

**ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE GERENCIA DE
PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN BASADOS EN LOS PRINCIPIOS DEL PMI, LA
EXPERIENCIA Y PRÁCTICAS AGILES.**

Jhosymar Louis Pinzón Rincón

ID: 000095478

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍAS

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

FLORIDABLANCA

2016

**ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE GERENCIA DE
PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN BASADOS EN LOS PRINCIPIOS DEL PMI, LA
EXPERIENCIA Y PRÁCTICAS AGILES.**

Jhosymar Louis Pinzón Rincón

ID: 000095478

Proyecto de grado para optar por el título de Master en Ingeniería Civil

Director:

Msc. Aldemar Remolina Millan

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍAS

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

FLORIDABLANCA

02 DE AGOSTO DE 2016

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada quisiera dar las gracias a Dios por darnos la oportunidad de haber culminado un ciclo más en mi formación como profesional, para así poder aplicar los conocimientos adquiridos en el ámbito laboral y para el desarrollo y crecimiento de los mismos.

Al Ingeniero Aldemar Remolina Millán quien con su conocimiento del tema ayudo a definir el rumbo y direccionó la ejecución de esta investigación.

A mi esposa Andrea Johanna Martínez la cual día a día me impulsó a superarme y dedicarle todo el esfuerzo que fuera necesario para lograr los mejores resultados posibles.

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| Introducción | 10 |
| 1. Objetivos..... | 12 |
| 2.1. Objetivo general | 12 |
| 1.2 Objetivos específicos..... | 12 |
| 2. Marco teórico y estado del arte..... | 13 |
| 3.1 PMBOK | 13 |
| 3.2 Herramientas de gerencia ágil | 17 |
| 3.3 Sinergia entre métodos de gerencia | 18 |
| 3.3.1 Sinergia lean-BIM | 18 |
| 3.3.2 Sinergia lean-PMBOK..... | 20 |
| 3.3.3 Sinergia BIM-PMBOK..... | 22 |
| 3.3.4 Sinergia lean-ISO 9001 | 23 |
| 3.4. Herramientas de gestión de proyectos | 24 |
| 3.4.1 Juicio de expertos | 25 |
| 3.4.2 Reuniones..... | 26 |
| 3.4.3 Técnicas analíticas | 27 |
| 3.4.4 Análisis de reservas..... | 30 |
| 3.4.5 Auditorias..... | 31 |
| 3.4.6 Inspección..... | 31 |
| 3.4.7 Software de gestión de proyectos | 32 |
| 3.4.8 Técnicas de negociación..... | 33 |
| 3.4.9 Métodos de comunicación. | 33 |
| 3.5. Prácticas Ágiles..... | 34 |
| 3.6 Indicadores de gestión. | 34 |
| 4 Metodología..... | 36 |
| 4.1. Selección de herramientas | 36 |
| 4.2. Validación en base a experiencia | 38 |
| 4.3. Definición de esquema de implementación | 39 |
| 4.3.1 Reuniones..... | 39 |
| 4.3.2 Auditorias..... | 40 |
| 4.3.3 Análisis de reservas..... | 44 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.3.4 | Métodos de comunicación | 45 |
| 4.3.5 | Análisis de tendencias | 45 |
| 4.3.6 | Inspección..... | 46 |
| 4.3.7 | Técnicas de negociación..... | 48 |
| 4.3.8 | Juicio de expertos | 49 |
| 4.3.9 | Software de gestión de proyectos | 50 |
| 4.4 | Implementación de las herramientas | 50 |
| 4.4.1 | Indicadores de practicidad e impacto | 51 |
| 4.4.2 | Socialización | 55 |
| 4.4.3 | Esquemas de medición y seguimiento a la implementación..... | 55 |
| 4.4.4 | Requerimientos de la implementación | 56 |
| 5 | RESULTADOS | 58 |
| 5.1 | Selección de herramientas | 58 |
| 5.1.1 | Clasificación de herramientas | 58 |
| 5.1.2 | Evaluación de impacto | 63 |
| 5.1.3 | Herramientas ágiles | 65 |
| 5.1.4 | Compatibilidad con BIM Y LEAN..... | 66 |
| 5.2 | Validación en base a experiencia | 69 |
| 5.3 | Definición de esquema de implementación | 72 |
| 5.3.1 | Reuniones..... | 72 |
| 5.3.2 | Auditorias..... | 74 |
| 5.3.3 | Análisis de reservas..... | 75 |
| 5.3.4 | Métodos de comunicación | 78 |
| 5.3.5 | Análisis de tendencias | 80 |
| 5.3.6 | Inspección..... | 81 |
| 5.3.7 | Técnicas de negociación..... | 81 |
| 5.3.8 | Juicio de expertos | 84 |
| 5.3.9 | Software de gestión de proyectos | 84 |
| 5.4 | Fichas de implementación y asignación de responsabilidades | 84 |
| 5.5 | Implementación de las herramientas | 85 |
| 5.5.1 | Base de medición de indicadores | 93 |
| 5.5.2 | Segunda medición de indicadores | 94 |
| 5.5.3 | Medición final de indicadores | 94 |
| 5.5.4 | Tendencia de los indicadores..... | 95 |

| | | |
|---|----------------------|-----|
| 6 | DISCUSIÓN..... | 99 |
| 7 | CONCLUSIONES..... | 103 |
| 8 | RECOMENDACIONES..... | 106 |
| 9 | BIBLIOGRAFIA..... | 107 |
| | ANEXOS..... | 110 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|-----|
| Ilustración 1 Áreas del conocimiento..... | 14 |
| Ilustración 2 Grupos de procesos | 15 |
| Ilustración 3 Grupos de procesos y áreas de conocimiento..... | 16 |
| Ilustración 4 Proceso de implementación LEAN-BIM..... | 20 |
| Ilustración 5 Tipos de tendencias | 28 |
| Ilustración 6 Ejecución acumulada del presupuesto..... | 29 |
| Ilustración 7 Ejecución mes a mes del presupuesto vs curva polinómica de 2do grado | 29 |
| Ilustración 8 Tipos de indicadores | 35 |
| Ilustración 9 Años de experiencia de gerentes encuestados | 69 |
| Ilustración 10 Herramientas indispensables para gerentes..... | 70 |
| Ilustración 11 Evaluación de practicidad por gerentes | 71 |
| Ilustración 12 Evaluación de impacto por gerentes | 72 |
| Ilustración 13 Canales de comunicación | 79 |
| Ilustración 14 Pareto de materiales con mayor costo..... | 80 |
| Ilustración 15 Evolución tiempo respuesta expertos..... | 95 |
| Ilustración 16 Evolución del análisis de tendencias del presupuesto | 96 |
| Ilustración 17 Evolución del análisis de tendencias de la programación..... | 96 |
| Ilustración 18 Evolución de productos no conformes extemporáneos..... | 97 |
| Ilustración 19 Evolución de gasto de reserva del presupuesto..... | 98 |
| Ilustración 20 Impacto de los cambios en el proyecto..... | 100 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Alcance de juicio de expertos | 26 |
| Tabla 2 Comparativo software de gestión de proyectos | 32 |
| Tabla 3 Herramientas seleccionadas | 36 |
| Tabla 4 Alcance de herramientas | 37 |
| Tabla 5 Requisitos para auditor líder en auditorias | 41 |
| Tabla 6 Requisitos para auditor acompañante en auditorias | 41 |
| Tabla 7 Resumen de indicadores | 54 |
| Tabla 8 Herramientas para la gestión de la Integración..... | 58 |
| Tabla 9 Herramientas para la gestión del alcance..... | 58 |
| Tabla 10 Herramientas para la gestión del tiempo | 59 |
| Tabla 11 Herramientas para la gestión de los costos..... | 60 |
| Tabla 12 Herramientas para la gestión de la calidad | 60 |
| Tabla 13 Herramientas para la gestión del talento humano..... | 61 |
| Tabla 14 Herramientas para la gestión de las comunicaciones | 61 |
| Tabla 15 Herramientas para la gestión de los riesgos | 62 |
| Tabla 16 Herramientas para la gestión de las adquisiciones..... | 62 |
| Tabla 17 Herramientas para la gestión de los interesados | 63 |
| Tabla 18 Evaluación de impacto..... | 63 |
| Tabla 19 Impacto de primeras 5 herramientas | 64 |
| Tabla 20 Matriz de impacto de herramientas seleccionadas | 65 |
| Tabla 21 Clasificación de herramientas ágiles | 65 |
| Tabla 22 Actividades de PMI presentes en BIM y LEAN..... | 67 |
| Tabla 23 Herramientas de PMI presenten en BIM y LEAN..... | 68 |
| Tabla 24 Resultado de encuesta sobre herramientas..... | 71 |
| Tabla 25 Agenda de comité..... | 72 |
| Tabla 26 Horario de comités..... | 73 |
| Tabla 27 Roles en el comité | 73 |
| Tabla 28 Definición de criticidad baja en auditorias..... | 74 |
| Tabla 29 Definición de criticidad media en auditorias | 75 |
| Tabla 30 Definición de criticidad alta en auditorias..... | 75 |
| Tabla 31 Reservas mínimas en programación | 76 |

| | |
|--|----|
| Tabla 32 Reservas mínimas en el presupuesto | 77 |
| Tabla 33 Criterios de inspección..... | 81 |
| Tabla 34 Clasificación de las compras..... | 82 |
| Tabla 35 Matriz de responsabilidades en la implementación de herramientas..... | 84 |
| Tabla 36 Registro de consulta de expertos..... | 85 |
| Tabla 37 Registro de reuniones | 86 |
| Tabla 38 Registro de análisis de tendencias del presupuesto..... | 88 |
| Tabla 39 Registro de análisis de tendencias de la programación | 89 |
| Tabla 40 Registro de análisis de reservas en la programación | 89 |
| Tabla 41 Registro de análisis de reservas en el presupuesto..... | 90 |
| Tabla 42 Registro de inspecciones..... | 90 |
| Tabla 43 Registro de negociación de compras | 91 |
| Tabla 44 Registro de negociación de contratos | 92 |
| Tabla 45 Resultados base medición de indicadores | 93 |
| Tabla 46 Resultados segunda medición de indicadores..... | 94 |
| Tabla 47 Resultados medición final de indicadores..... | 94 |

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Encuesta aplicada a gerentes de proyectos

Anexo 2 Formato de acta de comité

Anexo 3 Lista de chequeo inspección

Anexo 4 Encuesta de percepción de la comunicación

Anexo 5 Formato de asistencia a socialización de implementación de herramientas

Anexo 6 Ficha de implementación de herramientas

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

| | |
|---------------------|--|
| TITULO: | Análisis e implementación de herramientas de gerencia de proyectos de construcción basados en los principios del pmi, la experiencia y prácticas ágiles. |
| AUTOR(ES): | Jhosymar Louis Pinzón Rincón |
| FACULTAD: | Maestría en Ingeniería Civil |
| DIRECTOR(A): | Aldemar Remolina Millan |

RESUMEN

En esta investigación se analizan e implementan las herramientas propuestas en el Project Management Body of Knowledge – PMBOK, como apoyo al desarrollo de cada una de las diez áreas de gestión que conforman el ejercicio profesional del gerente de proyectos. El análisis se realiza teniendo en cuenta criterios como la practicidad y el impacto que cada una de las herramientas propuestas tiene sobre la labor de gestión del gerente. Para realizar el análisis, se elaboró una matriz que integra las diez áreas de conocimiento con los cinco grupos de procesos del proyecto; la matriz desarrollada permitió identificar las herramientas más recurrentes y que tienen mayor impacto sobre la gestión integral del proyecto. Se contrastó la compatibilidad de un grupo de herramientas seleccionadas con las herramientas utilizadas en la gestión de proyectos ágiles y con la experiencia declarada de una muestra de gerentes de proyectos practicantes; la valoración de la experiencia declarada se realizó teniendo en cuenta el uso, la practicidad y el impacto de las herramientas seleccionadas, de manera posterior se generó una metodología de implementación de herramientas con indicadores de medición de impacto sobre los objetivos del proyecto, esta metodología se aplicó en una obra en ejecución midiendo los indicadores planteados. El análisis realizado permite concluir que con nueve herramientas se puede llevar a cabo una gestión gerencial integral de las diez áreas del conocimiento a través de todos los grupos de procesos y que con la implementación de estas se facilita la toma de decisiones por parte de un gerente teniendo como limitante para su implementación el requerimiento de herramientas informáticas que no están disponibles para todas las empresas.

PALABRAS CLAVES:

Herramientas de gerencia, Prácticas ágiles, Gestión de proyectos de construcción,

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: Analysis of tools for construction projects management based on pmi fundamentals, experience and agile practices

AUTHOR(S): Jhosymar Louis Pinzón Rincón

FACULTY: Maestría en Ingeniería Civil

DIRECTOR: Aldemar Remolina Millan

ABSTRACT

Construction Projects Management In this investigation are analyzed and Implemented the proposed tools in the Project Management Body of Knowledge - PMBOK, to support the development of each of the ten management areas to shape to the professional practice of project manager. The analysis is performed taking into account criteria: as the practicality and the impact that each of the Proposed tools have on the management work of manager. To perform the analysis, was developed a matrix that Integrates the ten areas of knowledge With the five groups of project Processes; the matrix developed allowed to Identify The most frequent tools and that Have greater impact on the overall management of the project. Was contrasted, the compatibility of a selected group of tools With the tools used in managing agile projects and With the declared experience of a sample of project managers practitioners; the valuation of the declared experience was Carried out taking into account the use, practicality and impact of selected tools, posteriorly was generated a Implementation Methodology for tools With indicators to measure impact on the project Objectives, This methodology was applied in a project in progress, measuring the proposed indicators. The analysis Allows conclude That with nine tools is possible carry out a comprehensive management practice of the ten areas of knowledge across all groups of Processes and with the Implementation of These, is Facilitates the decision by a manager Having as limiting for implementation the tools, the requirement of software That Are Not available for all companies.

KEYWORDS:

Management Tools, Agile Practices, Construction Projects Management

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

Introducción

Una de las grandes dificultades que deben afrontar los gerentes de proyectos de construcción es la falta de integración entre las metodologías, filosofías, herramientas e instrumentos de gestión que se han desarrollado a lo largo de la historia. Estudios realizados por Sanchez (2012) han puesto en evidencia la dificultad de integración que se presenta entre metodologías como la propuesta en la guía para gestión de proyectos del PMI y los postulados de Lean Construction (Construcción sin pérdidas), no obstante ha identificado aspectos de compatibilidad entre las herramientas de estas dos metodologías.

Por otra parte, la existencia de un gran número de herramientas de gestión desarrolladas tanto por la industria como por la academia y las comunidades de expertos, cada una con un enfoque muy propio de su naturaleza teórica o práctica, genera una barrera bastante difícil de superar en la medida que los gerentes no cuentan con criterios suficientes para identificar, seleccionar e implementar el grupo de herramientas más adecuado para realizar la gestión que demanda la magnitud del proyecto; Crawford (2007) demostró que los gerentes que trabajan en proyectos de construcción tienen menor manejo de herramientas gerenciales en comparación con los gerentes de otros tipos de proyectos.

Para abordar esta problemática primero nos enfocamos en la depuración de la información con la que cuenta un gerente de proyectos para desarrollar su función, para poder congrega un grupo de herramientas que pueda ser manejable, de fácil implementación y compatible con metodologías alternativas de gerencia y gestión empresarial, esto teniendo en cuenta una depuración teórica de la practicidad e impacto usando matrices que identificaran lo flexibles y útiles que son las herramientas desde el punto de vista de las actividades que permiten administrar, además de la depuración teórica se usó un instrumento tipo encuesta el cual permitió captar las opiniones de gerentes de proyecto sobre las herramientas que más han usado y las que más impacto han generado en los resultados de sus proyectos.

Adicional a la depuración de las herramientas tradicionales del PMI se analizaron cuáles de las herramientas ágiles pueden complementar las herramientas tradicionales y si estas son compatibles con las actividades que se llevan a cabo en la implementación de la filosofía Lean construction y los procesos de la metodología BIM.

Con la información completa sobre las herramientas de mayor practicidad e impacto se definió un esquema de implementación de herramientas teniendo en cuenta las partes de un proceso según la norma ISO-9001, determinando unos elementos de entrada, procesos y elementos de salida y determinando unos indicadores de desempeño que pudieran resumir si la implementación mejora la gestión de un gerente.

Teniendo como base los procedimientos, se implementaron las herramientas un proyecto de construcción tipo edificación de vivienda multifamiliar en altura, por un periodo de 12 semanas en las cuales se realizaron mediciones mensuales de los indicadores para determinar de manera individual el impacto que generaban sobre los objetivos del proyecto para así poder concluir sobre el beneficio que genera la implementación de estas herramientas contra los requerimientos que necesita un proyecto para la misma.

1. Objetivos

2.1. Objetivo general

Analizar y validar un conjunto de herramientas de gerencia de proyectos de construcción con base en los principios y postulados del Project Management Institute, la experiencia de gerentes de construcción de la región y las prácticas ágiles de gerencia de proyectos.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del conjunto de herramientas de gerenciales propuestas por PMI basado en criterios de practicidad, relevancia y compatibilidad con postulados de la filosofía Lean Construction y los procedimientos de BIM.
- Evaluar las herramientas propuestas por PMI en base a la experiencia declarada de una muestra de gerentes de proyectos de construcción de alto nivel de la región.
- Desarrollar y validar un modelo de implementación de herramientas ágiles de gerencia de proyectos de construcción.

2. Marco teórico y estado del arte

Para comprender la necesidad del desarrollo de este estudio y la importancia del mismo a continuación se va a presentar el estado del arte de las metodologías de gerencia que son la base de este estudio así como las herramientas que estas usan y los indicadores determinados para su medición.

3.1 PMBOK

El PMBOK es una guía para la Gerencia de proyectos genéricos elaborada por el Project Management Institute, el cual es una asociación sin ánimo de lucro fundada en 1969 que está conformada por más de medio millón de profesionales en gerencia, los cuales se congregan bajo este nombre, el PMI tiene como objetivo en sus propias palabras (PMI, Project Management International PMI) en su página web “avanzar la práctica, la ciencia y la profesión de la dirección de proyectos en todo el mundo, de una manera consciente y proactiva, para que las organizaciones en todas partes adopten, valoren y utilicen la dirección de proyectos, y luego le atribuyan sus éxitos a ella”

Aunque PMI como institución ofrece una gran cantidad de servicios que van desde la capacitación hasta la certificación de los profesionales, de los documentos emitidos por esta organización se tomó como referencia la guía del PMBOK, la cual concentra los procesos y herramientas para desarrollar las funciones de gerencia.

Esta guía tuvo su primera versión en 1987 y dividió la gerencia en 37 procesos claves que se llevan a cabo en un proyecto, cada versión es desarrollada originalmente en idioma inglés y posteriormente traducida al español, actualmente se encuentra vigente desde el año 2012 la versión número 5 en inglés y desde el 2013 la versión en español tiene una estructura dividida en diez áreas de conocimiento que deben ser Gestionadas por un gerente de proyectos a lo largo del ciclo de vida del mismo, estas se pueden observar en la ilustración 1:

Ilustración 1 Áreas del conocimiento



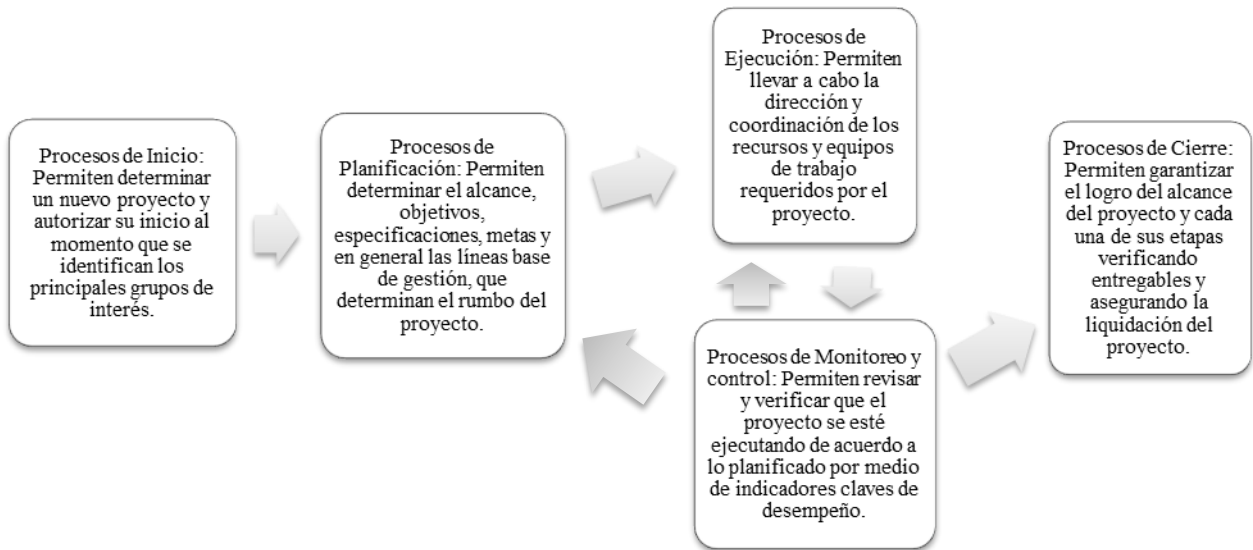
Fuente: elaboración propia.

Además de las diez áreas del conocimiento que se encuentran en el PMBOK, el PMI tiene una extensión enfocada específicamente al área de construcción (PMI, Construction extension to a Guide to the Project Management Body of Knowledge, 2013) en la cual tiene cuatro áreas adicionales las cuales son la seguridad, financiera, ambiental y reclamaciones.

En el estudio sobre la gerencia de proyectos es común abordar el análisis bajo dos puntos de vista, el primero tiene en cuenta el ciclo de vida del proyecto que normalmente se organiza en etapas cronológicas de desarrollo del mismo como la etapa de pre inversión, inversión, operación y evaluación expost (Miranda, 2005), el segundo punto de vista es el adoptado por los sistemas de gestión de calidad y el PMI, en donde se organiza el proyecto por grupos de procesos, los cuales involucran una serie de entradas, subprocesos o herramientas y productos (PMI, Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos- Quinta edición, Pensilvania, 2013). De estos dos enfoques el segundo apunta más a la forma como se desarrollan los proyectos que al resultado final de los mismos, lo cual facilita la organización del proyecto, la asignación de responsabilidades, el flujo de la información y en general el aseguramiento de la calidad y la satisfacción del cliente, lo cual constituye el principal objetivo en la gestión de un proyecto.

En el caso particular de PMI se definen los 5 grupos de procesos de la ilustración 2:

Ilustración 2 Grupos de procesos



Fuente: Elaboración propia

De manera transversal a los procesos se requiere analizar las áreas de conocimiento que incluyan todos los aspectos de gestión propios de un proyecto, desde la gestión de la integración que involucra aspectos como la dirección y coordinación del equipo de trabajo y los grupos de interés, hasta los aspectos relacionados con la gestión de las adquisiciones que tocan todo lo correspondiente con los temas contractuales.

A su vez dentro de estas diez áreas de conocimiento se encuentran los 47 procesos claves a tener en cuenta en el desarrollo de un proyecto, para comprender la estructuración del PMBOK, a continuación presenta la ilustración 3 tomada de la noticia escrita por Barato (2015) en la página del PMI España sobre el lanzamiento de la versión 5 en español, en la cual se numeran y clasifican los 47 procesos en los 10 parámetros anteriormente nombrados y también las clasifica en las etapas del proyecto las cuales son Iniciación, planeación, ejecución, control y cierre.

