-recuperar-un-cronograma-atrasado/>
- Pons Achell, J. F. (2014). Introducción a Lean Construction, 74.
- Portafolio. (2015). La economía en el 2016: lo único claro es la incertidumbre. *Econoía*, p. 2. Recuperado a partir de <http://www.portafolio.co/economia/proyecciones-economia-colombia-2016>
- Prince 2. (2016). What Is PRINCE2. Recuperado 13 de febrero de 2016, a partir de <https://www.prince2.com/uk/what-is-prince2>
- Project Management Institution. (2008). *PROJECT MANAGEMENT (PMBOK GUIDE)*.
- Project Management Professionals Certification Center. (2001). A Guidebook of Project & Program Management for Enterprise Innovation. Recuperado 13 de febrero de 2016, a partir de <http://www.pmpofy.ru/files/756/p2m.pdf>
- Qué es el PMBOK®, y cómo usarlo. (s. f.). Recuperado 25 de mayo de 2015, a partir de [http://www.liderdeproyecto.com/manual/que\\_es\\_el\\_pmbok.html](http://www.liderdeproyecto.com/manual/que_es_el_pmbok.html)
- Quirk, A. (2013). fast tracking hospital construction. *Healthcare financial management*, (March), 100–105.
- Real Academia Española. (2015). Diccionario de la lengua española, Real Academia Española. Recuperado 26 de mayo de 2015, a partir de <http://lema.rae.es/drae/?val=proyecto>
- Reilly, J. J. (2000). The management process for complex underground and tunneling projects. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 15(1), 31–44. [http://doi.org/10.1016/S0886-7798\(00\)00026-2](http://doi.org/10.1016/S0886-7798(00)00026-2)
- Riascos Escobar, A. S. (2012). *Modelo de gestión para el desarrollo de la gerencia sostenible y sustentable de proyectos de construcción*. Pontificia Universidad Javeriana Bogotá.
- Rodríguez Meza, Y. (2013). METODOLOGÍAS TRADICIONALES VS. METODOLOGÍAS ÁGILES. Recuperado 9 de febrero de 2016, a partir de

- <https://prezi.com/xpo8pdv2ghqm/metodologias-tradicionales-vs-metodologias-agiles/>
- Rodríguez, F., & Fernández, G. (2010). Ingeniería sostenible: nuevos objetivos en los proyectos de construcción. *Revista ingeniería de construcción*, 25(2), 147–160. <http://doi.org/10.4067/S0718-50732010000200001>
- Romano, D. (2010). LA PLANEACION: PROGRAMAS Y PRESUPUESTOS. Recuperado 21 de marzo de 2016, a partir de <http://administracionyplaneaciondionicio.blogspot.com.co/2010/04/programas-y-presupuestos.html>
- Ruiz Leon, C. A. (2015). Extreme programming XP. Recuperado 26 de febrero de 2016, a partir de <https://prezi.com/ce5lmimjt9kl/extreme-programming-xp/>
- Salazar López, B. (2012). PERT - Técnica de evaluación y revisión de proyectos. Recuperado 28 de febrero de 2016, a partir de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigaci%C3%B3n-de-operaciones/pert-tecnica-de-evaluacion-y-revision-de-proyectos/>
- Salazar López, B. (2013). CPM - Método de la Ruta Crítica. Recuperado 28 de febrero de 2016, a partir de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigaci%C3%B3n-de-operaciones/cpm-metodo-de-la-ruta-critica/>
- SAO Technology & CIA. S.A.S. (s. f.). SAO Technology. Recuperado 21 de marzo de 2016, a partir de <http://www.saotechnology.com/sao-technology/>
- Scrum.org. (2010). Scrum.org. Recuperado 13 de febrero de 2016, a partir de <https://www.scrum.org/About>
- Seminario, R. (2011). Ingeniería de Valor en proyectos de construcción. Recuperado a partir de <http://www.ort.edu.uy/farq/pdf/rodolfoseminariofaort051011.pdf>
- Serpell, A., Ferrada, X., Rubio, L., & Arauzo, S. (2015). Evaluating Risk Management Practices in Construction Organizations. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 194(October 2014), 201–210. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.135>