Ilustración 3 Grupos de procesos y áreas de conocimiento

| | INICIO | PLANIFICACIÓN | EJECUCIÓN | CONTROL | CIERRE | | | |
|--------------------|----------|---------------|-----------|---------|--------|----|--|--|
| 4. Integración | .1 | .2 | .3 | .4 | .5 | .6 | 4.1 Desarrollar el acta de constitución | 8.1 Planificar la gestión de calidad |
| 5. Alcance | .1 .2 | .3 .4 | .5 .6 | .7 | .8 | .9 | 4.2 Desarrollar el plan para la dirección | 8.2 Realizar el aseguramiento de calidad |
| | | | | | | | 4.3 Dirigir y gestionar el trabajo | 8.3 Controlar la calidad |
| 6. Tiempo | .1 .2 | .3 .4 | .5 .6 | .7 | .8 | .9 | 4.4 Monitorear y controlar el trabajo | 9.1 Planificar la gestión del recurso humano |
| | | | | | | | 4.5 Realizar el control integrado de cambios | 9.2 Adquirir el equipo del proyecto |
| 7. Costos | .1 .2 | .3 | .4 | .5 | .6 | .7 | 4.6 Cerrar el proyecto o fase | 9.3 Desarrollar el equipo del proyecto |
| | | | | | | | 5.1 Planificar la gestión del alcance | 9.4 Dirigir el equipo del proyecto |
| 8. Calidad | .1 | .2 | .3 | .4 | .5 | .6 | 5.2 Recopilar requisitos | 10.1 Planificar la gestión de comunicaciones |
| | | | | | | | 5.3 Definir el alcance | 10.2 Gestionar las comunicaciones |
| 9 Recursos Humanos | .1 | .2 | .3 | .4 | .5 | .6 | 5.4 Crear la EDT | 10.3 Controlar las comunicaciones |
| | | | | | | | 5.5 Validar el alcance | 11.1 Planificar la gestión de riesgos |
| 10. Comunicaciones | .1 | .2 | .3 | .4 | .5 | .6 | 5.6 Controlar el alcance | 11.2 Identificar los riesgos |
| | | | | | | | 6.1 Planificar la gestión del cronograma | 11.3 Realizar en análisis cualitativo de riesgos |
| 11. Riesgos | .1 .2 | .3 .4 | .5 | .6 | .7 | .8 | 6.2 Definir las actividades | 11.4 Realizar en análisis cuantitativo de riesgos |
| | | | | | | | 6.3 Secuenciar las actividades | 11.5 Planificar la respuesta a los riesgos |
| 12. Adquisiciones | .1 | .2 | .3 | .4 | .5 | .6 | 6.4 Estimar los recursos de las actividades | 11.6 Controlar los riesgos |
| | | | | | | | 6.5 Estimar la duración de las actividades | 12.1 Planificar la gestión de adquisiciones |
| 13. Interesados | .1 | .2 | .3 | .4 | .5 | .6 | 6.6 Desarrollar el cronograma | 12.2 Efectuar las adquisiciones |
| | | | | | | | 6.7 Controlar el cronograma | 12.3 Controlar las adquisiciones |
| | | | | | | | 7.1 Planificar la gestión de costos | 12.4 Cerrar las adquisiciones |
| | | | | | | | 7.2 Estimar los costos | 13.1 Identificar a los interesados |
| | | | | | | | 7.3 Determinar el presupuesto | 13.2 Planificar la gestión de los interesados |
| | | | | | | | 7.4 Controlar los costos | 13.3 Gestionar la participación de los interesados |
| | | | | | | | | 13.4 Controlar la participación de los interesados |

Tomado de: (Barato)

Dentro de cada uno de estos procesos PMI recoge las herramientas, metodologías, indicadores, planes e informes más usados y más asertivos a la hora de gerenciar un proyecto y los expone para que el gerente de proyecto pueda hacer uso de ellos en su ejercicio profesional.

Como complemento del modelo de gerencia expuesto en su contenido el PMBOK ahonda en temas que afectan la gerencia como las particularidades de la organización, la ética profesional, las responsabilidades y competencias no solo profesionales sino también interpersonales del gerente de proyectos, además de esto la guía (PMI, Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos-Quinta edición, Pensilvania, 2013) también “proporciona y promueve un vocabulario común para el uso y la aplicación de los conceptos de la dirección de proyectos dentro de la profesión de la dirección de proyectos.” dándole relevancia al tema al exaltar que “Un vocabulario común es un elemento esencial en toda disciplina profesional. El Léxico de Términos de Dirección de Proyectos del PMI proporciona el vocabulario profesional de base que puede ser utilizado de manera consistente por

directores de proyecto, directores de programa, directores de portafolios y otros interesados.”

El PMBOK ha sido implementado y probado en muchos proyecto en todo el mundo, como caso de éxito representativo se encuentra la construcción de los estadios en el mundial femenino Sub-20 de la FIFA en Chile los cuales fueron ejecutados por el Ministerio de obras públicas de Chile, este proyecto contaba con un gran desafío en términos de tiempo al contar con menos de un año para la ejecución de las obras en el cual como resultado de la aplicación del PMBOK al establecer las metas, saber en qué centrar los esfuerzos y que modelo utilizar según (PMI, Casos de estudio de PMI) “se entregaron a tiempo y dentro del presupuesto los cuatro estadios a finales de octubre del 2008, siendo el tiempo suficiente para preparar el Campeonato Mundial de Fútbol Femenino Sub-20 de FIFA.”

3.2 Herramientas de gerencia ágil

Con el pasar del tiempo y a medida que los proyectos cada vez deben ser desarrollados en un menor tiempo son crecientes las herramientas que se han generado para hacer una gerencia ágil de proyectos y llevarlos a buen término, por esta razón el PMI no ha sido ajeno a este fenómeno y ha compilado una serie de herramientas ágiles de gerencia de proyectos y a su alrededor ha diseñado una certificación que según sus propias palabras (PMI, PMI, Agile Certified Practitioner (PMI_ACP) Handbook, 2015) “, la certificación PMI-ACP lleva a un mayor nivel de credibilidad profesional, ya que requiere una combinación de entrenamiento ágil, experiencia trabajando en proyectos ágiles, y el examen de los principios ágiles, prácticas, herramientas y técnicas. Esta certificación global también apoya a los individuos para satisfacer las necesidades de las organizaciones que confían en los profesionales de proyectos para aplicar una diversidad de métodos para la gestión de proyectos.”

La certificación se justifica en que “La gerencia ágil es un tema de creciente importancia en la gestión de proyectos. El mercado refleja esta importancia, como profesionales de la gestión de proyectos abarcan cada vez más la gerencia ágil como una técnica para la gestión de proyectos exitosos. La certificación PMI-ACP reconoce la experiencia de un individuo en el uso de prácticas ágiles en sus proyectos, al tiempo que demuestra su mayor versatilidad profesional a través de herramientas y técnicas ágiles.”

Los temas evaluados en la certificación y estudiados por PMI se dividen en 10 grupos:

1. Comunicación
2. Planeación, monitoreo y adaptación.
3. Estimación
4. Análisis y diseño
5. Calidad
6. Habilidades de negociación
7. Priorización basada en el valor
8. Gerencia del riesgo
9. Métricas
10. Análisis del flujo de valor.

De cada uno de estos grupos se desprenden una serie de herramientas que de fondo son adaptables, fáciles de implementar, no requieren software especializado y deben llevar a un proyecto a su buen término, la base de cada una de estas herramientas es que un profesional con su experiencia debe ser capaz de desarrollarlas aun si no cuenta conocimientos teóricos.

3.3 Sinergia entre métodos de gerencia

Parte de la complejidad al momento de dirigir un proyecto se da por la segregación de la información de los diferentes métodos de gerencia, respecto a esto algunos autores han investigado sobre la sinergia que tienen los diferentes métodos y herramientas.

3.3.1 Sinergia lean-BIM

Desde su mismo concepto es fácil identificar que Lean Construction y Building Information Modeling tienen mucho en común, coincidiendo aun en muchos de sus principios rectores, centrados en los dos casos en reducir la incertidumbre en la construcción, facilitar y hacer más confiable la planificación, mejorar la flexibilidad en los productos y eliminar reprocesos que no generan valor al producto por esta razón la sinergia entre estas dos metodologías es la que más se ha investigado mediante estudios de caso ya sea en empresas de construcción que tienen implementado BIM y posteriormente toman la decisión de complementar los procesos con la filosofía Lean Construction o viceversa.

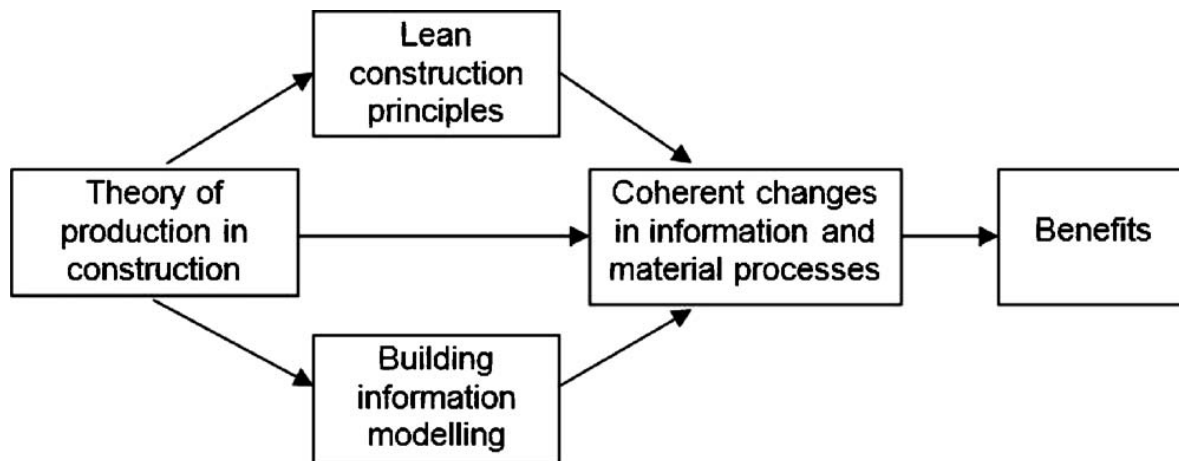
Aunque es casi que obvia la relación de estas dos metodologías no es muy común encontrar datos que prueben los beneficios de su implementación conjunta en empresas constructoras por fuera de la academia, esto ocurre por varias razones, inicialmente porque son manejadas por departamentos diferentes en la empresa, el BIM es manejado por los arquitectos responsables del diseño o por el departamento encargado de hacer la gestión de los mismos, en cambio Lean normalmente es manejado por personal adscrito a una unidad del proceso de producción, por lo cual cada una de estas filosofías es dirigida de manera independiente, en segundo lugar no necesariamente una empresa que haya incursionado en Lean lo ha hecho a su vez en BIM y viceversa, por lo cual se dificulta hallar una empresa constructora en la que exista una real integración entre estos dos métodos y hayan sido evaluados en conjunto.

En algunos estudios de caso se profundiza en las formas de facilitar este engranaje, en su estudio de caso en infraestructura Clemente (2012) propició una etapa del proceso de modelación BIM, la cual fuera participativa e incluía al personal adscrito al proceso de operación de la empresa, para que se encargara de validar la información contenida en el modelo y darle el sentido constructivo para que esta pudiera ser usada en los demás pasos del proceso productivo, en estos nuevos espacios fue necesario contar con un moderador el cual además de dar la pauta sobre la metodología podía realizar los cambios al modelo en tiempo real, después de implementarlo y recolectar información a través de entrevistas, observación y análisis documental fue fácil poder percibir los resultados, en este caso en particular se obtuvieron beneficios en logística, coordinación, colaboración y planeación, comunicación, seguridad y visualización.

Aunque las herramientas de Lean Construction tradicionalmente se han usado en las etapas del proceso productivo y a las actividades de apoyo que la acompañan, algunos arquitectos han llevado el Last Planner a las etapas del modelado BIM para mejorar los tiempos, investigadores como Khan (2014) han obtenido resultados muy positivos que indican que el mismo efecto obtenido en el área de producción se puede replicar en el área de diseño, mejorando la confiabilidad de los compromisos, involucrando a los responsables de las tareas y recopilando información que permitiera una toma de decisiones más acertadas sobre la asignación de recursos, la programación y la coordinación de las actividades.

Como se plantea en algunas sinergias es importante conocer de los expertos de qué forma se debe realizar la implementación, si comenzar por implementar BIM y posteriormente Lean, viceversa o los dos al tiempo, en términos generales expertos como Sacks, Et al (2010), recomiendan que en algunos casos se debe implementar primero Lean debido a que las herramientas implementadas en Lean como se vio anteriormente pueden facilitar el cumplimiento de las metas en tiempo de BIM, pero como regla general si no se puede hacer un análisis específico de la organización es recomendable que se implementen las dos al tiempo como se ve en la siguiente ilustración tomada de los autores antes mencionados y la implantación se ejecute en pequeños pasos.

Ilustración 4 Proceso de implementación LEAN-BIM



Fuente: (Sacks, Koskela, Bhargav A., & Owen, 2010)

3.3.2 Sinergia lean-PMBOK

Aunque la filosofía Lean construction ha alcanzado una masificación en todos los países del mundo nunca se ha podido relacionar directamente con el PMBOK hasta el punto en que en el papel el PMBOK Quinta versión no se nombra la palabra Lean Construction ni una sola vez y en la práctica los dos métodos no llegan a ser excluyentes el uno del otro como lo afirma Sanchez (2012) en la revista Dyna “En los últimos años los principios del pensamiento Lean han sido aplicados al área de la construcción, hasta el punto de convertirse en un sistema diferenciado de Dirección de Construcción denominado “Lean Construction”. Ello ha llevado a algunos autores que defienden el sistema a estimar que los proyectos que tengan cierto grado de incertidumbre no pueden ser gestionados con las técnicas de Dirección de Proyectos del PMBOK y deben ser gestionados con el modelo específico desarrollado por el “Lean Construction Institute”

Además de lo expuesto por Sanchez, desde el inicio de la filosofía Lean Construction, sus gestores y mayores impulsores han sostenido que es incompatible con los métodos de dirección de proyectos de construcción tradicionales, por razones que se remiten a la base misma de la planificación propuesta por Project Management Institute en el PMBOK la cual se basaba en el Método de la ruta crítica, con el cual no estaban de acuerdo los principales pensadores de Lean Construction los cuales sostenían que la planificación debía ir centrada a eliminar la variabilidad en las actividades y no a controlar las actividades críticas según su comienzo y fin.

En el año 2008 como parte de la versión 4 del PMBOK, Project Management Institute adicionó un nuevo método de planificación denominado CCM Critical Chain Management o Cadena Crítica que se basa en que la distribución de las actividades y el cálculo de sus duraciones depende de los recursos limitados que consumen y deben planificarse de tal manera que se haga uso racional de estos recursos para evitar la variabilidad de los procesos, en este punto se eliminó la restricción principal entre los métodos de planificación de Lean Construction y PMI y un grupo de personas pudo comenzar a trabajar en hacer compatibles estas dos filosofías.

Como parte de un análisis particular de una empresa privada de construcción de la ciudad de Bucaramanga(2015) se pudo identificar cuáles son las herramientas más adecuadas para realizar la planificación en los tres niveles (corto, mediano y largo plazo), dando como resultado que las herramientas de Lean Construcción como el Last Planner basado en las mediciones de cinco minutos y la toma de rendimientos particulares, son efectivas para realizar la planificación a mediano y corto plazo dado que involucran al personal más próximo a la ejecución y se desagregan de manera muy específica, pero la Cadena crítica es muy efectiva para determinar con precisión la programación a largo plazo dado que facilita el encadenamiento de muchas tareas y la interacción de sus recursos, además de la posibilidad de incluir Buffers(colchones) en el tiempo total de ejecución, por lo cual estas dos técnicas se pueden complementar en un único método de planificación el cual logre resultado visibles en todos los niveles.

Por último y aunque no se dice taxativamente en la última versión del PMBOK uno de sus mayores cambios fue la inclusión del proceso de Gestión a los interesados en cual se busca en sus propias palabras “lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto” (PMI, Construction extension to a Guide to the Project

Management Body of Knowledge, 2013) el cual es prácticamente el mismo objetivo de la principal herramienta de Lean Construcción, el Last Planner el cual busca involucrar a los interesados del proyecto en la planificación y toma de decisiones del proyecto para eliminar la incertidumbre y comprometer estas personas o compañías con los objetivos específicos del mismo.

3.3.3 Sinergia BIM-PMBOK

Al igual que Lean Construction, la palabra BIM o modelado virtual no aparece ni una sola vez nombrada de manera textual en el PMBOK, no se hace referencia a la herramienta ni a la metodología de uso de la misma, esto se puede atribuir a que popularmente BIM impacta la etapa de diseño desde el punto de vista del diseñador y no del propietario o promotor del proyecto, pero como se describió al momento de hablar de BIM alrededor del mundo se han probado las mejoras que puede traer al proceso productivo la inclusión de la herramienta BIM.

La división de estas dos filosofías se puede dar por múltiples razones que en la mayoría de los casos se dan por razones subjetivas y de percepción del mercado, pero (Broquetas, 2010) en su tesis de Maestría intentó verificar las razones por las cuales se dificulta integrar las funciones y herramientas de BIM a las funciones y herramientas de un Gerente de Proyectos , encontrando que se da por dos situaciones, la primera es porque generalmente el Gerente del Proyecto no tiene a su cargo el Personal BIM porque este no tiene conocimiento profesional ni experiencia específica del tema, el cual regularmente se encuentra subordinado de un gerente de diseño o de tecnologías y segundo porque en los sitios de producción no se cuenta con la estructura informática para soportar el BIM.

En sus conclusiones también exalta que si se pueden eliminar estas barreras mediante la capacitación de los gerentes y la adecuación de un soporte técnico en los sitios de desarrollo de los proyectos, se podrían encontrar mejoras substanciales en el rol que juega el Gerente del proyecto y a modo de consejo cita

“Once a new technology rolls over you, if you're not part of the steamroller, you're part of the road.”

(Steward Brand, citado en Onuma, 2009)

Traducción “*Cuando una tecnología da la vuelta, si tú no eres parte de la aplanadora, tu eres parte del camino*”

3.3.4 Sinergia lean-ISO 9001

Estas dos herramientas o filosofías de trabajo tienen un objetivo común y es el mejoramiento continuo de los procesos productivos y administrativos para mejorar el desempeño de las empresas, en los dos casos intentando reducir los productos no conformes que para el caso de Lean Construcción representa pérdidas que no generan valor al producto, por esta razón la sinergia o compatibilidad de estos es una de las más estudiadas en la academia y en el ejercicio profesional.

Algunos autores como Gonzalez de entrada afirman que Lean construction y la norma ISO-9001 son compatibles y que además de esto se complementan y refuerzan la una a la otra, argumentando cuatro cosas:

- Para la implementación de las dos se requiere una alta dirección comprometida.
- El enfoque a procesos de la norma ISO-9001 facilita la implementación de Lean abriendo la perspectiva de no solo los procesos de producción sino también los administrativos.
- Las dos requieren ser medidas mediante indicadores que den una visión del desempeño en eficiencia y eficacia del proyecto y de la organización.
- Lean se liga a los requisitos de la ISO-9001, al deber ser considerado como un proceso, implementar cambios en el proceso y requerir compromiso de la dirección.

Después de que un propietario de una empresa de construcción se decide a optar por la implementación de la norma ISO-9001 y Lean construction puede preguntarse qué se debe implementar primero o si los dos deben ser implementados al tiempo, al dar un vistazo el libro Lean ISO 9001 de Micklewright (2010) , la mayor bibliografía disponible al respecto se puede identificar que iniciar el proceso de implementación de los dos al tiempo es inoportuno pues al momento de iniciar con Lean es difícil conocer el tamaño y alcance que podrá tener el mismo por lo cual se puede sub o sobreestimar dentro de la definición de los procesos, de los indicadores y de la interacción de los procesos, en cambio al iniciar el proceso de implementación de Lean construction con un sistema de gestión de la calidad

ya afianzado se evita la mayoría de problemas de definición de interacción entre procesos y la comunicación entre los mismos.

Para facilitar el proceso se han hecho intentos de elaborar guías para que agilicen la implementación de Lean en una empresa con un sistema de gestión de la calidad ya afianzado, el intento más completo fue llevado a cabo por Chiarini (2011) con la ayuda de 107 empresas con las características antes descritas, con todas estas experiencias se logró generar una guía de aplicación mediante la cual “Los profesionales y consultores podrían utilizar la guía para la aplicación futura pensamiento lean dentro de un sistema de gestión de calidad, sobre todo analizando el impacto en la documentación (por ejemplo, manual de calidad, procedimientos e instrucciones de trabajo). Por otra parte, los profesionales y académicos podrían utilizar partes de la guía presentada con el fin de discutir y proponer nuevas formas para integrar el pensamiento lean e ISO 9001.”

3.4. Herramientas de gestión de proyectos

Las herramientas de gestión facilitan el análisis de datos y/o la toma de decisiones y/o el transporte de la información entre los procesos, a través de instrumentos tangibles o intangibles utilizados por la gerencia y su equipo.

De cada una de las áreas de experiencia planteadas por el PMI se derivan una serie de herramientas que de fondo son adaptables, fáciles de implementar, no requieren software especializado y permiten llevar a un proyecto a su buen término, la base de cada una de estas herramientas es que un profesional con una experiencia básica debe ser capaz de utilizarlas aun si no cuenta con conocimientos teóricos.

En estudios realizados por Blomquist (2010), sobre el impacto que generan las herramientas planteadas de manera teórica en los resultados del proyecto se ha cambiado el enfoque de investigación otorgando mayor importancia a los practicantes y al uso que estos le dan a las herramientas y pasando a un segundo plano la investigación teórica de las mismas.

(C. Besner, The perceived value and potential contribution of project management practices to project success, 2006) analizaron los resultados de una encuesta aplicada a 756 gerentes de los cuales un alto porcentaje eran PMP's (Project Management Profesional) obteniendo como resultado que la mayoría de las herramientas utilizadas tienen impacto en

la etapa de planeación y desarrollo, además de esto las herramientas de uso más extensivo no están catalogadas entre las herramientas del (PMI, Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos-Quinta edición, Pensilvania, 2013) y son de uso genérico, este estudio permitió identificar que las cuatro con mayor valor intrínseco declarado por los gerentes son:

- Software para la programación de tareas
- Declaración del alcance
- Análisis de requerimientos
- Lecciones aprendidas / post- mortem

Por otra parte se puede asegurar con base en investigaciones como la de Zhyzhneuski (2016) que durante la última década el uso de software de gestión de proyectos ha ganado protagonismo como herramienta de gestión en muchos de los procesos de gerencia de proyectos.

En estudios posteriores realizados por (C. Besner, Project Management Practice, Generic or Contextual: A Reality Check, 2008) se replantea la importancia dada por PMI a un grupo de herramientas que según lo declarado por lo gerentes tiene muy bajo nivel de uso y como tal fueron clasificadas como herramientas con uso muy limitado, inclusive en compañías muy maduras donde se esperaba que los gerentes dieran más uso a las herramientas especializadas.

En los estudios realizados por Broquetas (2010) sobre el uso del sistema BIM (Building information modeling) como una herramienta que permite integrar diseños con la gestión de costo, tiempo y calidad del proyecto, se han evidenciado los múltiples beneficios que redundan en una gestión más eficiente del gerente de proyectos; lo anterior contrasta con la poca relevancia dada por PMI al uso de herramientas que permiten el modelado de los productos previo a su ejecución.

3.4.1 Juicio de expertos

El juicio de expertos es una herramienta mediante la cual un asesor basado en su conocimiento y experiencia emite un concepto sobre un tema específico, a solicitud del gerente de proyecto en casos en que exista desconocimiento o duda por parte del mismo.

La solicitud del juicio de expertos dentro de los proyectos de construcción se puede dar en diferentes etapas del proyecto y para diferentes áreas tanto así que como se ve en la tabla 1 es la herramienta que más áreas del conocimiento y grupos de procesos abarca dentro del PMBOK.

Tabla 1 Alcance de juicio de expertos

| AREAS | Inicio | Planificación | Ejecución | Monitoreo y control | Cierre |
|-----------------|--------|---------------|-----------|---------------------|--------|
| Integración | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Alcance | | 1 | | | |
| Tiempo | | 1 | | | |
| Costo | | 1 | | | |
| Calidad | | | | | |
| Recursos humano | | 1 | | | |
| Comunicaciones | | | | 1 | |
| Riesgos | | 1 | | | |
| Adquisiciones | | 1 | 1 | | |
| Interesados | 1 | 1 | | 1 | |

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Reuniones

Una reunión es la acción de congregar a varias personas a una hora determinada y en un mismo espacio físico o virtual con la finalidad de compartir información.

Las reuniones son una pieza fundamental de la comunicación y el seguimiento de los proyectos siempre y cuando sea un espacio que cuente con unas reglas claras y se prepare con anticipación, las reuniones casuales o esporádicas son improductivas y dificultan el seguimiento.

Una reunión debe contar con al menos los siguientes pasos:

- Bienvenida: Saludo y presentación de los integrantes habituales y nuevos del comité.

- Orden del día: Se enuncian los temas y las duraciones programadas para el comité y se contextualiza sobre los temas a tratar.
- Desarrollo del orden del día: se debe hacer referencia a compromisos anteriores sobre los temas, debatir los temas nuevos.
- Cierre. Conclusiones, asignación de nuevos compromisos y agenda de nueva reunión

3.4.3 Técnicas analíticas

Las técnicas analíticas comprenden todas las técnicas utilizadas para evaluar, analizar o pronosticar resultados potenciales en base a posibles modificaciones de variables del proyecto o variables ambientales y sus relaciones con otras variables, para el caso específico se seleccionó el análisis de tendencias como la técnica analítica más conveniente a usar en los proyectos de construcción dado que funciona para el control y la ejecución del costo, tiempo y calidad.

De acuerdo a las condiciones propias de cada proyecto se debe elegir la proyección más indicada, en la literatura se pueden encontrar múltiples proyecciones más allá de la lineal, según (Minnaard, 2010) para resolver problemas de ingeniería se debe acudir a los modelos no lineales tales como el exponencial, logarítmico y polinomial, a continuación se describirán los tipos de proyección existentes para que se pueda evaluar su utilidad:

Lineal: Cuando los datos tienen una tendencia parecida a una línea recta con pendiente positiva o negativa, este tipo de regresión es útil cuando una actividad se ejecuta en tiempo o dinero de manera constante con una misma tasa de gasto.

Exponencial: Los datos solo son ascendentes, aumentan de manera constante pero no abrupta, esta se acomoda a las actividades que aumentan su ritmo de manera constante a lo largo de toda su ejecución

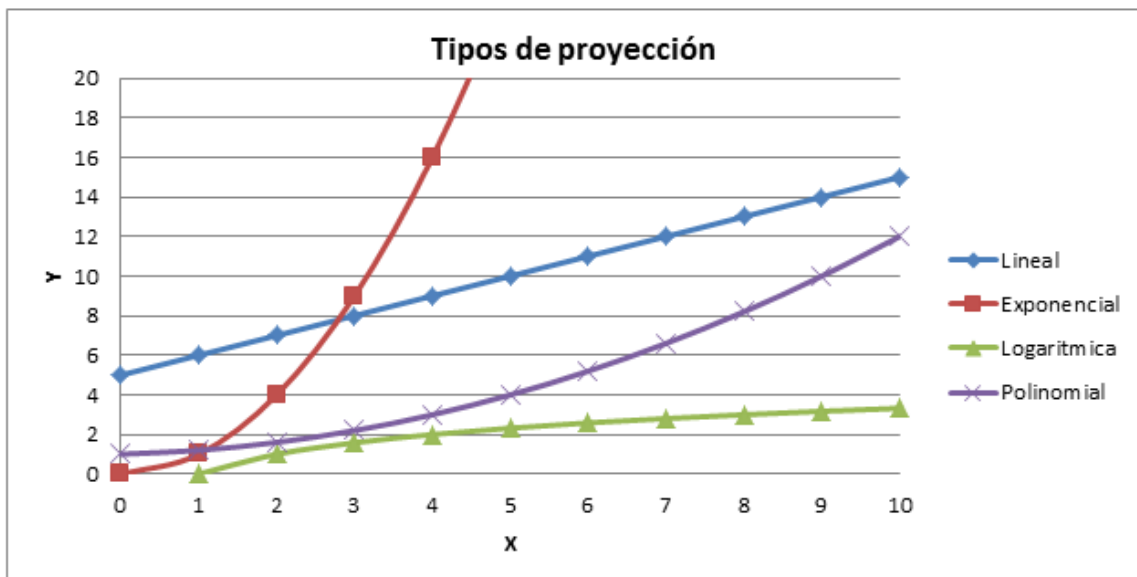
Logarítmica: Los datos son generalmente ascendentes y tiene un cambio abrupto en el primer cuartil de los datos, este tipo de predicción se adapta a las actividades que tiene un momento en el que su ejecución aumenta de manera abrupta no coincidente con los demás periodos de tiempo.

Polinomial: Es la proyección más adaptable a la ejecución presupuestal y de programación general, en cuanto al polinomio sea de mayor grado pero el manejo de los datos es más

difícil y no se adaptan entre diferentes proyectos por lo cual no se recomienda tener polinomios mayores a segundo grado.

En la ilustración 5 se pueden observar en un mismo plano los cuatro tipos de proyección más usados:

Ilustración 5 Tipos de tendencias



Fuente: Elaboración propia

Para acercar estos métodos estadísticos a la construcción, si se grafica la ejecución acumulada los costos y la programación del proyecto general a lo largo del tiempo en la mayoría de los casos se va a encontrar un curva con una aspecto similar a una letra "s", en la ilustración 6 se puede ver una representación gráfica:

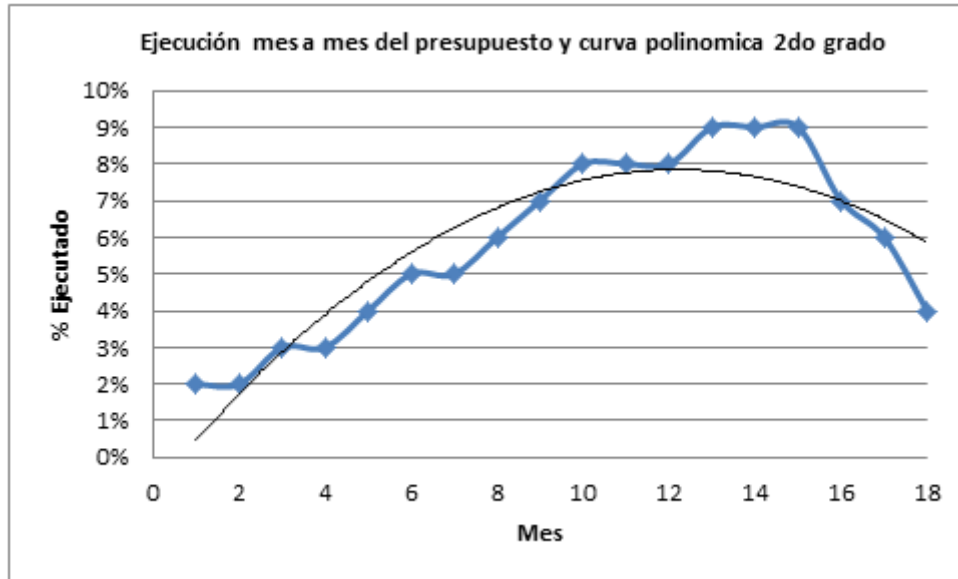
Ilustración 6 Ejecución acumulada del presupuesto



Fuente: Elaboración propia

Estos datos mes a mes, tienen una tendencia polinomial de grado 2 según lo investigado por Navarro (2006) como se puede observar en la ilustración 7.

Ilustración 7 Ejecución mes a mes del presupuesto vs curva polinómica de 2do grado



Fuente: Elaboración propia

Para estos mismos dos parámetros si se miden las actividades de manera individual se van a obtener en su mayoría tendencias lineales dado que aunque las actividades regularmente tiene variaciones a lo largo del tiempo estas variaciones se encuentran sobre una línea base que es proyectada de manera lineal, por esta razón una de las herramientas más conocidas para la gestión del tiempo, Microsoft Project basa sus proyecciones en modelos lineales.

3.4.4 Análisis de reservas

Se refiere a todos los análisis que se realizan para determinar y dar seguimiento a las reservas que se planifican en cada una de las áreas del proyecto con el fin de amortiguar los imprevistos o problemas que surjan a lo largo del mismo.

Para poder implementar un análisis de reservas para controlar el cronograma y el costo de un proyecto primero se debe definir tanto en magnitud como en ubicación las reservas o buffers de cada actividad, subcapítulo, capítulo y del proyecto global de manera tal que pueden absorber los posibles imprevistos que tenga el proyecto.

A medida que la información se actualiza de manera más oportuna el análisis se puede realizar con una menor periodicidad por lo cual es prioritario que la definición del seguimiento obedezca a la oportunidad que tenga la empresa de mantener actualizada su base de datos sobre la ejecución en tiempo y en costo de los proyectos.

Para facilitar la medición del consumo de las reservas en la programación es necesario crear en el programa hitos de seguimiento los cuales no tiene duración y representan a los grupos de actividades definidos en las tablas anteriormente mostradas.

3.4.5 Auditorias

En las empresas que cuentan con un sistema de gestión de calidad se asocian las auditorias el requisito presentado por la norma ISO 9001 en el numeral 8.2.2., pero las auditorias como herramienta de gerencia no se pueden quedar únicamente en el cumplimiento de los estándares de calidad, un plan de auditorías debe tener como finalidad la calidad, costos, tiempos, adquisiciones y talento humano.

Las auditorias se pueden clasificar en dos tipos, auditorías internas y externas, las primeras se refieren a auditorias echas al interior de la empresa y que no tiene repercusiones a la certificación emitida por el ente certificador externo y las segundas a las auditorías realizadas con el fin de emitir una certificación o recertificación de la norma ISO-9001 por parte de un ente certificador independiente a la empresa, para el caso de las auditorias como herramienta de gerencia se van a considerar todas las que ocurran en el lapso de tiempo de la investigación.

3.4.6 Inspección

La inspección es una herramienta de gerencia mediante la cual se realiza una evaluación del producto basados en la observación, de esta se obtiene un concepto sobre la aceptación o no de las características con las que fue desarrollado el producto. (ICONTEC, 2008)

La inspección como herramienta de gerencia debe ser más estructurada que la supervisión básica de obra realizada por un residente o un supervisor de obra, para realizar la inspección se debe contar con un método de inspección.

Deben ser sujeto de supervisión todas las actividades que influyan en el acabado final del producto, tanto las que son por mano de obra, como las que son por suministro e instalación, es importante recalcar que no se debe hacer revisiones de manera general o por apartamento sino por cada espacio específico, teniendo en cuenta las actividades que aplican en cada lugar.

3.4.7 Software de gestión de proyectos

Los software de gestión de proyectos facilitan el manejo y análisis de la información, esto permite llevar el registro de lo que sucede en la obra de manera organizada y facilitar su análisis, principalmente se encuentran en el mercado softwares que permiten gestionar los costos, el tiempo, los inventarios de almacén, la logística de obra, etc. Aunque existe la posibilidad de desarrollar software a la medida de las necesidades de cada empresa.

Para realizar gestión de proyectos a través de software se pueden encontrar en el mercado gran cantidad de estos los cuales permiten la gestión de la información del proyecto y abarcan las compras, la gestión de costo, de tiempo, logística de obra, manejo de almacenes, el seguimiento de recursos y el dibujo en dos y tres dimensiones; en la tabla 2 se presenta un comparativo de las herramientas más usadas y completas en el mercado teniendo en cuenta su costo en dólares, funciones, penetración en el mercado evaluada cualitativamente teniendo en cuenta cuantas de las personas que ejercen la profesión la utilizan, requerimientos del hardware en términos de disco duro, tarjeta de video y capacidad del procesador y compatibilidad con otros software que pueden ser complementarios como Microsoft Excel, Revit, Navistwork, etc.

La elección del software dependerá de las particularidades de la empresa dado que no es justificable adquirir el software más complejo si en la estructura organizacional de la empresa no cuenta con personal especializado para ingresar los datos que requiere el sistema y analizar los datos que él arroja, como alternativa a los software tradicionales se puede contratar la realización de un software a la medida que se adapte a las necesidades propias de cada empresa o sucursal.

Tabla 2 Comparativo software de gestión de proyectos

| Nombre | Planear Tiempo | Seguir Tiempo | Planear recursos | Seguir recursos | Seguimiento de almacenes | Calculo de cantidades | Planear Costo | Seguir Costo | Dibujar 2d | Modelar en 3D | Valor Ganado | Cadena de suministro | Precio(usd) | Requisitos del sistema | Penetración en el mercado | Compatibilidad otros sistemas |
|-----------------|----------------|---------------|------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------|---------------|--------------|------------|---------------|--------------|----------------------|-------------|------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| OPUS | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | 1270 | Media | Media | Media |
| PRIMAVERA | X | X | X | X | | | X | X | | | X | X | 2500 | Media | Media | Alta |
| CONSTRUC ONTROL | | X | | | X | X | X | | X | | | | 600 | Baja | Media | Media |
| PROJECT | X | X | X | X | | | | X | | | X | | 1450 | Baja | Alta | Alta |
| ARCHICAD | | | | | | X | | | X | X | | | 4000 | Alta | Alta | Alta |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|------|------|-------|------|
| VICO | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | | X | | Alta | Media | Alta |
| BRICK CONTROL | X | X | | | | | X | X | | | | | 768 | Web | Baja | Baja |
| CIO (PAQUETE COMPLETO) | X | X | | | X | X | X | X | X | | | | 1200 | Baja | Baja | Baja |
| COPRES | | | X | X | | | X | X | | | | | 480 | Web | Baja | Alta |
| LICITA | X | | X | | X | | X | X | X | | | | 700 | Baja | Baja | Baja |

Fuente: Elaboración propia.

Los anteriormente referenciados pueden ser complementados por paquetes informáticos como Revit o Naviswork que permiten la implementación de la modelación de las edificaciones y que no cuentan con herramientas para las demás gestiones como el tiempo, los recursos y el almacén.

3.4.8 Técnicas de negociación

Las técnicas de negociación son los procedimientos que se tiene establecidos para lograr el mejor resultado posible al momento de buscar acuerdos de cualquier tipo, ya sea para dirimir un conflicto, realizar una compra, un contrato o definir los términos para la entrega de información, en este caso la herramienta se enfoca a la negociación de compras y contratación dentro del área de gestión de adquisiciones. Para lograr los precios más convenientes para la compañía al momento de realizar adquisiciones y contrataciones se debe contar con una técnica de negociación definida que tenga en cuenta los tipos de compras y contratos y los procedimientos específicos para cada una de ellas.

3.4.9 Métodos de comunicación.

Los métodos de comunicación son una herramienta que permite la organización de como fluye la comunicación en una empresa, teniendo en cuenta a quien y como se debe entregar la información para definir este método primero se debe elegir el tipo de comunicación que se desea teniendo en cuenta los siguientes tres tipos (Montero, 2006):

- Comunicación interactiva: ocurre entre dos o más personas. Ejemplos de este tipo de comunicación son: reuniones, conferencias, llamadas telefónicas, etc.

- Comunicación tipo "push" (empujar): La información viaja en un sólo sentido. El remitente proporciona la información a las personas que requieren la información pero no espera que lo retroalimenten. Ejemplo: Informes de estado.
- Comunicación tipo "pull" (jalar): El director de proyectos pone la información en un lugar central y los destinatarios de la información son responsables de tomarla. Este método se utiliza cuando se desea comunicar información a muchas personas

3.5. Prácticas ágiles

Las prácticas ágiles permiten una eficiente gestión de los cambios propios de proyectos no industrializados que aportan gran incertidumbre; estas facilitan la entrega de la información, se apoyan menos en herramientas especializadas y hacen al cliente parte del desarrollo del producto (Canós, 2003) para garantizar el cumplimiento de sus expectativas.

En la actualidad los proyectos de construcción deben ser desarrollados en un menor tiempo involucrando mayores recursos lo cual incrementa su complejidad y hace necesario el concurso de profesionales de diferentes especialidades que analicen y gestionen la información de manera ágil (PMI, Construction extension to a Guide to the Project Management Body of Knowledge, 2013), en consecuencia se ha venido desarrollando un diverso número de herramientas que dan respuesta a estas necesidades, facilitando la gestión de la información. Al respecto, organizaciones como el PMI han tomado la iniciativa de compilar este tipo de herramientas ágiles de gerencia de proyectos y ponerlas a disposición de los gerentes de proyectos como una alternativa eficiente de gestión; adicionalmente tratando de generar una cultura en donde se profesionalice la gestión ágil de los proyectos ha desarrollado una certificación profesional que requiere competencias de conocimiento y utilización de herramientas (PMI, PMI, Agile Certified Practitioner (PMI_ACP) Handbook, 2015).

3.6 Indicadores de gestión.

Los indicadores de gestión valoran el desempeño de los componentes de un proyecto respecto a unos objetivos establecidos, estos datos son la base fundamental para la toma de decisiones de un gerente de proyectos, pero tan acertadas son las decisiones que se tomen basado en los indicadores como bien determinados estén los mismos dado que un indicador que mida incorrectamente una variable o que mida la variable equivocada generar información incorrecta o desenfocada para el gerente.

Para definir un indicador se debe distinguir entre los diferentes tipos de indicadores que se pueden determinar indicadores de eficiencia y eficacia, impacto y efecto, resultado o producto, puesto que cada uno mide diferentes ópticas del proceso, se puede medir el cumplimiento operativo de funciones o se puede medir como el cumplimiento de esas funciones impacta en el resultado del proyecto, las funciones de cada uno de los tipos de indicador así como sus enfoques se pueden observar mejor en la ilustración 8 en la cual de derecha a izquierda aparecen los tipos de indicadores seguido por el objetivo y a la izquierda lo que se mide específicamente.

Ilustración 8 Tipos de indicadores



Fuente: (Pradas, 1991)

Los indicadores de gestión generan alertas en base al cumplimiento que se tiene sobre la línea base de medición con la cual se compara, la definición de la línea base se debe dar teniendo en cuenta los resultados anteriores de la empresa y los resultados conocidos del sector y se deben ajustar a las condiciones propias del proyecto y de la economía, una línea base con un estándar bajo puede generar pocas alertas y pasar por alto el cambio en una variable fundamental para el proyecto, pero por el contrario una línea base muy exigente puede generar desmotivación en el equipo de trabajo al no percibir el progreso, además de evitar la visualización de puntos básicos de mejor.

4 METODOLOGIA

4.1. Selección de herramientas

Para realizar la evaluación de las herramientas se desarrolló un instrumento tipo matriz basado en una hoja de cálculo que involucra los grupos procesos con las áreas de conocimiento, en esta se incluyó de manera resumida todas las herramientas señaladas en el PMBOK para desarrollar cada una de las actividades, señalando el grupo de procesos y las áreas de gestión en las que se puede usar, con esta información se calificaron las herramientas según su impacto, teniendo en cuenta cuántas etapas y áreas son usadas para obtener un numero promedio, con base en esta calificación se organizaron las herramientas dentro de la matriz en orden descendente y se identificaron las cinco herramientas que al utilizarlas de forma individual generan un mayor impacto sobre la gestión integral del proyecto; se optó por estas cinco herramienta teniendo en cuenta que a partir de la sexta son herramientas que solo impactan en uno o dos áreas del conocimiento lo que las convierte en herramientas específicas, posteriormente se realizó una nueva matriz teniendo en cuenta únicamente estas herramientas con el fin de verificar el porcentaje de las áreas y etapas de un proyecto que pueden ser dirigidas si solo estuvieran disponibles estas cinco, en la Tabla 3 se puede observar la asignación de un código numérico a cada herramienta con la cual se va a identificar.

Tabla 3 Herramientas seleccionadas

| Numeración | Herramienta |
|------------|---------------------------------|
| 1 | Juicio de expertos |
| 2 | Reuniones |
| 3 | Técnicas analíticas |
| 4 | Análisis de reservas |
| 5 | Auditorias |
| 6 | Inspección |
| 7 | Software de gestión de proyecto |
| 8 | Técnicas de negociación |
| 9 | Métodos de comunicación |

Fuente: Elaboración propia

Con la matriz (tabla 19) conformada se identificaron las áreas de conocimiento y los grupos de procesos que no contaban con herramientas para su gestión después de haber incluido las cinco herramientas de mayor impacto y se examinó dentro de las herramientas restantes en el orden de impacto con el fin de determinar la cantidad mínima de las herramientas que

se requieren para llenar los vacíos que dejan las primeras cinco herramientas. Al momento de adicionar cada una de las herramientas a la matriz depurada e ir verificando cuántas áreas del conocimiento y grupos de procesos se podían gerenciar, se evidenció que a partir de la quinta herramienta, estas se comenzaban a acumular para las todas las áreas del conocimiento del grupo de procesos de planificación y el monitoreo y control de la integración y de los riesgos, quedando sin herramientas la ejecución de los recursos humanos, la comunicación y los interesados y el monitoreo y control del alcance, tiempo y calidad como se puede verificar en la Tabla 4, por esta razón se decidió parar de seleccionar herramientas en el orden dado por la matriz inicial en la herramienta número cinco y continuar adicionando herramientas en función de las áreas de los procesos que no contaban con herramientas.

Tabla 4 Alcance de herramientas

| AREAS/ ETAPAS | <i>Herramienta</i> 1 | Herramienta 2 | Herramienta 3 | Herramienta 4 | Herramienta 5 | Primeras 5 |
|----------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| Inicio | 100% | 50% | 0% | 0% | 0% | 100% |
| Planificación | 80% | 90% | 20% | 20% | 0% | 100% |
| Ejecución | 33% | 00% | 0% | 0% | 17% | 50% |
| Monitoreo y control | 33% | 44% | 11% | 22% | 22% | 67% |
| Cierre | 50% | 50% | 50% | 0% | 50% | 100% |
| Integración | 100% | 60% | 40% | 0% | 0% | 100% |
| Alcance | 50% | 50% | 0% | 0% | 0% | 50% |
| Tiempo | 50% | 50% | 50% | 50% | 0% | 50% |
| Costo | 50% | 50% | 50% | 100% | 0% | 100% |
| Calidad | 0% | 33% | 0% | 0% | 33% | 67% |
| Recursos humano | 50% | 50% | 0% | 0% | 0% | 50% |
| Comunicaciones | 33% | 67% | 0% | 0% | 0% | 67% |
| Riesgos | 50% | 100% | 0% | 50% | 50% | 100% |
| Adquisiciones | 50% | 25% | 0% | 0% | 50% | 100% |
| Interesados | 75% | 75% | 0% | 0% | 0% | 75% |

Fuente: Elaboración propia

Conociendo que esta matriz tenía falencias en las áreas y etapas de la ejecución y de las comunicaciones, se procedió a incluir dentro de las herramientas encontradas el concepto de herramientas ágiles de proyectos clasificandolas según las áreas del conocimiento para seleccionar las dos herramientas que según la clasificación, experiencia y la matriz inicial

pueden complementar y potencializar el impacto de las herramientas tradicionales en las dos áreas y etapas que tenía falencia el PMBOK.

Posterior a la inclusión de herramientas ágiles se realizó la validación de la compatibilidad que tenían las herramientas con los postulados de la filosofía Lean Construction y los procedimientos de BIM, para esto sobre la matriz con los grupos de procesos y las áreas del conocimiento de PMI que incluyen las actividades del PMBOK se seleccionaron las actividades que también se dan en la implementación de BIM y LEAN, eliminando las que obvian estas metodologías, posterior a esto se incluyeron las herramientas que presenta PMI para gestionar estas actividades y se contrastaron con las elegidas en el proceso de selección, para validar que una empresa que tenga implementado BIM o LEAN también pueda realizar la implementación de herramientas de gerencia de proyectos sin que estas sean incompatibles.

4.2. Validación en base a experiencia

La validación de todas las herramientas se llevó a cabo con base en la declaración de experiencia presentada por un grupo de gerentes; para ello se diseñó y aplicó una encuesta a una muestra representativa de 116 profesionales especialistas en gerencia de proyectos de la ciudad de Bucaramanga de los cuales se logró obtener 82 respuestas, los participantes de la encuesta fueron estudiantes de posgrado del programa de especialización en Gerencia e Interventoría de obras civiles de la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga, los cuales provienen de diferentes empresas públicas y privadas y trabajan en proyectos de construcción de edificaciones. La encuesta se diseñó en tres secciones, la primera que tuvo como finalidad determinar el perfil del gerente con preguntas sobre la cantidad de obras dirigidas en un solo momento, los metros cuadrados de las mismas y la cantidad de personas a cargo, la segunda sección dirigida a determinar las herramientas consideradas indispensables teniendo en cuenta las 23 herramientas de mayor impacto extraídas de la matriz inicial seleccionando las 5 herramientas sin las cuales no se podría gestionar un proyecto y por último un conjunto de preguntas enfocadas a evaluar de manera particular la practicidad, impacto y barreras de implementación de las 5 principales herramientas según la matriz inicial, para más información sobre la encuesta se puede ver completa en el ANEXO 1, la encuesta se aplicó por medio electrónico utilizando la herramienta de formularios de Google Drive.

Estos datos se depuraron teniendo en cuenta el perfil de gerencia y experiencia, analizando finalmente 28 encuestas que habían sido respondidas por profesionales que manejaban al menos dos obras, las cuales reportaban un tamaño superior a los 5000m² teniendo en cuenta la clasificación de proyectos complejos de la Norma Sismo Resistente NSR-10 e incrementándolos para cubrir proyectos que requieran mayor especialización y más de 15 personas a cargo, según el tamaño de muestra obteniendo de profesionales con el perfil deseado y teniendo en cuenta que en la ciudad se encuentran en ejecución un total aproximado a Diciembre de 2015 de 150 proyectos, teniendo en cuenta los proyectos de ejecución públicos y privados, se logró un nivel de confiabilidad de los datos de un 95% y un porcentaje de error del 5% (Suarez, 2013).