- SIEMENS. (2000). CAD / Diseño Asistido por Computadora. Recuperado 7 de marzo de 2016, a partir de [https://www.plm.automation.siemens.com/es\\_sa/plm/cad.shtml](https://www.plm.automation.siemens.com/es_sa/plm/cad.shtml)
- Tekhne Ltda Tecnología en Arquitectura e Ingeniería. (2010). CIO - Control Integrado de Obras. Recuperado 21 de marzo de 2016, a partir de <http://www.tekhne.biz/cio/>
- Ticona Condori, S. F. (2014). Metodologías Tradicionales. Recuperado 8 de febrero de 2016, a partir de <https://tallerinf281.wikispaces.com/file/view/METODOLOG%C3%8DAS+TRADICIONALES.pdf>
- Toledo, R. (2014). La extensión del PMBOK para la industria de la construcción. Recuperado 29 de mayo de 2015, a partir de <http://es.slideshare.net/RicardoToledo3/la-extensin-de-construccin-del-pmbok>
- Trigas Gallego, M. (2013). Metodología Scrum. Recuperado 26 de febrero de 2016, a partir de <http://www.quimbiotec.gob.ve/sistem/auditoria/pdf/ciudadano/mtrigasTFC0612memoria.pdf>

- Universidad de Champagnat. (2003). Encuesta, tipos y procedimiento de uso en investigación de mercados. Recuperado 24 de marzo de 2016, a partir de <http://www.gestiopolis.com/encuesta-tipos-y-procedimiento-de-uso-en-investigacion-de-mercados/>
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2010). TIPOS DE INVESTIGACIÓN - CRITERIOS. Recuperado 23 de marzo de 2016, a partir de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/100104/100104\\_EXE/capitulo\\_2\\_tipos\\_de\\_investigacion\\_\\_criterios.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/100104/100104_EXE/capitulo_2_tipos_de_investigacion__criterios.html)
- Universitat de Barcelona. (2014). ¿Qué es un diagrama de Gantt y para qué sirve? Recuperado 28 de febrero de 2016, a partir de <http://www.obs-edu.com/blog-project-management/diagramas-de-gantt/que-es-un-diagrama-de-gantt-y-para-que-sirve/>
- Valero Mateu, M. (2012). Implementación de la Gestión de Proyectos en los sistemas ERP; SAP y Primavera Project Planner. Recuperado 29 de febrero de 2016, a partir de [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/21831/Implementaci%C3%B3n Gesti%C3%B3n Proyectos en ERP \(Miguel Valero Mateu\).pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/21831/Implementaci%C3%B3n%20Gesti%C3%B3n%20Proyectos%20en%20ERP%20(Miguel%20Valero%20Mateu).pdf?sequence=1)
- Vásquez González, P. (2007). Metodologías de Gestión de Proyectos, alcance, impacto y tendencias. Recuperado 27 de febrero de 2016, a partir de [http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2007/ec-vasquez\\_g/pdfAmont/ec-vasquez\\_g.pdf](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2007/ec-vasquez_g/pdfAmont/ec-vasquez_g.pdf)
- Vazquez, L. (2008). Diferentes tipos de Software para la gestión de proyectos. Recuperado 29 de febrero de 2016, a partir de <http://equipo82gep.blogspot.com.co/2008/07/tarea-1-diferentes-tipos-de-software.html>
- Wright, S. (2007). Why would a Construction Business have a Document Management System? *Credit Control*, 70–74.
- Yorky, R. (2014). Metodología LEAN Startup. Recuperado 27 de febrero de 2016, a partir de <http://losnuevosguerreros.org/mod/glossary/view.php?g=1&mode=entry&hook=710>
- Zhang, L., Ph, D., He, J., & Zhou, S. (2013). Sharing Tacit Knowledge for Integrated Project Team Flexibility: Case Study of Integrated Project Delivery. *Journal Of Construction Engineering and Management*, 1(July), 795–805. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000645](http://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000645).