4.3. Definición de esquema de implementación

Posterior al análisis de la información obtenida en la matriz y en la encuesta se procedió a generar un esquema de implementación de herramientas de gerencia el cual pueda ser adaptable a cualquier compañía, para la definición del mismo se tuvo en cuenta la forma de análisis de un proceso según la norma ISO 9001-2015, determinando un procedimiento de ejecución de cada herramienta en el cual se genera la interacción de las actividades dando uso a unos elementos de entrada y emitiendo unos elementos de salida.

4.3.1 Reuniones

Para la realización de las reuniones es necesario contar con los temas a tratar en el comité, el listado de participantes y los compromisos pendientes de reuniones anteriores.

En pro de que la reunión tenga un orden todos los temas que cada uno de los integrantes tenga por exponer en el comité se determinó que fueran enviados al director de proyecto al menos con 24 horas de antelación a la reunión para que puedan ser debatidos en la misma. Para regularizar las reuniones y facilitar el seguimiento de estas, se definió una frecuencia semanal y se estableció un calendario con fecha y hora para su realización el cual debe ser respetado teniendo en cuenta que el gerente de operaciones tiene que asistir a más de una reunión.

Por experiencia y trabajos al respecto como el de Franco (2004) un comité no debe durar más de 90 minutos, por esto en la semana que asisten los profesionales especializados se definió una duración de 60 minutos y 100 minutos la que si asisten, debido a que después de este tiempo los participantes tienden a perder la concentración por esto es muy

importante que el secretario de la reunión lleve control sobre el tiempo transcurrido y de las pautas necesarias para su cumplimiento.

En el desarrollo del comité están definidos de manera previa los asistentes los cuales se citan con al menos dos días de anticipación, teniendo en cuenta las recomendaciones de Ander (2002) en su libro reuniones eficaces, cada asistente tiene un rol dentro de la reunión. De acuerdo a la cantidad de temas recibidos de manera previa a la reunión la duración de cada intervención puede variar en las áreas en las que se proyecte discutir más o menos. Para que lo anteriormente dicho se cumpliera el presidente de la reunión realiza un seguimiento al tiempo de duración del comité según los temas planteados y cada vez que alguien desee intervenir debe solicitarlo al presidente de la reunión.

De cada reunión queda como constancia un acta de comité en un formato predeterminado que contenga al menos los compromisos generados, un responsable de cada uno de ellos y una fecha pactada de ejecución. De cada reunión se obtienen compromisos pendientes actualizados, información entregada, acta de comité y compromisos nuevos con responsables y fechas de cumplimiento definidas, como referencia se puede tomar el formato usado como ANEXO 2.

De cada reunión se deben obtener compromisos pendientes actualizados, información entregada, acta de comité y compromisos nuevos con responsables y fechas de cumplimiento definidas.

4.3.2 Auditorias

Teniendo en cuenta que la empresa en la cual se va a realizar la implementación contaba con un sistema de gestión de la calidad (S.G.C) certificado bajo la norma ISO 9001 se siguieron los procedimientos definidos en esta norma para generar los planes de auditoria interna y externa basándose en el numeral 8.2.2. de la versión 2008 de la misma (ICONTEC, 2008), identificando cuales son los procesos que requieren mayor seguimiento y determinando la periodicidad de los mismos.

El Coordinador de Calidad es el encargado de elaborar el Programa de Auditorías Internas, este se diseña tomando en cuenta la criticidad de los procesos frente al S.G.C, el estado y los resultados de auditoría internas previas. Esta programación se realiza en un formato predeterminado llamado “Matriz de Planificación de Auditorías Internas”, la cual es revisada

con el Representante de la Dirección y ajustada de acuerdo a las directrices otorgadas por la Alta Dirección.

Dependiendo de la madurez del Sistema de Gestión de la Calidad los dueños de los procesos pueden establecer un promedio de “No Conformidades” del proceso al cual pertenece y comparando con los demás se podrá clasificar con mayor precisión en qué nivel se encuentra el proceso.

El Equipo Auditor está conformado por personal de diferentes procesos de la empresa, que cumplen con los requisitos establecidos para su competencia en la tabla 5 y 6:

Tabla 5 Requisitos para auditor líder en auditorias

| EDUCACIÓN | FORMACIÓN | HABILIDADES | EXPERIENCIA |
|----------------------------------|--|--|--|
| Profesional Universitario | Conocimiento básico en los procesos a auditar. Conocimiento de la Norma NTC-ISO 9001 (Versión Vigente). Capacitación en Auditoría Interna. | <ul style="list-style-type: none"> • Ética. • Mentalidad abierta. • Tenacidad. • Firmeza. • Apertura a la mejora. | Haber realizado por lo menos una (1) Auditoría Interna de Calidad. |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 Requisitos para auditor acompañante en auditorias

| EDUCACIÓN | FORMACIÓN | HABILIDADES | EXPERIENCIA |
|----------------------------------|---|---|---|
| Profesional Universitario | Conocimiento básico en los procesos a auditar. Conocimiento de la Norma NTC-ISO 9001 (Versión Vigente). Capacitación básica de Auditoría Interna. | <ul style="list-style-type: none"> • Ética. • Percepción. • Observación. • Seguridad. | Haber participado en por lo menos una (1) Auditoría Interna de Calidad como Auditor en Formación. |

Fuente: Elaboración propia

*Auditor en Formación, es aquella persona que participó y aprobó la formación de Auditoría Interna pero no tiene experiencia alguna en el desarrollo de Auditoría Interna (Observador),

Las auditorias son efectuadas a todos los procesos definidos en el Sistema de Gestión de Calidad, tomando en el caso del proceso de construcción a cada uno de los Proyectos como un subproceso.

Las auditorías internas inician con una Reunión de Apertura a cargo del Auditor Líder, en la cual se revisa y confirma el alcance y los objetivos de la auditoría, se presenta al Equipo Auditor, se solicita la participación del personal auditado, se explica brevemente la metodología a seguir durante la ejecución de la auditoría, así como la hora y fecha de la Reunión de Cierre (cuando se requiera) y se hacen las aclaraciones pertinentes. En este instante, es posible realizar cambios en la programación definida en el plan de auditoría, en caso de ser necesario.

Los Auditores reúnen la evidencia frente a los criterios de la auditoría a través de entrevistas, verificación de la documentación, observación de las distintas actividades y condiciones en las áreas/procesos auditados considerando la metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar).

Es conveniente que el Auditor mediante la realización de la auditoría señale las No Conformidades observadas en el momento y demás hallazgos y no esperar al final para formularlas, ya que mediante este método se dará oportunidad al Auditado para presentar evidencias o registros que demuestren que la no conformidad planteada no existe en el Sistema y la percepción del Auditor se debió a la carencia de información.

Los hallazgos pueden clasificarse en: Fortalezas (F), Aspectos por Mejorar (AM), No Conformidades (NC) que pueden ser tratadas como Acciones Correctivas (AC) o Correcciones (C) según sea el caso y observaciones (O), las acciones y planes de mejora no se incluyen dentro del informe, dado que no son producto del análisis de los auditores sino el resultado del análisis que deben hacer los auditados al terminar el proceso.

Una vez finalizada la auditoría, el Equipo Auditor se reúne para revisar los hallazgos de la auditoría, acordar las conclusiones y preparar las recomendaciones. Posteriormente, se convoca la Reunión de Cierre. En esta nuevamente se encuentra el Equipo Auditor y los responsables de cada proceso auditado, allí se presentan los hallazgos y conclusiones de la auditoría.

Se trata de un registro completo, preciso, claro y conciso de la auditoría, que sirve de base a los procesos o áreas auditadas para plantear sus planes de acción con relación a los hallazgos. En este informe se describe el objeto y alcance, criterios de la auditoría, auditores, los procesos/proyectos auditados, el personal entrevistado, la documentación analizada, los hallazgos (Fortalezas, Aspectos por Mejorar, Observaciones y No

Conformidades (Acciones Correctivas o Correcciones), aspectos favorables, aspectos por mejorar y conclusiones de la auditoría.

El Auditor Líder envía en el informe de auditoría al Auditado en lo posible en un plazo no mayor a una semana a partir de la fecha de auditoría, de tal forma que éste pueda confirmar si está o no de acuerdo con los hallazgos descritos en el mismo. Si por algún motivo, el Auditado no está de acuerdo, éste podrá enviar sus observaciones para ser consideradas y analizadas por el Equipo Auditor y así llegar a un común acuerdo.

En caso de presentarse retraso en la presentación del informe, se deberá informar las razones al Auditado o al Responsable de gestionar el Programa de Auditoría para que éste se comunique con el mismo.

No Conformidades: El responsable del proceso al cual se le haya reportado una solicitud de No Conformidad (Acción Correctiva o Corrección), debe asegurarse de que se realizan las correcciones y se toman las acciones correctivas necesarias sin demora injustificada para eliminar las no conformidades detectadas y sus causas en el respectivo formato determinado para ese fin.

Acciones Preventivas y Acciones de Mejora: Adicionalmente, durante la auditoría se pueden generar otros hallazgos que permitan detectar mejoras o acciones preventivas en el proceso, los cuales serán reportados en los formatos especialmente diseñados para este fin. De igual manera, el dueño del proceso debe realizar el respectivo análisis y toma de acciones para decidir su respectivo registro.

El Coordinador de Calidad y/o Ing. de Calidad debe realizar las actividades de seguimiento, las cuales deben incluir la verificación de las acciones tomadas y el informe de los resultados de la verificación.

El Coordinador de Calidad y/o Ing. de Calidad hacer seguimiento a las acciones propuestas y registrar sus comentarios en un formato especialmente diseñado para esto llamado "Solicitud de Acción Correctiva". Una vez se evalué si las acciones tomadas garantizan la eliminación de la causa (EFICACIA), el Coordinador de Calidad o Ing. de Calidad podrá cerrar la acción registrando la fecha en que se cierra la misma.

4.3.3 Análisis de reservas

Para llevar a cabo un análisis de reservas se requieren el valor en pesos de las reservas específicas y la general de imprevistos así como el gasto actualizado de cada uno de estos capítulos y en el caso de la programación se debe contar con las actividades que cuentan con holgura y el tamaño de la holgura, así como el comienzo real, fin real y porcentaje de avance de cada una de las actividades involucradas.

El análisis de reservas en la programación requiere la definición de las mismas en magnitud y ubicación para lo cual se realizó un análisis de la programación de los últimos cuatro proyectos emprendidos por la empresa en los cuales se determinó el grado de desviación que tuvo la programación en diferentes etapas del proyecto a causa de imprevistos no controlados por el proyecto, para facilitar la medición del consumo de las reservas en la programación es necesario crear en el programa hitos de seguimiento los cuales no tienen duración y representan a los grupos de actividades definidos.

Para la implementación del análisis de reservas se midió el consumo de reservas sobre los hitos determinados en los elementos de entrada (Fin de estuco y primera mano e inicio de morteros, Fin cocina e inicio de mesones de mármol y Fin tercera mano interior e inicio de aseo), de manera semanal el Director del proyecto actualiza la información del avance físico del proyecto con las fechas de inicio real, fecha de fin real y porcentaje de avance de cada ítem, con este insumo, de manera semanal se analizaron las fechas y duraciones proyectadas según el análisis de tendencia con la finalidad de verificar en el hito representativo de cada actividad cuánto del tiempo destinado como reserva se ha perdido obteniendo el porcentaje actual de reserva de la programación general y de cada hito.

Para el caso de las reservas en el presupuesto, se verificó el gasto total del capítulo o el ítem versus lo presupuestado según las cantidades ejecutadas para obtener el porcentaje actual gastado de la reserva del capítulo, si solo se cuenta con rubro general destinado a imprevistos se debe comparar el valor presupuestado de este contra el valor de los gastos no presupuestados y obtener el porcentaje actual gastado de la reserva general.

En el caso de las reservas del presupuesto se medirá en base al presupuesto inicial y el presupuesto ejecutado agrupando las actividades según la tabla 14 y 15, sacando el porcentaje de desviación y comparándolo con el porcentaje de reserva para obtener el porcentaje actual gastado de reserva del presupuesto.

Los resultados obtenidos del análisis de reservas de manera semanal se presentarán en la reunión de obra y de manera mensual en el informe de presidencia, ambas instancias con la finalidad de tomar las decisiones que se requieran para mejorar el desempeño del proyecto.

4.3.4 Métodos de comunicación

Para definir la metodología de comunicación se planteó un esquema de comunicación en el cual se definieron los medios de comunicación prevalentes teniendo en cuenta el correo electrónico, la información verbal y por vía telefónica, con esto definido se analizaron los canales abiertos actualmente en el organigrama de la empresa, cuáles de estos están generando problemas de comunicación por exceso o defecto en cantidad y formalidad.

4.3.5 Análisis de tendencias

Los elementos de entrada requeridos para realizar un análisis de tendencias del presupuesto son; presupuesto base por capítulos e ítems, cantidad de material presupuestado, cantidad de materiales gastados en lapsos de tiempo, cantidad de obra ejecutada y el modelo de tendencia determinado. En el caso de la programación es necesario contar con una programación con línea base, programación con comienzo y fin de actividades proyectadas, programación comienzo real, fin real y porcentaje de avance actualizado y el modelo de tendencia determinado, para los dos casos es necesaria la información actualizada el momento del análisis.

Para implementar la herramienta análisis de tendencias en el gasto de material fue necesario generar un desarrollo que calculara la cantidad de material proyectado que se debería haber gastado según el avance de obra y las cantidades del análisis de precio unitario de cada actividad.

Con la finalidad de determinar cuál es la proyección más adecuada se usaron con datos reales de la ejecución de proyectos anteriores los cuales se graficaron en Excel y se generaron los diferentes modelos sobre los datos, el modelo a elegir según las herramientas estadísticas expuestas por (Daniel, 2003) fue el que tuvo un valor de coeficiente correlación mayor o más cercano a 1, este dato nos muestra qué relación existe entre los datos reales y los datos del modelo, una correlación perfecta da un coeficiente de 1 y entre los datos más alejados se encuentran del modelo, este coeficiente va a tender a cero.

Con el modelo ya definido en base a los datos generados mes a mes se procedió a realizar proyecciones individuales de las actividades críticas del proyecto en costo y tiempo y de manera semanal con los avances en ejecución sobre el presupuesto y la programación se debe realizar un análisis de tendencia que proyecte al final de la obra con el desempeño actual y un comparativo sobre las metas, para el caso de la programación se basa en la información proyectada de Microsoft Project de la ruta crítica del proyecto y en el presupuesto se utilizara la función de la intranet “detalle de material utilizado” en la ruta presupuesto/lista de insumo de presupuestos/ detalle de material utilizado para los 10 materiales con más incidencia en el presupuesto los cuales se seleccionaron con un análisis de paretto con los materiales que costaran al menos 20.000.000=.

Esta información se socializa en cada comité semanal con el fin de tomar las medidas necesarias para que el proyecto se mantenga dentro de los estándares definidos. Del análisis de tendencias del presupuesto se van a obtener los datos sobre el desfase actual de gastos de materiales clave, desfase proyectado de gasto de materiales clave y desfase proyectado del presupuesto total, para la programación se tendrán la variación proyectada de los hitos de seguimiento y la variación proyectada del proyecto.

4.3.6 Inspección

Para realizar una inspección adecuada y eliminar la subjetividad de quien la realiza, se generaron listas de chequeo individuales para cada actividad a ejecutar en los proyectos, cada una de estas listas de chequeo (ANEXO 3) cuenta con una serie de preguntas predefinidas cada una con su tolerancia, tipo de revisión y herramienta, para el desarrollo de estas listas fue necesario realizar reuniones con los diferentes coordinadores de obra y directores de proyecto, los criterios de medición se basaron en:

- Plan de calidad: En este documento se establecen, los estándares requeridos para las actividades de mayor impacto en la construcción, así como sus productos no conformes asociados, tratamiento preventivo y su tratamiento correctivo, lo cual facilita su reporte y control.
- Especificaciones técnicas del proyecto: No solo se debe supervisar el acabado en su instalación sino también que cumpla con la especificación, por lo cual debe conocer este documento en el cual se establecen las calidades y tipos de materiales a usar.

- Manual de lecciones aprendidas: Este manual contiene todos los errores cometidos en los diferentes proyectos de la empresa a los cuales ya se les encontró una solución constructiva, éste además de ayudar a que no se cometan los mismos errores cambiando la ejecución de los procesos, también ayuda al residente de obra a saber qué hacer en caso de que el producto final no cumpla con los estándares.
- Procedimientos asociados: Además de revisar el producto terminado, es importante constatar que los pasos y las relaciones con otros procesos se hayan ejecutado de la manera indicada en los procedimientos establecidos en el sistema de gestión de calidad.
- Documentos técnicos asociados: Las recomendaciones de los productores y proveedores son muy importantes debido a que si no se cumplen en algunos casos, pueden anular la garantía de los productos.
- Normas nacionales e internacionales: En algunos casos como la norma NSR-10 es de obligatorio cumplimiento y debe ser el referente principal para el residente de obra, en temas estéticos algunas normas guían sobre las buenas prácticas a llevar en la ejecución de los procesos constructivos.

Teniendo en cuenta que se debe diligenciar un registro de inspección por cada apartamento y por cada actividad, en una obra de 100 apartamentos podría haber más de 3000 registros, por esta razón las listas de chequeo se debieron llevar de manera digital en un dispositivo portátil tipo Tablet para las cuales se tuvo que desarrollar un módulo en la Intranet de la empresa que genera los registros de manera automática basada en los modelos cargados para cada apartamento, estos quedarán habilitados a medida que se vayan legalizando los contratos asignados a cada actividad y cada apartamento y se vayan programando en la reunión semanal de programación.

En términos generales cada actividad se mide por lo menos una vez en su ejecución y una vez al producto terminado para su recibo, de manera particular la periodicidad de la revisión se define en el comité de programación semanal y depende de la complejidad de la actividad así como de los pasos de transformación que sufre en la obra.

Todas las actividades que no cumplan con 1 o varios criterios deben ser reportadas en el sistema de gestión de la calidad, en este reporte con ayuda del profesional de calidad, el residente o coordinador según corresponda, debe proponer las acciones a tomar para solucionar el inconveniente y evitar que este vuelva a ocurrir, hasta que no se cierre la acción no se podrá habilitar el pago de esta actividad al contratista.

Semanalmente se deben planificar las actividades a supervisar para la siguiente semana, esto se hará basados en las actividades programadas en las reuniones de planificación semanal que realizan las coordinadoras de acabados con cada uno de los contratistas en las cuales se programan las actividades pendientes de la semana anterior y las nuevas actividades a ejecutar, de esta reunión queda como registro el formato del PAC.

Con el fin de garantizar que todas las actividades sean supervisadas bajo el mismo esquema se debe contar con supervisores y residentes de obra especializados en las áreas de instalaciones, tanto hidrosanitarias y de gas como eléctricas y de telecomunicaciones que dependan de los profesionales residentes y ejecuten la medición en campo.

4.3.7 Técnicas de negociación

Para implementar y hacer seguimiento a las técnicas de negociación usadas en la empresa, fue necesario clasificar las diferentes adquisiciones y contrataciones dado que según su valor y tipo de servicio o material a contratar o comprar se le debe dar mayor prevalencia al precio, la calidad o las condiciones comerciales, posterior a esto se generaron valores de referencia en base a salarios mínimos y las formas de negociación propias de cada tipo de compra o contratación, estos valores se definieron teniendo en cuenta las atribuciones que tienen los diferentes cargos de la empresa para contratar y comprar sin requerir autorización de un superior.

Estos datos fueron obtenidos con base en las compras de los últimos seis meses de la compañía pero estos valores de referencia pueden variar dependiendo del volumen de compras de la empresa, y los montos de los pedidos semestrales.

Los Pliegos de Condiciones para las licitaciones de obra serán responsabilidad de la Coordinación de Contratación. En los demás Departamentos del área técnica (Planeación, Diseño y Nuevas Tecnologías, Maquinaria y Equipo, Planta de Concreto), así como en los

Departamentos o Unidades del Área Administrativa-Financiera, la preparación de los Pliegos de Condiciones para eventuales licitaciones corresponde al Responsable del Proceso según lo definido en la técnica de negociación.

Después de definidos los pliegos de condiciones se procederá a seleccionar dentro de la base de datos de la empresa los posible oferentes a los cuales se les enviarán estos con la menos 14 días de anticipación a la fecha de entrega de la propuesta teniendo en cuenta que este es el tiempo límite con el que cuentan los profesionales para calcular cantidades y verificar los cálculos realizados por cada oferente para determinar el valor final de la propuesta, los pliegos de condiciones deben ser enviados a cada uno de los ofertantes recalcando la fecha y hora de recepción de las propuestas las cuales se debe entregar en un sobre cerrado en la oficina de contratación de la empresa.

Posterior al recibo de las propuestas se debe realizar una verificación inicial del cumplimiento de las condiciones establecidas en los pliegos para verificar que todos los proponentes se mantengan en los términos de condición comercial, cantidades, calidad y experiencia restando solo por evaluar el factor económico, verificadas estas condiciones de emite una carta de aceptación o rechazo de las propuestas, después de esto se debe realizar un cuadro comparativo con las propuestas aceptadas, en este cuadro se listan en orden de menor a mayor valor de propuesta el cual se compara con el valor del presupuesto, en base a este cuadro se procede a realizar la adjudicación del contrato teniendo en cuenta la propuesta de menor valor, este proceso de selección se tiene en cuenta debido a que en las diferentes procesos las técnicas varían.

4.3.8 Juicio de expertos

Para realizar la consulta a un experto es necesario contar con la base de datos de expertos tanto internos como externos especialistas de cada tema en particular y definir de manera concisa la consulta a realizar teniendo en cuenta lo que se espera obtener.

Es necesario tener en cuenta que no todos los expertos son externos de la empresa por lo cual los procedimientos no deben ser los mismos, para el caso de los expertos al interior de la empresa el espacio adecuado para solicitar su concepto es la reunión semanal de obra y el tiempo de respuesta no debe ser mayor a 1 semana y sus compromisos estarán pactados dentro del acta de comité respectivo. Para el caso de expertos externos a la obra es importante tener en cuenta que sus horarios son diferentes a los de los proyectos por lo

cual no se pueden ceñir a los horarios establecidos por el proyecto para sus reuniones, con eso dicho la necesidad del juicio de un experto externo se debe identificar en la reunión semanal de obra y se debe solicitar por medio de correo electrónico con al menos dos semanas de anticipación determinando si se requiere visita presencial del experto o puede ser un concepto emitido vía correo electrónico o correo físico.

En los casos en los que el experto no tenga relación contractual o laboral con la empresa se deben tener en cuenta los honorarios que este pueda cobrar por su concepto, validando que la importancia del mismo justifique el valor asociado.

En los casos en que el concepto no satisfaga a la gerencia o requiera aclaraciones adicionales se debe realizar una nueva consulta y el tiempo de espera se debe reiniciar, de cada consulta a experto se obtiene un concepto sobre la información requerida.

4.3.9 Software de gestión de proyectos

Para el caso particular se plantea el uso del software para planear y seguir el tiempo, planear y seguir el costo y el seguimiento de almacenes, para esto se eligió el software especializado Microsoft Project 2010 para planear y seguir el tiempo y un sistema a la medida tipo ERP o Intranet el cual capta información de los diferentes frentes de trabajo y realiza análisis parciales de la misma para mantenerla a disposición de los funcionarios.

4.4 Implementación de las herramientas

El proyecto en el cual se iba a realizar la implementación se definió teniendo en cuenta la etapa de ejecución física en la que se encuentra y del comportamiento de los indicadores de gestión, para elegir un proyecto que tenga entre el 40% y el 70% y de esta manera no se encontrara en una etapa inicial con baja complejidad para la cual no se requiera el grupo de herramientas y tampoco en el cierre en la cual es difícil implementar cambios de ejecución y que tenga alta variabilidad de indicadores respecto a la línea base para poder evaluar el impacto de la implementación de las herramientas

Para proceder a la implementación dentro de la empresa objeto del estudio, fue necesario determinar cuál de la información que se requiere ya está disponible en las bases de datos de la empresa y cual se debe comenzar a generar en función a la implementación de las herramientas, es importante aclarar que la empresa cuenta con un software tipo ERP (Enterprise Resource Planning) que se encuentra en línea y es desarrollado a la medida por un equipo In house por lo tanto se requirieron de dos reuniones entre el equipo de

construcción y el personal encargado del desarrollo de software en el cual se definiera uno por uno los elementos de entrada y la forma de obtención en el sistema.

El proyecto escogido se encuentra en un porcentaje de ejecución el 45%, estando en ejecución actividades de estructura y acabados, habiendo recibido el total de los diseños requeridos para su ejecución y contratado el 70% de la mano de obra y el 50% de los insumos, por el estado del proyecto en el cual se implementó no se podrá hacer seguimiento ni al inicio ni cierre contractual del mismo por lo cual la implementación y el seguimiento al mismo se enfocaran en la planificación, ejecución y monitoreo y control.

La implementación tuvo una duración de 12 semanas, en el transcurso de este tiempo, esta obra fue auditada por un equipo interno y un externo.

El foco de la implementación de las herramientas fueron las reuniones o comités que se realizaron de manera semanal, en estos se socializaba la información y se incentivaba la toma de decisiones en base a los datos emitidos por las herramientas.

4.4.1 Indicadores de practicidad e impacto

Los indicadores se enfocaron a determinar la practicidad e impacto de la implementación de las herramientas, por esto se eligieron indicadores de producto para definir el cumplimiento operativo de la implementación e indicadores de impacto y efecto para medir los cambios que genera la implementación de las herramientas sobre los objetivos del proyecto. Para lograr unos indicadores adecuados se determinó a cual objetivo estratégico (costo, tiempo, calidad, seguridad industrial y medio ambiente) impactaba cada una de las herramientas y dentro de este si existía algún objetivo específico determinado o se debía determinar uno nuevo el cual medir mediante el indicador, inicialmente no se determinó meta o línea base puesto que en la mayoría de los casos no existían mediciones previas ni datos de la industria.

No se pueden medir todos los aspectos área/etapa puesto que se tendrían que generar, medir y hacer seguimiento a al menos 29 indicadores lo que complicaría el seguimiento a la desempeño de las herramientas, por eso se centró en los procesos en los cuales más se tienen datos por parte de la empresa los cuales son las etapas de ejecución, el monitoreo y control y las áreas de calidad, costo, tiempo, comunicaciones y adquisiciones generando solo 11 indicadores nuevos.

Para definir las metas de evolución del indicador se realizó una medición de línea base al inicio de la implementación con datos del año 2015 de la empresa, de manera posterior se ejecutó una medición a las 4, 8 y 12 semanas de trabajo con excepción a los indicadores de adquisiciones y auditorías las cuales tienen un horizonte mayor.

Los indicadores asociados a las técnicas analíticas fueron:

- Desviación proyectada del costo la cual se mide tomando el análisis de tendencia del gasto de materiales clave proyectado al final de la obra y comparándolo con las cantidades del presupuesto inicial obteniendo un porcentaje, en el caso en que el porcentaje sea mayor a 100% significa que la obra va a tener sobre costos, si el porcentaje es inferior al 100% significa que la obra va a tener un valor mejor al final de la ejecución.
- Indicador de desempeño de la programación en el cual se compararon la duración proyectada de la programación tomada del análisis de tendencia con la medición de la línea base teniendo el mismo análisis del indicador anterior, dentro del informe mensual de gerencia y de indicadores se relacionaron las proyecciones sobre las cuales se generó un plan de acción para afrontar los atrasos en el programa o los sobrecostos del proyecto.

Para medir el desempeño de los comités y las técnicas de comunicación se estableció un indicador de percepción de desempeño de la comunicación para verificar el impacto de esta herramienta, este indicador consta de una encuesta (ANEXO 4) realizada a cada uno de los participantes de las reuniones, en esta se indaga sobre la facilidad de la solicitud de información, asignación de compromisos y el seguimiento a los mismos de resolución de problemas dentro de las reuniones por parte del proceso propio y de los procesos de apoyo, esta encuesta fue diligenciada por el gerente de operaciones, la gerente de planeación, directora de compras, directora de contratación, coordinadora de instalaciones, coordinador de estructura, director de proyecto, coordinadora de calidad y supervisora ambiental, esta es una encuesta cualitativa sobre la percepción por lo cual fue necesario el uso de respuestas con descripción de las alternativas según lo expuesto por (Arribas, 2004).

Además de esto se midió la practicidad en la implementación de las reuniones dado que son la base de la implementación de todas las herramientas que requieren intercambio de información, mediante la comparación de la duración en la agenda programada y el cumplimiento real de la duración agenda.

La herramienta consulta de expertos se midió mediante un indicador que calculó la duración en días hábiles desde la solicitud formal de la información hasta la obtención del concepto por parte del experto el cual se va a comparar en cada acontecimiento para verificar la tendencia, este indicador es esporádico y se medirá únicamente cuando se requiera el juicio de un experto.

Las auditorias como herramienta de gerencia se midieron teniendo en cuenta la cantidad de no conformidades encontradas dentro de cada auditoria tanto interna con externa, lo cual se traduce en cuantos de los procesos se están llevando de la manera adecuada a la luz de los procedimientos internos y de los requerimientos legales y del cliente.

Para verificar los resultados de una inspección más rigurosa se tuvo en cuenta que el fin de la inspección es lograr que las no conformidades de los productos se identifiquen de manera prematura y no se permita que continúen de manera repetitiva generando reprocesos de mayor magnitud o que aun peor los detecte el cliente en la inspección final, para esto se midió la cantidad de productos no conformes identificados en las inspecciones antes del pago de la actividad al contratistas, los identificados después del pago en una inspección por parte de un tercero y por último los que identifica la auditoria, comparándolos en magnitud y distribución.

Con el fin de medir la efectividad de las técnicas de negociación antes mencionadas se usaron tres indicadores:

- El primero que midió el valor presupuestado de compra o contratación contra el valor contratado o comprado final el cual nos dice que tan buena fue la negociación
- El segundo que calculará el valor presupuestado versus el promedio de las cotizaciones que se puede interpretar como lo acertado que esta el presupuesto con el mercado
- El ultimo comparara el valor de la propuesta o cotización más baja respecto a la propuesta contratada o comprada que permite analizar qué tan fuerte es el criterio de precio al momento de contratar o comprar un insumo, como muchas de las adquisiciones se dan por negociaciones trimestrales o semestrales es un indicador que no se va a medir cada cuatro semanas y solo va a tener una medición.

El Software de gestión de proyectos, al ser una herramientas que genera información para el desarrolla de otras dos, esta de manera particular no cuenta con indicadores asociados más allá de los planteados en el análisis de tendencias y análisis de reservas.

Para medir el impacto de la metodología de comunicación no se cuenta con un indicar objetivo, esta comparte el indicador de Percepción del desempeño de la comunicación con las reuniones teniendo en cuenta la percepción de los participantes en el equipo.

El resumen de los indicadores obtenidos del análisis junto a los objetivos a los cuales impacta se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 7 Resumen de indicadores

| MECANISMO DE MEDICIÓN | META | FRECUENCIA | FORMULA MEDICIÓN |
|--|---------------|--------------------------------|--|
| Percepción del desempeño de la comunicación | Alza | Semanal | Promedio de las calificaciones de encuesta percepción |
| Duración en la obtención de conceptos | Disminución | Esporádica/ En cada solicitud | Promedio de los días de respuesta conceptos del periodo |
| Desviación proyectada del costo | Menor a 100% | Mensual/seguimiento semanal | Cant ppto*(Porcentaje de gasto en ppto/Porcentaje de ejecución real) |
| Desviación proyectada de la programación | Menor a 100% | Mensual/seguimiento semanal | Duración programada*(Porcentaje esperado/Porcentaje real) |
| Cantidad de productos no conformes | Disminución | Mensual | Suma de los productos no conformes de cada etapa |
| Porcentaje actual de reserva de la programación | 100% | Mensual/seguimiento semanal | Atraso de la obra /días de reserva total |
| Porcentaje actual gastado de reserva del presupuesto | 100% | Mensual/seguimiento semanal | Aumentos en el ppto/Imprevistos |
| Porcentaje de desviación de ppto y adquisiciones | Mayor al 0% | Trimestral/seguimiento mensual | Promedio de precios presupuestado/Promedio de precios adquiridos |
| Porcentaje de desviación de ppto y mercado | Mayor al 0% | Trimestral/seguimiento mensual | Promedio de precios presupuestado/Promedio de precios cotizados |
| Importancia del precio en las adquisiciones | Cercano al 0% | Trimestral/seguimiento mensual | Cantidad de adquisiciones con el proponente de menor valor/cantidad de adquisiciones |
| Cumplimiento de la agenda del comité | Alza | Mensual/Seguimiento semanal | Cant de temas que cumplieron el tiempo planeado/temas totales del comité |

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Socialización

Para lograr el entendimiento de los procedimientos por parte de los profesionales asociados al proyecto antes de iniciar la implementación se realizó una reunión de socialización en la cual se dio a conocer los avances de la investigación, las herramientas a implementar, los indicadores a medir y el alcance de la implementación, a esta reunión asistió el Gerente de operaciones, Director del proyecto, Profesional de control, Profesional de procesos y logística y Coordinadores de obra, de esta reunión se deja constancia en el formato de asistencia a la socialización de la implementación (ANEXO 5).

De manera posterior cada mes dentro del comité se socializaron los adelantos en la implementación y los resultados parciales de los indicadores medidos, además de esto el equipo de trabajo asistió y tuvo acceso a toda la información relacionada con las dos auditorías por las que paso la obra a lo largo de la implementación.

4.4.3 Esquemas de medición y seguimiento a la implementación

Para realizar el seguimiento a los datos que requieren las herramientas se generó un archivo en Excel al cual se exportan los datos de la intranet y de Microsoft Project para el control del tiempo, el archivo contó con 9 hojas para analizar los datos de las diferentes herramientas de la siguiente manera:

- Consulta de expertos: Relación y seguimiento a nombre de experto, Compromiso, tipo de experto (interno o externo), fecha de solicitud, fecha de respuesta y tiempo de respuesta.
- Comité: Fecha del comité, tema programado del comité, Responsable del tema, Duración programada del tema en el comité, duración real del tema en el comité y % de cumplimiento de la agenda.
- Análisis de tendencias del presupuesto: Materiales, Cantidad presupuestada de material, % de avance físico de la obra, Cantidad que se debió gastar según avance, Cantidad gastada real, Desfase en gasto de material.
- Análisis de tendencias de la programación: Hitos de seguimiento, Comienzo de línea base, Fin de línea base, Duración de línea base, Fin proyecto según avance,

Duración proyectada según avance, Variación de fin en días, Variación de duración en días y % de variación de la duración.

- Análisis de reservas del presupuesto: Periodo de medición, Valor inicial de la reserva, Cambio al presupuesto en el periodo, Reserva al final del periodo.
- Análisis de reservas de la programación: Ubicación de la reserva, magnitud de la reserva, Reserva acumulada, Fin de línea base, Fin proyectado, Variación de fin general, variación de fin puntual, % de reserva gastado.
- Inspección de calidad: Numero de producto no conforme, Actividad, Nombre de quien reporto, Fecha del reporte, Lista de chequeo sin reporte, Reporte en lista de chequeo, Reporte en revisión de control.
- Técnicas de negociación de contratos: Nombre del contrato, Tipo de contrato, Actividad contratada, Valor del presupuesto, Valor de las propuestas, Valor contratado final, Promedio cotizaciones.
- Técnicas de negociación de compras: Nombre del material, Valor del presupuesto, Valor cotizaciones, Valor compra final, Promedio cotizaciones.

4.4.4 Requerimientos de la implementación

Para llevar a cabo la implementación se requirió de una licencia de software de gestión de proyectos que para el caso particular fue Microsoft Project y un sistema tipo Intranet o ERP que cuente con datos sobre ejecución presupuestal y gestión del almacén (inventario, materiales entrantes y materiales salientes).

Además del software se requiere un Hardware que lo soporte, para la inspección de actividades se requiere de una Tablet de al menos 9" con sistema operativo Android y para el desarrollo del software de gestión de proyectos se requiere un equipo de cómputo portátil o de escritorio con un procesador de por lo menos 700 Mhz y 512 MB de RAM y un monitor que permita definir una resolución de 1024 x 768 o superior. También debe tener una tarjeta de video compatible con DirectX 9.0c, actualizado con los controladores más recientes para

utilizar las funciones de aceleración de hardware de gráficos y 2 GB de espacio libre en disco.

5 RESULTADOS

5.1 Selección de herramientas

De la aplicación de la metodología se obtuvo la clasificación de herramientas según su impacto, la evaluación de las mismas y la inclusión del concepto de herramientas ágiles como herramientas complementarias a las tradicionales.

5.1.1 Clasificación de herramientas

De resumir todas las herramientas en una matriz y clasificarlas por área del conocimiento se obtuvieron los siguientes resultados, clasificados según el área de conocimiento.

Como se puede observar en la tabla 8, para el área de conocimiento de la integración se cuenta con múltiples herramientas para el monitoreo y control y pocas para el inicio y la planificación.

Tabla 8 Herramientas para la gestión de la Integración

| Fases Áreas | INICIO | PLANIFICACIÓN | EJECUCIÓN | MONITOREO Y CONTROL | CIERRE |
|----------------|--|--|---|--|--|
| INTEGRACIÓN | <ul style="list-style-type: none"> Juicio de expertos Técnicas de facilitación | <ul style="list-style-type: none"> Juicio de expertos Técnicas de facilitación | <ul style="list-style-type: none"> Juicio de expertos Sistema de información para dirección de proyectos Reuniones | <ul style="list-style-type: none"> Juicio de expertos Sistema de información para dirección de proyectos Técnicas analíticas(2) Herramientas de control de cambios Reuniones(2) | <ul style="list-style-type: none"> Juicio de expertos Técnicas analíticas Reuniones |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9 se puede apreciar que para el área del conocimiento del alcance no se cuenta con ninguna herramienta para el inicio, ejecución ni cierre, únicamente para la planificación y para el monitoreo y control.

Tabla 9 Herramientas para la gestión del alcance

| Fases Áreas | INICIO | PLANIFICACIÓN | EJECUCIÓN | MONITOREO Y CONTROL | CIERRE |
|----------------|--------|--|-----------|--|--------|
| ALCANCE | | <ul style="list-style-type: none"> Juicio de expertos(3) Técnicas grupales de creatividad Entrevistas Grupos focales Talleres facilitados(2) Reuniones Técnicas grupales de toma de decisiones Cuestionarios y encuestas | | <ul style="list-style-type: none"> Inspección Técnicas grupales de toma de decisiones Análisis de variación | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Observaciones • Prototipos • Estudios comparativos • Diagramas de contexto • Análisis de documentos • Análisis del producto • Generación de alternativas • Descomposición | | | |
|--|--|--|--|--|

Fuente: Elaboración propia

De los resultados de la tabla 10 se puede deducir que el tiempo es el área de conocimiento que cuenta con más actividades y por ende herramientas individuales, todas enfocadas a la planificación y al monitoreo y control, esto se debe a que esta es una de las variables que en la ejecución de los proyecto tiene una mayor variabilidad.

Tabla 10 Herramientas para la gestión del tiempo

| Fases Áreas | INICIO | PLANIFICACIÓN | EJECUCIÓN | MONITOREO Y CONTROL | CIERR E |
|----------------|--------|--|-----------|--|------------|
| TIEMPO | | <ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos(4) • Técnicas analíticas • Reuniones • Descomposición • Técnicas de optimización de recursos • Método de diagramación por precedencia (PDM) • Determinación de las dependencias • Adelantos y Retrasos(2) • Análisis de alternativas • Datos publicados de estimaciones • Estimación ascendente • Software de gestión de proyectos • Estimación análoga • Estimación paramétrica • Estimación por tres valores • Técnicas grupales de toma de decisiones • Análisis de reservas • Análisis de la red del cronograma • Método de la ruta crítica • Método de la cadena crítica • Planificación gradual • Técnicas de modelado • Compresión del cronograma • Herramienta de programación | | <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de tendencias • Método de la ruta crítica • Método de la cadena crítica • Gestión del valor ganado • Software de gestión de proyectos • Técnicas de optimización de recursos • Técnicas de modelado • Adelantos y retrasos • Compresión del cronograma • Herramienta de programación | |

Fuente: Elaboración propia

Los costos al igual que el tiempo y el alcance solo cuenta con actividades y herramientas para la planificación y el monitoreo y control, teniendo mayor importancia la planificación, esto se deduce de los resultados de la tabla 11.

Tabla 11 Herramientas para la gestión de los costos

| Fases Áreas | INICIO | PLANIFICACIÓN | EJECUCIÓN | MONITOREO Y CONTROL | CIERRE |
|----------------|--------|--|-----------|--|--------|
| COSTOS | | <ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos(3) • Técnicas analíticas • Conciliación del límite de financiamiento • Estimación análoga • Estimación paramétrica • Técnicas grupales de toma de decisiones • Estimación por tres valores • Análisis de reservas(2) • Costo de la Calidad • Software de gestión de proyectos • Análisis de ofertas de proveedores • Estimación ascendente • Agregación de Costos • Relaciones históricas • Reuniones | | <ul style="list-style-type: none"> • Gestión del valor ganado(2) • Pronósticos • Índice de desempeño del trabajo por completar • Análisis de variación • Análisis de tendencias • Software de gestión de proyectos • Análisis de reservas | |

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 12, la gestión de la calidad tiene actividades y herramientas en la planificación, ejecución y monitoreo y control, teniendo mayor importancia la planificación teniendo más del 50% de las herramientas en la primera de estas, lo cual se puede asociar a la necesidad de definir los parámetros subjetivos del proyecto antes del inicio.

Tabla 12 Herramientas para la gestión de la calidad

| Fases Áreas | INICIO | PLANIFICACIÓN | EJECUCIÓN | MONITOREO Y CONTROL | CIERRE |
|----------------|--------|--|---|--|--------|
| CALIDAD | | <ul style="list-style-type: none"> • Siete herramientas básicas de calidad • Otras herramientas de planificación de calidad • Análisis costo-beneficio • Estudios comparativos • Diseño de experimentos • Muestreo estadístico • Costo de la calidad • Reuniones | <ul style="list-style-type: none"> • Siete herramientas básicas de calidad • Auditorías • Análisis de procesos | <ul style="list-style-type: none"> • Revisión de solicitudes de cambio aprobadas • Siete herramientas básicas de calidad • Muestreo estadístico • Inspección | |

Fuente: Elaboración propia

La gestión del recurso humano cuenta con actividades y herramientas para su planificación y ejecución mas no en su inicio, monitoreo y control ni cierre como se observa en la tabla 13 , contando con 15 de sus 20 herramientas en la fase de ejecución, dado que el recurso humano es un elemento que requiere administración e incentivo constante.

Tabla 13 Herramientas para la gestión del talento humano

| Fases Áreas | INICIO | PLANIFICACIÓN | EJECUCIÓN | MONITOREO Y CONTROL | CIERRE |
|-------------------------|--------|---|---|---------------------|--------|
| RECURSOS HUMANOS | | <ul style="list-style-type: none"> • Organigramas y descripciones de cargos • Creación de relaciones de trabajo • Teoría organizacional • Juicio de expertos • Reuniones | <ul style="list-style-type: none"> • Herramientas para la evaluación del personal • Evaluaciones del desempeño del proyecto • Adquisición • Equipos Virtuales • Análisis de decisiones multicriterio • Habilidades interpersonales(2) • Capacitación • Actividades de desarrollo del espíritu de equipo • Reglas básicas • Coubicación • Reconocimiento y recompensas • Asignación Previa • Observación y conversación • Técnicas de Negociación • Gestión de conflictos | | |

Fuente: Elaboración propia

La gestión de la comunicación tiene actividades y herramientas en la planificación, ejecución y monitoreo y control, teniendo mayor importancia la planificación y la ejecución, la comunicación es un elemento transversal a las demás áreas del conocimiento y todas dependen de su implementación.

Tabla 14 Herramientas para la gestión de las comunicaciones

| Fases Áreas | INICIO | PLANIFICACIÓN | EJECUCIÓN | MONITOREO Y CONTROL | CIERRE |
|---------------------|--------|--|---|--|--------|
| COMUNICACION | | <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de requisitos de comunicación • Tecnología de la comunicación • Modelos de comunicación • Métodos de comunicación • Reuniones | <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de gestión de la información • Tecnología de la comunicación • Métodos de comunicación • Modelos de comunicación • Informes de desempeño | <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de gestión de la información • Juicio de expertos • Reuniones | |

La gestión de los riesgos tiene actividades y herramientas en la planificación y monitoreo y control, teniendo el 74% de ellas en la etapa de planificación dado que lo más importante de gestionar los riesgos es preverlos y tener definidos los planes de contingencia.

Tabla 15 Herramientas para la gestión de los riesgos

| Fases Áreas | INICIO | PLANIFICACIÓN | EJECUCIÓN | MONITOREO Y CONTROL | CIERRE |
|----------------|--------|---|-----------|---|--------|
| RIESGOS | | <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de la calidad de los datos sobre riesgos • Juicio de expertos(5) • Reuniones • Revisiones a la documentación • Técnicas de recopilación de información (2) • Análisis con lista de verificación • Análisis de supuestos • Técnicas de diagramación • Análisis FODA • Evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos • Matriz de probabilidad e impacto • Técnicas analíticas • Categorización de riesgos • Evaluación de la urgencia de los riesgos • Análisis de sensibilidad • Análisis del valor monetario esperado. • Técnicas de modelado • Estrategias para riesgos negativos y amenazas • Estrategias para riesgos positivos u oportunidades • Estrategias de respuesta a contingencias | | <ul style="list-style-type: none"> • Reevaluación de los riesgos • Auditorías • Análisis de variación • Análisis de tendencias • Medición del desempeño • Análisis de reservas • Reuniones | |

Fuente: Elaboración propia

Las adquisiciones una de las áreas del conocimiento que más tiene herramientas con un total de 22, además es una de las pocas áreas que como se puede observar en la tabla 16, cuenta con actividades y herramientas en el cierre, dado que se debe realizar el cierre contractual del proyecto.

Tabla 16 Herramientas para la gestión de las adquisiciones

| Fases Áreas | INICIO | PLANIFICACIÓN | EJECUCIÓN | MONITOREO Y CONTROL | CIERRE |
|----------------|--------|--|---|---|--|
| ADQUISICION | | <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de hacer o comprar • Juicio de expertos • Investigación de mercado • Reuniones | <ul style="list-style-type: none"> • Técnicas de evaluación de propuestas • Conferencia de oferentes • Estimaciones independientes • Juicio de expertos • Técnicas de Negociación • Técnicas analíticas • T Publicidad | <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de control de cambios del contrato • Medición del desempeño • Administración de reclamaciones • Auditorías • Informes de desempeño • Sistemas de pago • Inspecciones • Sistema de gestión de registros | <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de gestión de registros • Auditorías • registros Técnicas de Negociación |

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 17, los interesados es el área de gestión con menor cantidad de herramientas, con un total de 12 las cuales están repartidas en las fases de inicio, planificación, ejecución y monitoreo y control, esto se puede deber a que es una de las áreas de gestión más nuevas del PMBOK por lo cual tiene un desarrollo menor a las demás.

Tabla 17 Herramientas para la gestión de los interesados

| Fases Áreas | INICIO | PLANIFICACIÓN | EJECUCIÓN | MONITOREO Y CONTROL | CIERRE |
|----------------|--|--|--|--|--------|
| INTERESADOS | <ul style="list-style-type: none"> Análisis de interesados Juicio de expertos Reuniones | <ul style="list-style-type: none"> Técnicas analíticas Reuniones Juicio de expertos | <ul style="list-style-type: none"> Habilidades interpersonales Métodos de comunicación Habilidades de gestión | <ul style="list-style-type: none"> Sistemas de gestión de la información Juicio de expertos Reuniones | |

Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Evaluación de impacto

En la siguiente tabla se pueden observar las primeras 30 herramientas ordenadas de mayor a menor teniendo en cuenta la cantidad de veces que aparece en las tablas de clasificación, las áreas del conocimiento que abarca y las fases del proyecto:

Tabla 18 Evaluación de impacto

| No | Herramienta | Cantidad | Áreas Abarcadas | Fases Abarcadas | Promedio |
|----|---|----------|-----------------|-----------------|----------|
| 1 | Juicio de expertos | 27 | 9 | 5 | 13,67 |
| 2 | Reuniones | 17 | 9 | 5 | 10,33 |
| 3 | Técnicas analíticas | 9 | 6 | 4 | 6,33 |
| 4 | Análisis de reservas | 5 | 3 | 2 | 3,33 |
| 5 | Auditorias | 4 | 3 | 3 | 3,33 |
| 6 | Técnicas grupales de toma de decisiones | 4 | 3 | 2 | 3,00 |
| 7 | Software de gestión de proyecto | 4 | 2 | 2 | 2,67 |
| 8 | Inspección | 3 | 3 | 1 | 2,33 |
| 9 | Análisis de variación | 3 | 3 | 1 | 2,33 |
| 10 | Técnicas de modelado | 3 | 2 | 2 | 2,33 |
| 11 | Análisis de tendencias | 3 | 3 | 1 | 2,33 |
| 12 | Siete herramientas básicas de calidad | 3 | 1 | 3 | 2,33 |
| 13 | Técnicas de negociación | 3 | 2 | 2 | 2,33 |
| 14 | Métodos de comunicación | 3 | 2 | 2 | 2,33 |
| 15 | Sistemas de gestión de la información | 3 | 2 | 2 | 2,33 |
| 17 | Adelantos y retrasos | 3 | 1 | 2 | 2,00 |
| 18 | Gestión del valor ganado | 3 | 2 | 1 | 2,00 |
| 19 | Habilidades Interpersonales | 3 | 2 | 1 | 2,00 |
| 20 | Informes de desempeño | 2 | 2 | 2 | 2,00 |
| 21 | Técnicas de facilitación | 2 | 1 | 2 | 1,67 |

| | | | | | |
|----|--|---|---|---|------|
| 22 | Sistema de información para dirección de proyectos | 2 | 1 | 2 | 1,67 |
| 23 | Estudios comparativos | 2 | 2 | 1 | 1,67 |
| 24 | Descomposición | 2 | 2 | 1 | 1,67 |
| 25 | Estimación ascendente | 2 | 2 | 1 | 1,67 |
| 26 | Estimación análoga | 2 | 2 | 1 | 1,67 |
| 27 | Estimación paramétrica | 2 | 2 | 1 | 1,67 |
| 28 | Estimación por tres valores | 2 | 2 | 1 | 1,67 |
| 29 | Método de la ruta crítica | 2 | 1 | 2 | 1,67 |
| 30 | Método de la cadena crítica | 2 | 1 | 2 | 1,67 |

Fuente: Elaboración propia

Con esta evaluación inicial se procedió a validar con cada una de las herramientas cuantas de las áreas y etapas se podían dirigir con la aplicación de la misma teniendo en cuenta la nomenclatura de la tabla 2, se puede obtener el siguiente resultado:

Tabla 19 Impacto de primeras 5 herramientas

| AREAS | Inicio | Planificación | Ejecución | Monitoreo y control | Cierre |
|-----------------|--------|---------------|-----------|---------------------|--------|
| Integración | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| Alcance | | 2 | | 0 | |
| Tiempo | | 4 | | 0 | |
| Costo | | 4 | | 1 | |
| Calidad | | 1 | 1 | 0 | |
| Recursos humano | | 2 | 0 | | |
| Comunicaciones | | 1 | 0 | 2 | |
| Riesgos | | 2 | | 3 | |
| Adquisiciones | | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Interesados | 2 | 2 | 0 | 2 | |

Fuente: Elaboración propia

De la matriz de impacto se puede observar que faltan herramientas para la ejecución del recurso humano, las comunicaciones y los interesados y el Monitoreo y control del alcance, tiempo y calidad, para complementar estas primeras cinco herramientas y contar con al menos una para cada actividad y teniendo en cuenta la cantidad mínima necesaria para gerencia todas las áreas de gestión y grupos de procesos se encontraron nueve herramientas que cumplen esta función y se distribuyen en las 11 áreas y las 5 etapas, las cuales se pueden ver organizadas en la siguiente tabla en la cual se nombran las herramientas según la tabla 2 “herramientas seleccionadas”:

Tabla 20 Matriz de impacto de herramientas seleccionadas

| AREAS | Inicio | Planificación | Ejecución | Monito y control | Cierre |
|------------------|--------|---------------|-----------|------------------|--------|
| Integración | 1 | 1 | 1, 2 | 1,2,3 | |
| Alcance | | 1, 2 | | 6 | |
| Tiempo | | 1,2,3,4 | | 7 | |
| Costo | | 1,2,3,4 | | 4 | |
| Calidad | | 2 | 5 | 6 | |
| Recursos humanos | | 1,2 | 8 | | |
| Comunicación | | 2 | 9 | 1,2 | |
| Riesgos | | 1,2 | | 2,4,5 | |
| Adquisiciones | | 1,2 | 1 | 5 | |
| Interesados | 1,2 | 1,2 | 9 | 1,2 | |

Fuente: Elaboración propia

Con la matriz completa se puede apreciar que la mayoría de herramientas se centran en la planificación de tiempo, costos y el monitoreo y control de integración y riesgos, encontrando que faltan herramientas que permitan planificar las actividades al momento de la ejecución y que permitan las comunicaciones en el corto plazo.

5.1.3 Herramientas ágiles

Teniendo en cuenta los resultados de la tabla 20 en la cual se encuentran falencias, se procedió a clasificar las herramientas ágiles según el área de conocimiento particular para seleccionar las que pudieran complementar las herramientas tradicionales obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 21 Clasificación de herramientas ágiles

| Traducción | Clasificación |
|--|--------------------------------------|
| Radiador de información | Comunicación |
| Espacio de equipo | |
| Herramientas ágiles | |
| Osmosis de la comunicación para equipos con ubicación compartida y/o distribuida | |
| Reunión diaria de pie | |
| Retrospectiva | Planeación monitoreo y adaptación |
| Tablero o sabana de requerimientos | |
| Timeboxing | |
| Planeación de liberación | |
| Planeación iterativa | |
| Límites del trabajo en progreso | |
| Diagrama de subida/bajada de quemado | |
| Diagramas de flujo acumulativos | |
| Adaptación del proceso | |
| Dimensionamiento relativo | |

| | |
|---|---------------------------------|
| Puntos de historia | |
| Banda ancha delphi | |
| Planeación poker | |
| Estimación de afinidad | |
| Tiempo ideal | |
| Hoja de ruta del producto | Análisis y diseño |
| Uso de experiencia | |
| Mapas de historia | |
| Elaboración progresiva | |
| Objetividad | |
| Personas | |
| Modelado | Calidad |
| Verificación y validación recurrente | |
| Desarrollo de auto aceptación | |
| Definición de terminado | |
| Integración continua | Habilidades de negociación |
| Inteligencia emocional | |
| Colaboración | |
| Liderazgo adaptativo | |
| Negociación | |
| Resolución de conflictos | Priorización basada en el valor |
| Liderazgo centrado en las necesidades de sus colaboradores | |
| Retorno de la inversión/valor presente neto/tasa interna de retorno | |
| Conformidad | |
| Priorización basada en el valor del cliente | Gerencia del riesgo |
| Característica mínimamente comerciable | |
| Priorización relativa | |
| Riesgo ajustado a las reservas | Métricas |
| Graficas de riesgo faltante | |
| Picos basados en el riesgo | |
| Velocidad | |
| Tiempo de ciclo | Análisis del flujo de valor |
| Gestión del valor ganado | |
| Defectos escapados | |
| Mapeo de la cadena de valor | |

Fuente: Elaboración propia

Con esta calificación se seleccionaron como herramientas complementarias la planeación de liberación (método de planeación que ve un horizonte de meses y a medida que se van liberando va apareciendo nuevas actividades), planeación iterativa (método de planeación a corto plazo que ve horizonte a días y va siendo iterativo y repetitivo en tiempo) y la reunión diaria de pie (reunión diaria para chequear requerimientos no dura más de 10 minutos).

5.1.4 Compatibilidad con BIM Y LEAN

Inicialmente se enlistaron las actividades de la filosofía Lean Construction dentro de la matriz de áreas del conocimiento y grupos de procesos de PMI obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 22 Actividades de PMI presentes en BIM y LEAN

| Fases Áreas | PLANIFICACIÓN | EJECUCIÓN | MONITOREO Y CONTROL |
|-------------------------|--|---|-----------------------------|
| INTEGRACIÓN | | | |
| ALCANCE | Definir el alcance | | |
| | Crear la EDT/WBS | | |
| TIEMPO | Planificar la gestión del cronograma | | Controlar el cronograma |
| | Definir las actividades | | |
| | Secuenciar las actividades | Ejecutar el plan de corto plazo | |
| | Estimar los recursos de las actividades | Estimar los recursos de las actividades | |
| | Estimar la duración de las actividades | | |
| | Desarrollar el cronograma | | |
| | | | |
| COSTOS | Estimar los costos | | Controlar los costos |
| CALIDAD | Planificar la gestión de calidad | Realizar el aseguramiento de la calidad | Controlar la calidad |
| RECURSOS HUMANOS | Planificar la gestión de los recursos humanos | Desarrollar el equipo del proyecto | |
| COMUNICACIONES | | | |
| RIESGOS | Identificar los riesgos | | Controlar los riesgos |
| | Realizar un análisis cuantitativo de los riesgos | | |
| ADQUISICIONES | Planificar la gestión de las adquisiciones | | Controlar las adquisiciones |
| INTERESADOS | | | |

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se puede observar que Lean y BIM no cuenta con actividades del PMBOK en los grupos de procesos de inicio y fin ni en las áreas del conocimiento de Integración, Comunicaciones e Interesados, esto no quiere decir que estas metodologías no tengan actividades de Integración o comunicación únicamente que las que estas determinan no son las mismas del PMI.

Con las actividades determinadas se completaron las herramientas que PMI aconseja usar para la gestión de estas, el resultado se puede observar en la tabla 23:

Tabla 23 Herramientas de PMI presenten en BIM y LEAN

| Fases Áreas | PLANIFICACIÓN | EJECUCIÓN | MONITOREO Y CONTROL |
|-------------------------|--|--|--------------------------------------|
| ALCANCE | Descomposición | | |
| | Técnicas analíticas | | Análisis de tendencias |
| TIEMPO | Reuniones | | Método de la cadena crítica |
| | Planificación gradual | | Gestión del valor ganado |
| | Juicio de expertos | | Software de gestión |
| | Método de diagramación por precedencia (PDM) | | Técnicas de optimización de recursos |
| | Determinación de las dependencias | | Técnicas de modelado |
| | Adelantos y Retrasos | | Herramienta de programación |
| | Análisis de alternativas | | |
| | Datos publicados de estimaciones | | |
| | Software de gestión de proyectos | | |
| | Estimación análoga | | |
| | Técnicas grupales de toma de decisiones | | |
| | Análisis de reservas | | |
| | Método de la cadena crítica | | |
| | Técnicas de optimización de recursos | | |
| | Técnicas de modelado | | |
| | Herramienta de programación | | |
| COSTOS | Técnicas de modelado | | Gestión del valor ganado |
| | | | Pronósticos |
| | | | Análisis de tendencias |
| | | | Software de gestión de proyectos |
| | | Análisis de reservas | |
| CALIDAD | Muestreo estadístico | Análisis de procesos | Muestreo estadístico |
| RECURSOS HUMANOS | Reuniones | Capacitación | |
| | | Actividades de desarrollo del espíritu de equipo | |
| | | Reconocimiento y recompensas | |
| | | Herramientas para la evaluación del personal | |
| | | Coubicación | |
| RIESGOS | Técnicas de recopilación de información | | Análisis de tendencias |
| | Análisis de supuestos | | Medición del desempeño |
| | Análisis de sensibilidad | | Análisis de reservas |
| | Técnicas de modelado | | Reuniones |
| | Estrategias para riesgos negativos y amenazas | | |
| | Estrategias para riesgos positivos u oportunidades | | |
| | Estrategias de respuesta a contingencias | | |
| ADQUISICIONES | Análisis de hacer o comprar | | Medición del desempeño |
| | Investigación de mercado | | |

Fuente: Elaboración propia

Seis de las 9 herramientas preseleccionadas se dan también en empresas que implementan BIM y LEAN por lo cual las únicas herramientas que no irían de acuerdo a estas metodologías son las técnicas de negociación, metodologías de comunicación y la inspección, esto se debe básicamente al metodología de gerencia y planificación de estas las cuales se basan en acuerdos de servicios previos al inicio de las actividades en las cuales se establecen condiciones para la entrega y recibo de información por lo cual en el desarrollo del proyecto no se hace necesaria la negociación y pierden protagonismo las técnicas de negociación.

5.2 Validación en base a experiencia

Con esta información inicial se pudo diseñar y aplicar la encuesta al grupo de gerentes de proyectos de la ciudad, con la primera sección de la encuesta se pudo caracterizar la muestra de gerentes encuestados los cuales en un 88% son gerentes o directores funcionales y solo en un 12% gerentes generales, respecto a la cantidad de proyectos dirigidos en un mismo momento el 71% manejan entre 1 y 3 obras y el 29% 4 o más obras, los gerentes encuestados en su mayoría tiene a cargo entre 50 y 150 personas operativas y entre 5 y 8 profesionales o administrativos a cargo, respecto a su experiencia se puede ver en la siguiente gráfica:

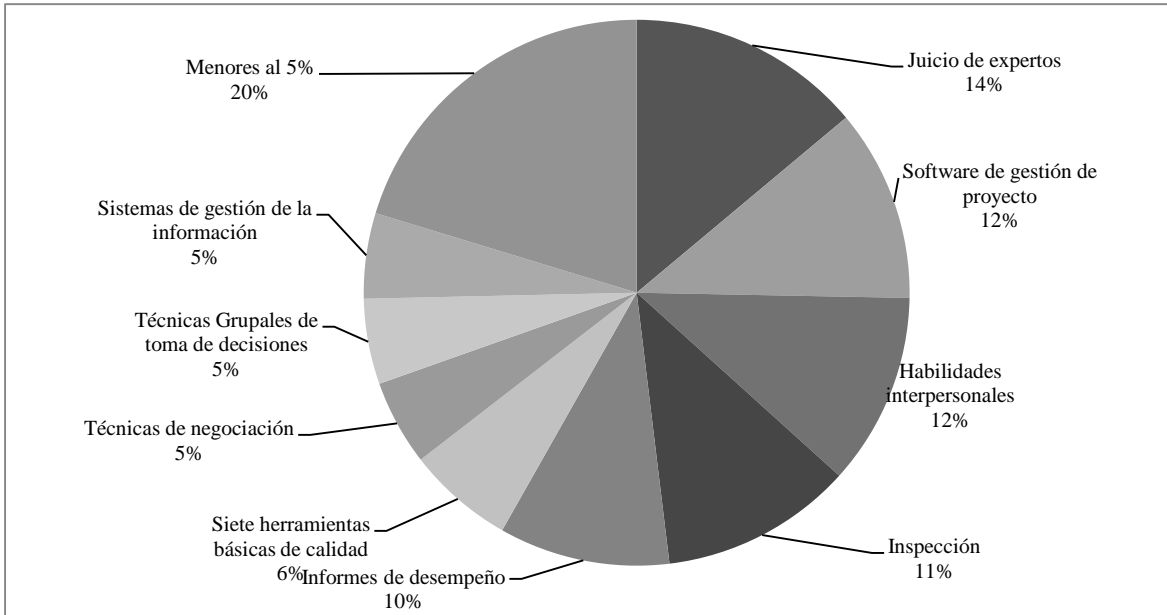
Ilustración 9 Años de experiencia de gerentes encuestados



Fuente: Elaboración propia

De las respuestas obtenidas en la segunda sección de la encuesta sobre las herramientas indispensables para desarrollar la gerencia de proyectos se obtuvo la siguiente distribución porcentual de uso de herramientas (ver ilustración 10).

Ilustración 10 Herramientas indispensables para gerentes



Fuente: Elaboración propia

En estos datos se encontró que tres de las cuatro herramientas más seleccionadas por lo gerentes como indispensables coinciden con las siete primeras herramientas seleccionadas en la matriz inicial, las cuales son; Juicio de Expertos, Software de gestión de proyectos e Inspección, teniendo un alto grado de coincidencia entre la decisión de las herramientas a usar por gerentes que no necesariamente conocen el PMBOK con los planteamientos de esta guía.

Los datos resultantes de la encuesta se analizaron herramienta por herramienta, por rangos de edad, por cantidad de obras gerenciadas simultáneamente y por rangos según los años de experiencia para obtener resultados más específicos, resumiendo en la siguiente tabla:

Tabla 24 Resultado de encuesta sobre herramientas

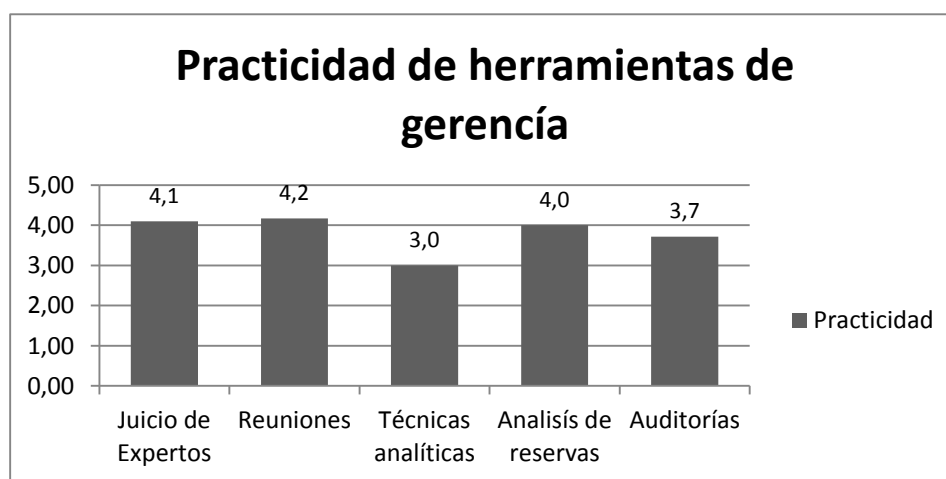
| Herramientas | Conocimiento | | Uso | | Metodología al uso | | Ayuda en toma de decisiones | | Entendimiento por el grupo de trabajo | | Entendimiento por superiores | |
|----------------------|--------------|-----|------|-----|--------------------|-----|-----------------------------|-----|---------------------------------------|-----|------------------------------|-----|
| | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| Juicio de Expertos | 69% | 31% | 69% | 31% | 55% | 45% | 91% | 9% | 44% | 56% | 90% | 10% |
| Reuniones | 41% | 59% | 56% | 44% | 45% | 55% | 86% | 14% | 86% | 14% | 100% | 0% |
| Técnicas analíticas | 12% | 88% | 100% | 0% | 100% | 0% | 100% | 0% | 50% | 50% | 50% | 50% |
| Análisis de reservas | 18% | 82% | 100% | 0% | 67% | 33% | 100% | 0% | 33% | 67% | 67% | 33% |
| Auditorías | 29% | 71% | 100% | 0% | 56% | 44% | 78% | 22% | 43% | 57% | 86% | 14% |

Fuente: Elaboración propia

De estos datos se puede resumir que las herramientas más especializadas como el análisis de reservas, las técnicas analíticas y las auditorías se usan de manera más metodológica y tienen más impacto que las herramientas tradicionales como las reuniones o los juicios de expertos pero son menos conocidas y son menos entendidas por el grupo de trabajo y los superiores (jefes).

Dentro de la tercera sección se preguntó se solicitó calificar de 1 a 5 la practicidad de implementar y usar las herramientas y el impacto que percibían los gerentes de proyectos respecto al uso de las consideradas como más importantes, obteniendo los resultados de la ilustración 11.

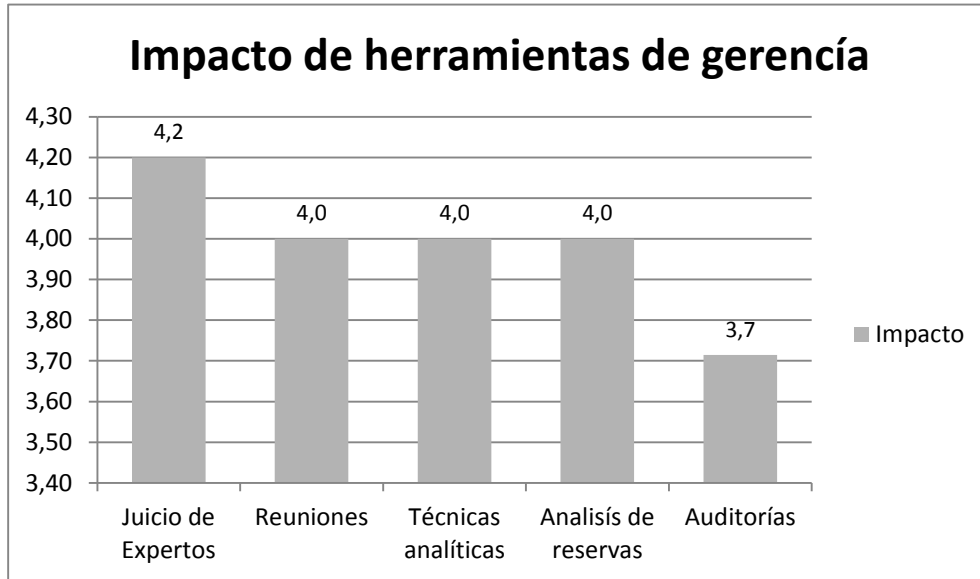
Ilustración 11 Evaluación de practicidad por gerentes



Fuente: Elaboración propia

Las herramientas más genéricas y que requieren menor metodología para su implementación como juicio de expertos y reuniones son consideradas herramientas más prácticas (4.1 y 4.2), en contravía con las auditorías y técnicas analíticas que requieren mayor formalidad tiene una menor calificación de practicidad (3.7 y 3)

Ilustración 12 Evaluación de impacto por gerentes



Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 12 se puede observar que el juicio de expertos es la herramienta más impactante seguida de reuniones, técnicas analíticas y análisis de reservas.

5.3 Definición de esquema de implementación

5.3.1 Reuniones

De la definición de la agenda para los comités se obtuvo una agenda tipo, la cual variará dependiendo a los temas que son enviados de manera semanal al director de proyecto, a continuación en la tabla 25 se puede ver la agenda tipo:

Tabla 25 Agenda de comité

| Tema | Origen | Duración aproximada |
|---|-----------------|---------------------|
| Revisión de compromisos anteriores con cada responsable | Permanente | 20 min |
| Temas relacionados con el componente ambiental | Según necesidad | 10 min |

| | | |
|--|----------------------------|--------|
| Temas relacionados con la seguridad industrial | Según necesidad | 10 min |
| Temas relacionados con la calidad del producto | Según necesidad | 10 min |
| Temas relacionados con control técnico. | Según necesidad | 10 min |
| Pendiente de áreas externas /diseño/maquinaria/talento humano/contratación/compras | Según necesidad/espórádico | 10 min |
| Revisión de temas relacionados con logística de obra. | Permanente | 5 min |
| Revisión de programación general, análisis de reservas. | Permanente | 5 min |
| Revisión de programación específica. | Permanente | 5 min |
| Revisión de restricciones de mediano plazo. | Permanente | 10 min |
| Revisión de presupuesto de obra, análisis de reservas. | Permanente | 10 min |

Fuente: Elaboración propia

Para garantizar la periodicidad y agenda del comité para los diferentes participantes se generó un horario con las diferentes obras en la ciudad de Bucaramanga, con el siguiente resultado:

Tabla 26 Horario de comités

| Proyecto | Día de la semana | Hora inicio | Hora fin |
|------------|------------------|-------------|----------|
| Proyecto 1 | Lunes | 2:00 pm | 3:40 pm |
| Proyecto 2 | Martes | 8:00 am | 9:40 am |
| Proyecto 3 | Miércoles | 8:00 am | 9:40 am |
| Proyecto 4 | Jueves | 2:00 pm | 3:40 pm |
| Proyecto 5 | Viernes | 8:00 am | 9:40 am |

Fuente: Elaboración propia

Posterior a la implementación del comité se seleccionaron los roles y funciones de cada uno de los integrantes del comité con el fin de delimitar las intervenciones con temas fuera de lo planeado con el siguiente resultado:

Tabla 27 Roles en el comité

| Cargo | Asistencia | Rol | Funciones |
|----------------------|------------|------------|--|
| Director de proyecto | Semanal | Presidente | Presentar el seguimiento general a los diferentes compromisos, moderar y hacer seguimiento al tiempo de la reunión, dar la palabra a los diferentes integrantes de la reunión. Preparar los temas de la reunión. Citar a la reunión. |

| | | | |
|--------------------------------------|-----------|--------------|--|
| Gerente de operaciones | Semanal | Asistente | Solicitar información pertinente sobre el avance en tiempo, dinero y calidad del proyecto. |
| Coord. de planeación de operaciones | Semanal | Asistente | Solicitar información pertinente sobre el avance en tiempo, dinero y calidad del proyecto. |
| Coordinador/a de obra | Semanal | Secretario/a | Presentar los imprevistos de la obra en su especialidad así como el estado de las inspecciones de calidad. Llevar el registro del comité en el acta. |
| Profesional de procesos y logística. | Semanal | Asistente | Presentar estado de la programación general, análisis de reservas del mismo y las técnicas analíticas practicadas. Hacer seguimiento de las restricciones de mediano plazo. Hacer seguimiento a temas de logística de obra |
| Profesional ambiental | Catorcena | Asistente | Presentar estado de pendientes anteriores y nuevos pendientes sobre temas ambientales |
| Profesional de calidad | Catorcena | Asistente | Presentar estado de pendientes anteriores y nuevos pendientes sobre temas de calidad/inspecciones |
| Profesional de control técnico | Catorcena | Asistente | Presentar estado del presupuesto, análisis de reservas del mismo y las técnicas analíticas practicadas. |
| Gerente de diseño | Eventual | Asistente | Dar informe sobre solicitudes no resueltas |
| Gerente de planeación | Eventual | Asistente | Dar informe sobre solicitudes no resueltas |
| Dir. de contratación | Eventual | Asistente | Dar informe sobre solicitudes no resueltas |
| Dir. de compras | Eventual | Asistente | Dar informe sobre solicitudes no resueltas |
| Dir. de control técnico | Eventual | Asistente | Dar informe sobre solicitudes no resueltas |
| Dir. de talento humano | Eventual | Asistente | Dar informe sobre solicitudes no resueltas |
| Dir. de maquinaria y equipo | Eventual | Asistente | Dar informe sobre solicitudes no resueltas |

Fuente: Elaboración propia

5.3.2 Auditorias

El número de auditorías puede variar dependiendo de la naturaleza de los procesos y de la criticidad del proceso que depende a las no conformidades de auditorías pasadas, se establece el periodo de revisión conveniente, así:

Tabla 28 Definición de criticidad baja en auditorias

| CRITICIDAD BAJA | ESTADO* | N.C en A.I | SE DEBE PROGRAMAR |
|-----------------------------------|----------|------------|-------------------|
| 1-2 (Bajo nivel de impacto del | <= 2 N.C | <= 2 N.C | 6 MESES |
| | | 3 NC | 6 MESES |
| | | >= 4 N.C | 4 MESES |

| | | | |
|--|---------|----------|---------|
| proceso frente a los resultados del SGC de la Empresa) | 3 NC | <= 2 N.C | 6 MESES |
| | | 3 NC | 4 MESES |
| | | >= 4 N.C | 4 MESES |
| | >= 4 NC | <= 2 N.C | 4 MESES |
| | | 3 NC | 3 MESES |
| | | >= 4 N.C | 3 MESES |

*N.C generadas en el trimestre inmediatamente anterior a la fecha de la planificación.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29 Definición de criticidad media en auditorias

| CRITICIDAD MEDIA | ESTADO | N.C EN A.I | SE DEBE PROGRAMAR |
|---|----------|------------|-------------------|
| 3-4 (Nivel medio de impacto del proceso frente a los resultados del S.G.C de la Empresa) | <= 2 N.C | <= 2 N.C | 6 MESES |
| | | 3 NC | 4 MESES |
| | | >= 4 N.C | 4 MESES |
| | 3 NC | <= 2 N.C | 4 MESES |
| | | 3 NC | 4 MESES |
| | | >= 4 N.C | 3 MESES |
| | >= 4 NC | <= 2 N.C | 4 MESES |
| | | 3 NC | 4 MESES |
| | | >= 4 N.C | 3 MESES |

Fuente: Elaboración propia


Tabla 30 Definición de criticidad alta en auditorias

| CRITICIDAD ALTA | ESTADO | N.C A.I | SE DEBE PROGRAMAR |
|--|----------|----------|-------------------|
| 5 (Nivel Alto de impacto del proceso frente a los resultados del S.G.C de la Empresa) | <= 2 N.C | <= 2 N.C | 4 MESES |
| | | 3 NC | 4 MESES |
| | | >= 4 N.C | 3 MESES |
| | 3 NC | <= 2 N.C | 4 MESES |
| | | 3 NC | 4 MESES |
| | | >= 4 N.C | 3 MESES |
| | >= 4 NC | <= 2 N.C | 4 MESES |
| | | 3 NC | 3 MESES |
| | | >= 4 N.C | 3 MESES |

Fuente: Elaboración propia

 El proceso es estable y ocasionalmente se presenta N.C.

 El proceso es estable y frecuentemente presenta N.C

 Es un proceso inestable y siempre presenta N.C

5.3.3 Análisis de reservas

Del análisis realizado de los proyectos anteriormente desarrollados por la empresa con el fin de determinar la cantidad mínima de reservas necesarias para absorber las variaciones

en el presupuesto y en la programación de obra debido a los imprevistos, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 31 Reservas mínimas en programación

| Tipo de proyecto | Fase | Dimensión de la reserva | Tipo de reserva | Ubicación de la reserva |
|--|---|------------------------------------|-----------------|---|
| Edificación multifamiliar construcción tradicional | Excavación/contención de terreno | 10% de la duración por rendimiento | Alta | Distribuida (mayorar el tiempo) |
| | Estructura | 10% de la duración por rendimiento | Alta | Distribuida (mayorar el tiempo) |
| | Acabados obra gris | 5% de la duración por rendimiento | Mediana | Al inicio de la actividad (Inicio tardío) |
| | Acabados obra blanca (a partir de pisos y enchapes) | 10% de la duración por rendimiento | Alta | Al inicio de la actividad (Inicio tardío) |
| | Carpintería | 15% de la duración por rendimiento | Muy alta | Al inicio de la actividad (Inicio tardío) |
| Edificación multifamiliar construcción industrializada | Excavación/contención de terreno | 10% de la duración por rendimiento | Alta | Distribuida (mayorar el tiempo) |
| | Estructura | 5% de la duración por rendimiento | Mediana | Distribuida (mayorar el tiempo) |
| | Acabados obra blanca (a partir de pisos y enchapes) | 10% de la duración por rendimiento | Alta | Al inicio de la actividad (Inicio tardío) |
| | Carpintería | 15% de la duración por rendimiento | Muy alta | Al inicio de la actividad (Inicio tardío) |
| Edificación unifamiliar | Estructura | 5% de la duración por rendimiento | Mediana | Distribuida (mayorar el tiempo) |
| | Acabados obra blanca (a partir de pisos y enchapes) | 10% de la duración por rendimiento | Alta | Al inicio de la actividad (Inicio tardío) |
| | Carpintería | 15% de la duración por rendimiento | Muy alta | Al inicio de la actividad (Inicio tardío) |

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos se puede suponer que los proyectos tradicionales conllevan mayor variabilidad en la etapa de estructura debido a que requieren una mayor cantidad de mano de obra no calificada, la reserva se incluye en la duración debido a que el riesgo está en que los tiempos no se cumplan, en las etapas de acabados las reservas se incluyen al inicio de la actividad dado que los retrasos en esta actividad regularmente se presentan debido a que la actividad no comienza a tiempo dado que no se planifican a tiempo los recursos necesarios para su inicio, por su parte los proyectos en estructura industrializada no tiene mucha variabilidad en la ejecución de la misma, además de esto obvian la etapa de obra gris por lo cual en general cuentan con menos reservas, por ultimo las construcciones unifamiliares no cuentan con actividades repetitivas por lo cual la variabilidad es muy alta al dificultarse la estandarización de tiempos.

Además de las reservas de la programación se analizaron las del presupuesto las cuales se pueden ver a continuación:

Tabla 32 Reservas mínimas en el presupuesto

| Tipo de proyecto | Fase | Dimensión de la reserva | Tipo de reserva | Ubicación de la reserva |
|--|---|------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| Edificación multifamiliar construcción tradicional | Excavación/contención de terreno y estructura | 2% de las cantidades | Baja | Mayor cantidad |
| | Acabados de obra gris | 5% de la duración por rendimiento | Mediana | Mayor cantidad |
| | Instalaciones hidrosanitarias/gas/eléctricas | 8% de la duración por rendimiento | Alta | Mayor precio |
| | Acabados obra blanca (a partir de pisos y enchapes) | 5% de la duración por rendimiento | Mediana | Mayor precio |
| | General | 5% del valor total presupuestado | Mediana | Mayor precio |
| Edificación multifamiliar construcción industrializada | Excavación/contención de terreno y estructura | 2% de la duración por rendimiento | Baja | Mayor cantidad |
| | Acabados obra blanca (a partir de pisos y enchapes) | 5% de la duración por rendimiento | Mediana | Mayor precio |
| | Instalaciones hidrosanitarias/gas/eléctricas | 8% de la duración por rendimiento | Alta | Mayor precio |
| | General | 5% del valor total presupuestado | Mediana | Mayor precio |
| Edificación unifamiliar | Acabados de obra gris | 5% de la duración por rendimiento | Mediana | Mayor cantidad |
| | Instalaciones hidrosanitarias/gas/eléctricas | 8% de la duración por rendimiento | Alta | Mayor precio |
| | Acabados obra blanca (a partir de pisos y enchapes) | 10% de la duración por rendimiento | Alta | Mayor cantidad |
| | General | 5% del valor total presupuestado | Mediana | Mayor precio |

Fuente: Elaboración propia

Los datos presentados se pueden sustentar en que las excavaciones no tiene mucha variabilidad dado que los volumen no suelen cambiar y la cantidad de insumos requeridos es baja además no se requieren diseños especializados para su cálculo por lo cual solo se mayora teniendo en cuenta que la expansión del terreno puede cambiar a la encontrada en el estudio de suelos, en los acabados de obra gris se tiene una variación media dado que la forma de medición de las cantidades y la forma de pago de las mismas en campo puede hacer que las varíen al momento de contratar y pagar la actividad.

En el caso de la obra blanca se debe incrementar debido a que el desperdicio puede variar de manera considerable teniendo en cuenta que las piezas de enchape regularmente no concuerdan con las medidas de los espacios generando cortes y mayor desperdicio del material el cual no se mide al momento de presupuestar, por ultimo las instalaciones hidrosanitarias, de gas, contraincendios, eléctrica y de telecomunicaciones son las

actividades más variables dado que al momento de presupuestarlas regularmente no se cuenta con los diseños completos y definitivos del proyecto por lo cual puede tener gran diferencia entre lo presupuestado y lo construido, además de estas reservas se tiene en cuenta una reserva general por los reprocesos, robos, problemas generados por condiciones climáticas y otras particularidades que afectan una obra y no se pueden prever al inicio del proyecto.

Es importante aclarar que estos valores no son universales y que el tamaño de la reserva aumenta o disminuye en cuanto más o menos información técnica y diseños se cuente en el proyecto y en cuanto mayor o menor sea la experiencia de la compañía en el desarrollo de proyectos de este tipo lo que va a generar mayor o menor incertidumbre al momento de elaborar el presupuesto y la programación, así un proyecto que cuente con información técnica y diseños completos al momento de generar la documentación previa debe tener unas reservas menores o en el caso en que la compañía emprenda un proyecto con una tipología nunca antes desarrollada por ella las reservas deben ser mayores.

5.3.4 Métodos de comunicación

Del análisis realizado para definir los canales y medio de comunicación en base al organigrama de la empresa, resultó un esquema de comunicación que se puede visualizar en la ilustración 13.

Para el caso particular de la implementación de herramientas, se definen comunicaciones predominantemente interactivas con los siguientes canales de comunicación:

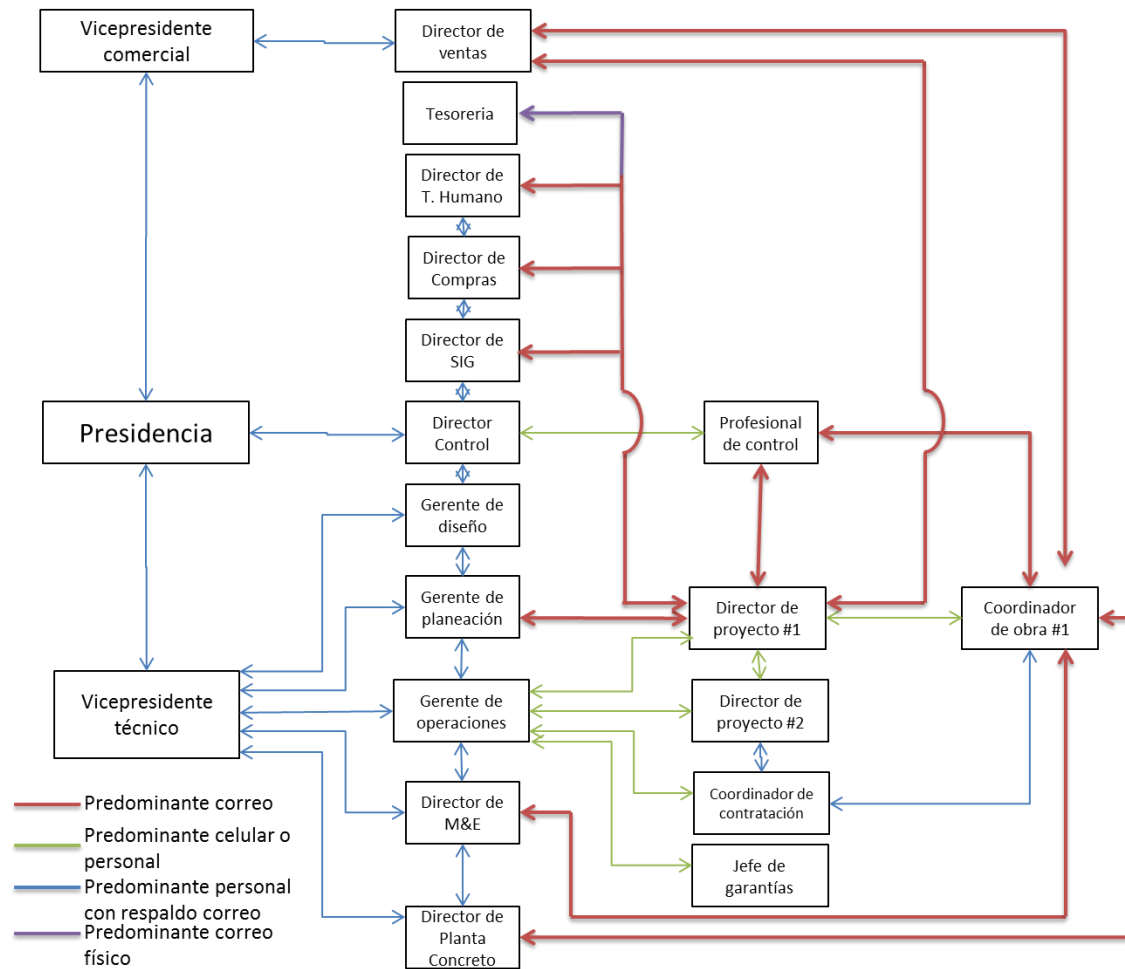
Predominante correo electrónico: Se refiere a las comunicaciones que requieren ser expresadas por medio de un correo debido a que contienen adjuntos

Predominante vía telefónica o conversación personal: Se describen las conversaciones de mayor informalidad, regularmente se dan entre personas de un mismo proceso y que comparten un espacio físico.

Predominante vía telefónica con respaldo correo: Son comunicaciones que no requieren adjunto o explicaciones complejas pero es necesario tener respaldo del día y los temas hablados por lo cual es necesario tener como respaldo el correo electrónico.

Predominante correo físico: Se refiere a las comunicaciones en las cuales es necesaria la entrega de documentos físicos dado que deben contener firmas y se deben archivar los originales.

Ilustración 13 Canales de comunicación



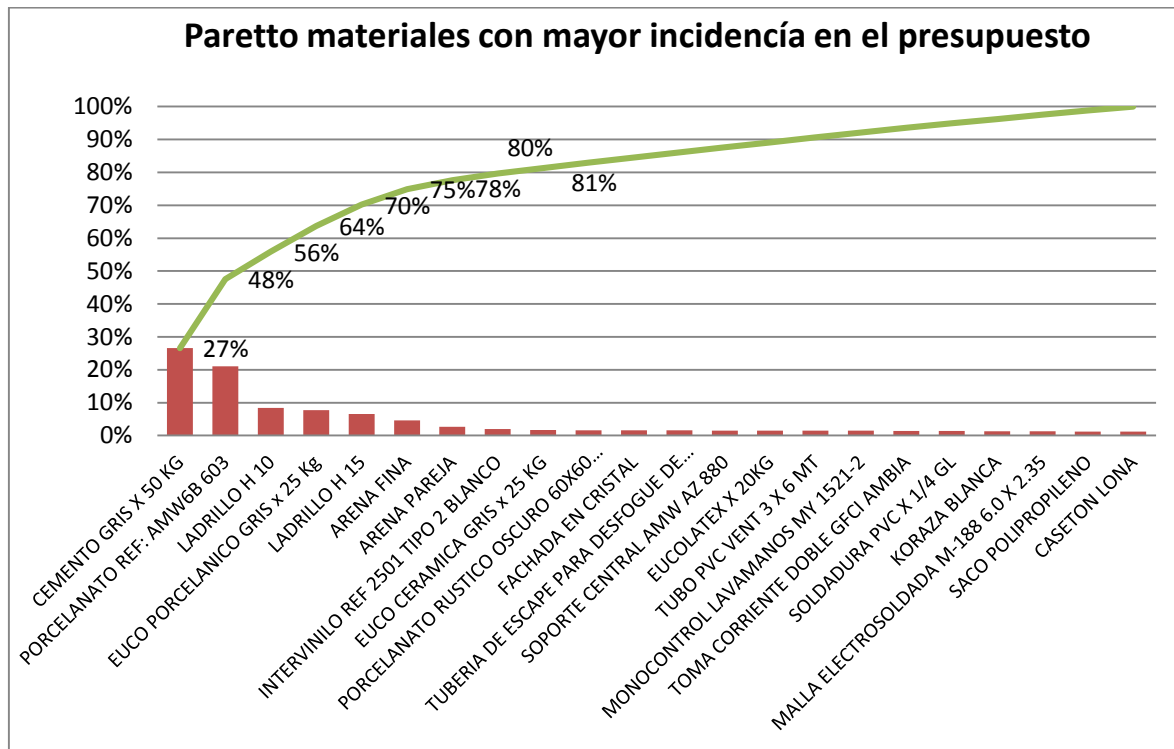
Fuente: Elaboración propia

La anterior grafica no excluye las demás vías de comunicación es posible que una vía que está determinada como predominante correo electrónico en ocasiones deba usar el correo físico o la vía telefónica.

5.3.5 Análisis de tendencias

Del análisis de Pareto realizado para definir los materiales a los cuales se les debía hacer seguimiento y proyección de sus tendencias según su incidencia en el presupuesto se obtuvo lo siguiente:

Ilustración 14 Pareto de materiales con mayor costo



Fuente: Elaboración propia

De esta gráfica se extrae que los siguientes diez materiales tiene un peso del 80% dentro de los materiales que cuestan más de \$20.000.000= en el presupuesto total del proyecto:

- Cemento gris x 50kg
- Porcelanato pulido 60x60
- Eucoporcelanico x 25 kg
- Arena fina
- Ladrillo H-10
- Ladrillo H-15
- Intervinilo ref 2501 tipo 2 blanco
- Eucoceramico x25 kg

- Arena pareja

5.3.6 Inspección

Los criterios de medición determinados para las listas de chequeo se pueden resumir en la siguiente tabla:

Tabla 33 Criterios de inspección

| Criterio | Tipo Medición | H/mienta | Descripción |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------|--|
| Pendiente | Pendiente | Agua | Se lanzarán 5 galones de agua en 3 puntos diferentes a una distancia entre 3m y 1m para verificar que corra hacia el sifón. |
| Plenitud | Medida | Regla aluminio + metro | Se pondrá la regla de aluminio y con el metro se verificará que los posibles huecos o abolladuras no superen la medida establecida. |
| Verticalidad | Medida + Verticalidad | Plomada | Se pondrá la plomada en los sitios señalados y se verificará que la distancia entre el elemento y el plomo no supere la establecida. |
| Alineación | Medida | Metro | Se verificará que los elementos se encuentren en los sitios señalados en los planos con el uso de flexómetro y el eje patrón. |
| Escuadra | Medida | Escuadra + Metro | Se verificará que la intersección de dos elementos tenga un ángulo de 90° con el uso de una escuadra metálica. |
| Color | Visual | N.A | Se verificará visualmente con la muestra de color dada al proveedor. |
| Textura | Medida + visual | Visual + Metro | Se verificará de manera visual y al tacto la textura final y en los casos que no cumpla se medirá con flexómetro el área afectada. |
| Calidad material | Visual + Verificación documental | Visual | Al material se le hará verificación manual y se exigirán certificados de calidad cuando aplique. |
| Brecha | Medida + visual | Metro | Se verificará visualmente el color y la textura de la brecha y con flexómetro el grosor de la misma. |
| Abolladuras | Medida + visual | Metro | Se verificará de manera visual los puntos abollados y en los casos que se presente se medirá con flexómetro el área afectada. |
| Rayones | Medida + visual | Metro | Se verificará de manera visual y en los casos que se presenten se medirá con flexómetro. |
| Funcionamiento mecánico | Prueba de funcionamiento | Manual | Se hará una prueba de funcionamiento del equipo o mecanismo ya instalado en el sitio final de uso. |

Fuente: Elaboración propia

5.3.7 Técnicas de negociación

Del análisis realizado a las compras y contrataciones, se definió una metodología de negociación la cual se puede resumir en la siguiente tabla 34.

Tabla 34 Clasificación de las compras

| Tipo | Condición | Valor ref. | Forma de negociación |
|---|------------------------------|-------------------|---|
| Compra insumo de uso periódico y alto valor | Repetición de la compra | >10 semestral | Negociación por volumen con despachos parciales |
| | Valor de la compra semestral | >100 smmlv | |
| Compra de insumo de uso periódico y bajo valor | Repetición de la compra | >10 semestral | Negociación por condiciones comerciales |
| | Valor de la compra semestral | >100 smmlv | |
| Compra de insumo de uso esporádico y alto valor | Valor del producto | >10 smmlv | Licitación |
| | Repetición de la compra | >1 semestral | |
| Contratación suministro e instalación | N.A. | N.A. | Licitación |
| Contratación solo M.O. | N.A. | N.A. | Negociación por aceptación de calidad y precio definido |

Fuente: Elaboración propia

Negociación de condición comercial

En los casos en los que la negociación del precio no sea la prioridad dado que estos no son muy variable o no tiene un gran impacto en el presupuesto se tendrá en cuenta el proveedor que mejores condiciones comercial ofrezcan respecto a tiempo de despacho y crédito.

Negociación por volumen

En los casos en los que algún producto se solicite de manera repetida y tenga un impacto representativo en el presupuesto es posible realizar negociaciones por volumen teniendo en cuenta las compras proyectadas de al menos un semestre, para esto se debe consolidar la información de consumo del producto todos los proyectos, con esta información se replica el mismo procedimiento de las licitaciones con la salvedad de que se deben definir las fechas de despachos parciales dado que no todos los productos a adquirir se van a recibir en los proyectos en una sola entrega.

Negociación por aceptación de calidad y precio definido

Este tipo de contratación se da cuando una disminución del precio del contrato puede acarrear que el personal contratado para ejecutar la actividad no sea de la calidad esperada y genere obra susceptible de reprocesos y cambio, para este tipo se mantiene innegociable es la calidad del producto y se define el precio base para lo cual se envía consulta a al menos 3 contratistas habilitados en la base de datos para ejecutar esta actividad los cuales responderán la aceptación o negación a las condiciones, en el caso en que más de un

contratista acepte las condiciones se seleccionará en base a la experiencia específica en el tipo de contrato.

Licitaciones

Se entiende por Licitación el procedimiento mediante el cual se adjudica la realización de una compra, la ejecución de una obra o servicio, a la persona natural o jurídica que ofrece las mejores condiciones para la Empresa en términos de precio y calidad.

Hacen parte de una Licitación los siguientes documentos:

- a) **Pliego de Condiciones o Términos de Referencia.** Conjunto de instrucciones que la Empresa proporciona a los oferentes relacionados con:
 - Objeto de la licitación.
 - Descripción general del Proyecto y actividades objeto de licitación.
 - Plazo para presentación de las ofertas.
 - Fecha, hora y lugar de recepción de propuestas.
 - Criterios de adjudicación.
 - Condiciones generales del contrato: Anticipo (valor y momento de cancelación; amortización); Pagos parciales; liquidación del saldo.
 - Condiciones específicas del contrato: Cronograma para la ejecución del contrato; Cantidades de obra y forma de pago; especificaciones técnicas de construcción; criterios de calidad para el recibo de obra; interventoría.
 - Pólizas y garantías: Amparos requeridos, monto y duración.

- b) **Oferta:** Conjunto de documentos presentados por los Oferentes invitados y que constan de:
 - Formulario de presentación de la oferta.
 - Formulario de cantidades de obra y precios, cuando así lo determinen los Pliegos.
 - Análisis de Precios Unitarios, cuando sean requeridos en los Pliegos.
 - Garantías suscritas a nombre de la empresa contratante., cuando así se establezca en los Pliegos de Condiciones.

- c) Informe de evaluación de ofertas suscrito por el **Comité de Contratación** y su correspondiente Acta.

d) Carta de aceptación de la oferta favorecida.

5.3.8 Juicio de expertos

El modelo de implementación a juicio de expertos se basó únicamente en la formalización de las solicitudes y el seguimiento de los compromisos para realizar una evaluación subjetiva del tiempo de respuesta.

5.3.9 Software de gestión de proyectos

El software tipo Intranet va a realizar el análisis parcial de los datos referentes al costo y Microsoft Project lo que corresponde al tiempo del proyecto, esta información se usará como elemento de entrada para el análisis de reservas y el análisis de tendencias, por lo cual su desarrollo se verá reflejado en el de las dos herramientas anteriormente mencionadas.

5.4. Fichas de implementación y asignación de responsabilidades

Para realizar la implementación de herramientas en una obra fue necesaria la asignación de responsabilidades de los diferentes cargos en cada una de ellas, en la siguiente matriz se puede ver la forma en la que se aginaron de manera particular:

Tabla 35 Matriz de responsabilidades en la implementación de herramientas

| MATRIZ DE RESPONSABILIDADES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE GERENCIA | | | | | | | | | |
|--|--------------------|-----------|---------------------|----------------------|------------|------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Herramienta / Responsable | Juicio de expertos | Reuniones | Técnicas analíticas | Análisis de reservas | Auditorías | Inspección | Software de gestión de proyecto | Técnicas de negociación | Métodos de comunicación |
| Gerente de operaciones | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| Director de proyecto | X | X | X | X | X | X | X | | X |
| Coordinador de obra | X | X | | | X | X | X | | X |
| Residente de obra | | X | | | X | X | | | X |
| Residente de calidad | | X | | | X | X | | | X |
| Coordinador de compras | X | X | | | | | | X | X |
| Coordinador de contratación | X | X | | | | | | X | X |

Fuente: Elaboración propia

Para unificar la información que se requiere, el procedimiento a llevar a cabo y los resultados esperados se recaudó la información sobre cada herramienta en una ficha de implementación (ANEXO 6), esta ficha fue diligenciada para las nueve herramientas seleccionadas, pero de la misma manera se pueden generar para las herramientas que cada compañía considere pertinente implementar.

5.5 Implementación de las herramientas

De cada una de las herramientas se recaudó información semana a semana y se organizó de la forma definida en la metodología de implementación de las herramientas en el apartado 4.4. del presente documento con los resultados expresados a continuación.

Como se observa en la tabla 36, en el periodo de medición se registraron 8 consultas de expertos de las cuales solo 2 no se alcanzaron a resolver al final de la medición, estas tuvieron un tiempo de respuesta entre 1 y 39 días con un promedio de 5.46 días, un 75% de los expertos consultados fueron internos y un 25% externos.

Tabla 36 Registro de consulta de expertos

| Nombre experto | Compromiso | Tipo Experto | Fecha solicitud | Fecha respuesta | Tiempo respuesta |
|---------------------------|--|--------------|-----------------|-----------------|------------------|
| EXPERTO 1 | Entregar el plano de las instalaciones descolgadas de salón social | INTERNO | 26/04/2016 | 07/05/2016 | 11 |
| EXPERTO 1 | Diseño de baranda de buitrón de ventanas de baño-cocina y pasamanos sobre muro punto fijo. El 17/05/2016 Se solicita especificación | INTERNO | 26/04/2016 | 04/06/2016 | 39 |
| EXPERTO 1 | Hacer el ajuste del presupuesto para pedir el mobiliario de zonas comunes. | INTERNO | 03/05/2016 | 10/05/2016 | 7 |
| EXPERTO 2 | Citar a Joel para confirmar logística para desmonte de torre grúa | EXTERNO | 10/05/2016 | 11/05/2016 | 1 |
| EXPERTO 3 | Solicitar visitas de las empresas de servicios, para la expedición del documento para el trámite de permiso de rotura | EXTERNO | 16/05/2016 | | - |
| EXPERTO 1 | Se solicita confirmación de altura a Planeación para conocer las cantidades de las divisiones para baño | INTERNO | 17/05/2016 | 17/05/2016 | 1 |
| EXPERTO 1 | Plantear un cambio, por parte del diseñador, en el tipo de luminaria que funcione a la misma altura del poste para el cerramiento de la cancha y que defina cuál sería el diámetro del poste que soporte el peso de la luminaria | INTERNO | 27/06/2016 | | - |
| EXPERTO 1 | Definir ubicación de los tableros de medidores eléctricos de cada piso. | INTERNO | 27/06/2016 | 27/06/2016 | 1 |
| TIEMPO PROMEDIO RESPUESTA | | | | | 5,46 |

Fuente: Elaboración propia

Durante los tres meses de implementación se realizaron un total de 12 comités, 6 internos y 6 interdisciplinarios con un promedio de 6 temas por comité, una duración real promedio de 100.5 minutos, y un cumplimiento promedio de la agenda del 77%, de los temas puntuales y datos adicionales se pueden observar en la tabla 37.

Tabla 37 Registro de reuniones

| AGENDA COMITÉ SEMANAL (3 Mayo) | | | |
|--|-----------------|---------------|--------------|
| Tema | Duración progra | Duración real | Cumplimiento |
| Revisión compromisos actas anteriores | 20 | 25 | 80% |
| Estado actual programación | 10 | 15 | 67% |
| Revisión de nuevas rutas críticas | 10 | 15 | 67% |
| Confirmación llegada de andamios | 5 | 5 | 100% |
| Ajuste de presupuesto de Instalaciones contra incendio con los planos actuales | 10 | 10 | 100% |
| Reciclaje de Cartón (punto de acopio)- Instalación de lavamanos para trabajadores - | 10 | 10 | 100% |
| Asignación y redacción de compromisos | 10 | 10 | 100% |
| AGENDA COMITÉ SEMANAL (10 Mayo) | | | |
| Verificación de compromisos actas anteriores | 20 | 60 | 33% |
| Programación | 10 | 10 | 100% |
| Varios | 20 | 20 | 100% |
| AGENDA COMITÉ SEMANAL (17 Mayo) | | | |
| Revisión de compromisos anteriores | 20 | 29 | 69% |
| Pendientes de gerencia | 10 | 10 | 100% |
| Auditoria | 5 | 8 | 63% |
| Observaciones de obra | 10 | 15 | 67% |
| Personal para protecciones | 10 | 8 | 100% |
| Estado de la programación | 10 | 30 | 33% |
| Resultados de análisis de datos | 10 | 10 | 100% |
| Temas varios Instalaciones Hidrosanitaria | 10 | 10 | 100% |
| AGENDA COMITÉ SEMANAL (26 Mayo) | | | |
| Verificación de compromisos actas anteriores | 20 | 45 | 44% |
| Programación | 20 | 30 | 67% |
| Varios | 20 | 60 | 33% |
| AGENDA COMITÉ SEMANAL (31 Mayo) Interdisciplinario | | | |
| Revisión compromisos anteriores | 20 | 45 | 44% |
| Estado de la programación | 10 | 15 | 67% |
| Calidad | 10 | 15 | 67% |
| Control Técnico | 10 | 15 | 67% |
| AGENDA COMITÉ SEMANAL (7 JUNIO) | | | |
| Verificación Compromisos Anteriores | 20 | 15 | 100% |
| Estado de la Programación | 10 | 15 | 67% |
| Seguridad | 10 | 42 | 24% |
| Varios | 10 | 3 | 100% |
| AGENDA COMITÉ SEMANAL (14 JUNIO) Interdisciplinario | | | |
| Verificación compromisos anteriores | 20 | 35 | 57% |
| Ambiental: Habilitación de cuartos para reciclaje y separación de residuos. | 5 | 2 | 100% |
| Ambiental: Inicio de arreglos con los vecinos. | 5 | 3 | 100% |
| Ambiental: Separación de residuos en actividades que se comienzan. | 5 | 2 | 100% |
| Control Técnico: Aumentos del periodo en el presupuesto. | 5 | 4 | 100% |
| Control Técnico: Actas de baja de elementos de almacén | 5 | 10 | 50% |
| Control Técnico:Contingencias y número de unidades mínimas de aptos ejecutados, para reducir holguras. | 5 | 6 | 83% |
| Control Técnico: Consumos de Eucolatex, estuco y pega enchapes. | 5 | 4 | 100% |
| Control Técnico: Contrato eléctricp. | 5 | 4 | 100% |
| Control Técnico: Resanes de pantallas en ascensores. | 5 | 5 | 100% |
| Estado de la Programación | 10 | 20 | 50% |
| Calidad | 10 | 25 | 40% |
| Seguridad | 10 | 15 | 67% |
| AGENDA COMITÉ SEMANAL (21 Junio) | | | |

| | | | |
|---|----|----|------|
| Verificación de compromisos actas anteriores | 20 | 15 | 100% |
| Programación | 20 | 18 | 100% |
| Seguridad | 10 | 10 | 100% |
| Acabados | 10 | 29 | 34% |
| Instalaciones | 20 | 25 | 80% |
| Otros | 10 | 14 | 71% |
| AGENDA COMITÉ SEMANAL (28 Junio) Interdisciplinario | | | |
| Verificación Compromisos Anteriores | 20 | 20 | 100% |
| Estado de la programación | 10 | 30 | 33% |
| Calidad | 10 | 5 | 100% |
| Seguridad y Salud ocupacional | 10 | 10 | |
| Control Técnico: Estado actual de contratos | 10 | 5 | 100% |
| Control Técnico : Materiales con salida de almacén incluidos en condiciones contractuales | 10 | 20 | 50% |
| Control Técnico: Listado de cambios de referencia en varillas, para el acero de refuerzo. | 10 | 10 | 100% |
| AGENDA COMITÉ SEMANAL (5 Julio) | | | |
| Verificación Compromisos Anteriores | 20 | 30 | 67% |
| Estado de la programación | 10 | 20 | 50% |
| Varios | 10 | 10 | 100% |
| AGENDA COMITÉ SEMANAL (12 Julio) Interdisciplinario | | | |
| Verificación Compromisos Anteriores | 20 | 25 | 80% |
| Estado de la programación | 10 | 20 | 50% |
| Estado del Presupuesto | 10 | 5 | 100% |
| Informe de actas de baja de materiales de almacén | 10 | 10 | 100% |
| Ajuste de cantidades de mampostería y enchapes | 10 | 10 | 100% |
| Calidad | 15 | 10 | 100% |
| Varios | 10 | 10 | 100% |
| AGENDA COMITÉ SEMANAL (19 Julio) | | | |
| Verificación Compromisos Anteriores | 20 | 30 | 67% |
| SISO | 10 | 15 | 67% |
| Estado de la programación | 10 | 35 | 29% |
| Varios | 10 | 30 | 33% |

Fuente: Elaboración propia

La tendencia del presupuesto muestra una alta variabilidad, teniendo sobrecostos en algunas actividades superiores a los \$80.000.000= y otras menores a \$1.000.000=, los materiales con mayor variación son el porcelanato para pisos el cual se está proyectando con un gasto cercano al 110% del presupuestado y el ladrillo H-10 y H-15 para la mampostería de apartamentos por metro cuadrado con un 112% y 113% respectivamente, los datos completos y las actividades en las que se gastó cada material se pueden ver en la siguiente tabla:

Tabla 38 Registro de análisis de tendencias del presupuesto

| MATERIAL | CANT TOTAL PPTO | UM | % EJEC | CANT SEGÚN AVANCE | CANT CONSU | DESFASE PROYECTO |
|-------------------------------------|-----------------|--------|--------|-------------------|------------|------------------|
| Cemento gris x 50kg (23) | | | | | | |
| Mampostería apartamentos H15 | 788 | Bulto | 62% | 488 | 608 | \$14.480.281 |
| Mampostería apartamentos H10 | 1062 | Bulto | 62% | 659 | 809 | \$20.707.772 |
| Columnetas | 566 | Bulto | 62% | 351 | 371 | \$8.818.895 |
| Friso en fachada | 1228 | Bulto | 3% | 36 | 82 | \$1.941.497 |
| Friso interior | 2930 | Bulto | 50% | 1465 | 857 | \$20.520.736 |
| Mortero piso apartamentos | 2162 | Bulto | 45% | 973 | 479 | \$11.474.453 |
| Porcelanato Ref AMW 6B (7935) | | | | | | |
| Pisos en porcelanato | 8901 | M2 | 32% | 2848,32 | 3004 | \$81.047.346 |
| Guardaescobas | 953 | M2 | 32% | 304,96 | 385 | \$10.391.774 |
| Eucoporcelanico x 25 kg (14850) | | | | | | |
| Pisos en porcelanato | 2757 | Bulto | 30% | 827 | 868 | \$24.139.953 |
| Guardaescobas | 627 | Bulto | 30% | 188 | 96 | \$2.683.972 |
| Arena fina (106) | | | | | | |
| Friso en fachada | 264 | M3 | 3% | 7 | 12 | \$610.862 |
| Friso interior apartamentos | 632 | M3 | 50% | 316 | 157 | \$7.849.365 |
| Friso interior zonas comunes | 289 | M3 | 23% | 63 | 100 | \$972.703 |
| Ladrillo H-10 (99) | | | | | | |
| Mampostería apartamentos M2 | 109833 | Und | 62% | 68096 | 79729 | \$53.418.430 |
| Mampostería apartamentos MI | 8382 | Und | 62% | 5196 | 5068 | \$3.395.560 |
| Mampostería zona común M2 | 49445 | Und | 54% | 26700 | 15160 | \$10.157.200 |
| Ladrillo H-15 (101) | | | | | | |
| Mampostería apartamentos M2 | 53847 | Und | 62% | 33385 | 41835 | \$47.608.230 |
| Mampostería apartamentos MI | 5832 | Und | 0% | 0 | 4227 | \$47.608.230 |
| Intervinilo ref 2501 tipo 2 blanco | | | | | | |
| Estuco y primera mano aptos | 38 | Cuñete | 38% | 14 | 36 | \$ 4.476.150 |
| Segunda mano apartamentos | 0 | Cuñete | 0% | 0 | | |
| Tercera mano apartamentos | 95,4 | Cuñete | 0% | 0 | | |
| Eucoceramico x25 kg (14851) | | | | | | |
| Enchape baño ppal apartamento 2 | 143 | Bulto | 31% | 44 | 45 | \$791.700 |
| Enchape baño ppal apartamento 3 y 4 | 279 | Bulto | 27% | 75 | 80 | \$1.409.400 |
| Enchape baño ppal apartamento 5 | 160 | Bulto | 29% | 46 | 48 | \$835.200 |
| Enchape baño aux apartamento 2 | 144 | Bulto | 31% | 45 | 49 | \$791.700 |
| Enchape baño aux apartamento 3 y 4 | 248 | Bulto | 29% | 72 | 81 | \$1.409.400 |
| Enchape baño aux apartamento 5 | 143 | Bulto | 34% | 49 | 46 | \$809.100 |
| Arena pareja (3809) | | | | 0 | | |
| Mortero piso apartamentos | 341 | M3 | 45% | 153 | 105 | \$2.792.622 |
| Columnetas | 32 | M3 | 62% | 20 | 9 | \$255.226 |
| Mampostería apartamentos H10 | 177 | M3 | 62% | 109 | 143 | \$3.755.849 |
| Mampostería apartamentos H15 | 132 | M3 | 62% | 81 | 92 | \$24.606.949 |

Fuente: Elaboración propia

Los datos de la tendencia de la programación se pueden observar en la tabla 37, en esta mide la proyección respecto a 11 hitos, en los cuales se aprecia de adelanto en las actividades de estructura y de atraso en promedio 48 días para los acabados lo cuales se reflejan en un cambio de la fecha de entrega del primer apartamento del proyecto en 35 días y modificando la duración total del proyecto en 84 días.

Tabla 39 Registro de análisis de tendencias de la programación

| ACTIVIDAD | COMIENZO LINEA BASE | FIN LINEA BASE | DURA LINEA BASE | FIN (PROYE) | DURACIÓN (PROYE) | VARIACIÓN DE FIN |
|---|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| Programación general de obra | 03/11/14 | 15/11/16 | 481 | 14/03/17 | 565 | 84.5 |
| Hitos de seguimiento | NOD | 05/09/16 | 0 | 16/02/17 | 245 | 115 |
| Fundida placa piso 8 | NOD | 23/02/16 | 0 | 23/02/16 | N.A. | 0 días |
| Fundida placa cubierta | NOD | 22/08/16 | 0 | 18/08/16 | N.A. | -3 |
| Fundida placa cuarto maquinas | NOD | 05/09/16 | 0 | 01/09/16 | N.A. | -3 |
| Inicio instalación de carpintería madera puertas y closet | 29/04/16 | 10/05/16 | 0 | 03/06/16 | N.A. | 16 días |
| Fin de acabado de fachada | 05/08/16 | 31/10/16 | 0 | 05/01/17 | N.A. | 46 días |
| Inicio revisión calidad apartamentos | 09/08/16 | 16/08/16 | 0 | 01/11/16 | N.A. | 53 días |
| Servicio de gas | 13/07/16 | 25/08/16 | 0 | 28/10/16 | N.A. | 45 días |
| Funcionamiento red contra incendio | 24/06/16 | 04/10/16 | 0 | 13/12/16 | N.A. | 47 días |
| Fin tercera mano de pintura puntos fijos | NOD | 02/12/16 | 0 | 16/02/17 | N.A. | 54 días |
| Terminación zonas comunes internas | NOD | 02/11/16 | 0 | 11/01/17 | N.A. | 47,2 días |
| Primer entrega | 24/10/16 | 24/10/16 | 0 | 14/12/16 | N.A. | 35 días |

Fuente: Elaboración propia

Las reservas del presupuesto se han gastado en su totalidad las reservas ubicadas al final de estuco y primera mano y el inicio de mortero, en un 69% las que se encuentran ubicadas al final de la instalación de las cocinas y el inicio de mesones en mármol y no se ha comenzado a gastar la ubicada al final de la tercera mano interior y el inicio de aseo, en total se han gastado el 68% de las reservas, para un total de 54 de los 80 días hábiles que se encuentran determinados como reserva, los datos completos se pueden observar en la tabla 40.

Tabla 40 Registro de análisis de reservas en la programación

| UBICACIÓN DE LA RESERVA | MAGNITUD DE LA RESERVA | RESERVA ACUM | FIN LINEA BASE | FIN PROYECT | VARIA DE FIN GRAL | VARIA DE FIN PUNTUAL | % DE LA RESERVA GASTADA |
|--|------------------------|--------------|----------------|-------------|-------------------|----------------------|-------------------------|
| Fin estuco y 1ra-inicio de morteros | 32 | 32 | 18/01/2016 | 31/10/2016 | 54 | 32 | 100% |
| Fin cocina-inicio de mesones en mármol | 32 | 64 | 28/04/2016 | 27/12/2016 | 54 | 22 | 69% |
| Fin 3ra mano interior-inicio de aseo | 16 | 80 | 12/07/2016 | 19/01/2017 | 54 | 0 | 0% |
| TOTAL | 80 | | | | | 54 | 68% |

Fuente: Elaboración propia

Las reservas del presupuesto inicial son de \$240.000.000= de los cuales como se puede observar en la tabla 41, en lo reportado en el primer informe ya se había consumido el 494% el cual fue aumentando catorcenalmente hasta el 1 de Julio, fecha en la cual disminuyo el consumo y se ha mantenido el valor de las reservas en un consumo del 602%.

Tabla 41 Registro de análisis de reservas en el presupuesto

| RESERVA | VALOR INICIAL DE LA RESERVA | GASTO EN LA RESERVA | RESERVA PARCIAL |
|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|
| Imprevisto costo directo | \$ 240.000.000 | | \$ 240.000.000 |
| Desfases informe 06/04/16 | | \$ 1.185.000.000 | \$ (945.000.000) |
| Desfases 06/04/16 al 30/04/16 | | \$ 9.718.000 | \$ (954.718.000) |
| Desfases 01/05/16 al 14/05/16 | | \$ 106.470.039 | \$ (1.061.188.039) |
| Desfases 15/05/16 al 30/05/16 | | \$ 28.776.071 | \$ (1.089.964.110) |
| Desfases informe 01/06/16 al 15/06/16 | | \$ 5.410.220 | \$ (1.095.374.330) |
| Desfases informe 16/06/16 al 30/06/16 | | \$ 109.464.539 | \$ (1.204.838.869) |
| Desfases informe 01/07/16 al 15/07/16 | | 0 | \$ (1.204.838.869) |
| Desfases informe 25/07/16 | | 0 | \$ (1.204.838.869) |
| Total gastado de reserva | | 602% | |

Fuente: Elaboración propia

En el periodo de la implementación se encontraron 42 hallazgos en las inspecciones a la obra ejecutada, de estos 27 se dieron en la revisión al momento de ejecutar, 8 antes del pago y 7 al momento de la revisión de control técnico de la empresa, las actividades donde se originaron así como las fechas y la distribución de los hallazgos se pueden apreciar en la tabla 42.

Tabla 42 Registro de inspecciones

| NUMERO PNC | ACTIVIDAD | FECHA DE INICIO | LISTA DE CHEQUEO SIN REPORTE | LISTA DE CHEQUEO CON REPORTE | REPORTES POR CONTROL |
|------------|---------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|----------------------|
| 91/2016 | Frisos | 02/04/2016 | | | 1 |
| 92/2016 | Frisos | 02/04/2016 | | | 1 |
| 93/2016 | Seg. Estructura | 02/04/2016 | | 1 | |
| 101/2016 | Inst. Gas | 02/04/2016 | | 1 | |
| 102/2016 | Inst. Gas | 07/04/2016 | | 1 | |
| 109/2016 | Otros | 15/04/2016 | | | 1 |
| N.A. | Cielo Raso | 04/05/2016 | 1 | | |
| N.A. | Mortero | 04/05/2016 | 1 | | |
| N.A. | Estuco y Pintura | 04/05/2016 | 1 | | |
| N.A. | Mortero | 04/05/2016 | 1 | | |
| 119/2016 | Inst. Sanitaria | 25/04/2016 | | 1 | |
| 120/2016 | Almacén | 27/04/2016 | | | 1 |
| 121/2016 | Mampostería | 27/04/2016 | | 1 | 1 |
| 130/2016 | Seg. Estructura | 03/05/2016 | | | |
| 139/2016 | Mampostería | 19/05/2016 | | 1 | |
| N.A. | Pisos Guardaescobas | 12/05/2016 | 1 | | |

| | | | | | |
|----------|-----------------------------|------------|---|---|---|
| N.A. | Pisos Guardaescobas | 12/05/2016 | 1 | | |
| N.A. | Enchape | 12/05/2016 | 1 | | |
| N.A. | Pisos Guardaescobas | 12/05/2016 | 1 | | |
| N.A. | Estructura Cielo Raso | 12/05/2016 | 1 | | |
| N.A. | Estuco | 12/05/2016 | 1 | | |
| N.A. | Estructura Cielo Raso | 12/05/2016 | 1 | | |
| N.A. | Estructura Cielo Raso | 12/05/2016 | 1 | | |
| N.A. | Estructura Cielo Raso | 12/05/2016 | 1 | | |
| 144/2016 | Otros | 25/05/2016 | | | 1 |
| 147/2016 | Otros | 01/06/2016 | | 1 | |
| N.A | Segunda Mano de Pintura | 26/05/2016 | 1 | | |
| N.A | Segunda Mano de Pintura | 26/05/2016 | 1 | | |
| N.A | Segunda Mano de Pintura | 26/05/2016 | 1 | | |
| N.A | Estructura Cielo Raso | 26/05/2016 | 1 | | |
| N.A | Estuco y Primera Mano | 26/05/2016 | 1 | | |
| N.A | Estuco y Primera Mano | 26/05/2016 | 1 | | |
| N.A | Estuco y Primera Mano | 26/05/2016 | 1 | | |
| 156/2016 | Instalaciones Eléctricas | 13/06/2016 | | | 1 |
| N.A | Detallada Lamina Cielo Raso | 09/06/2016 | 1 | | |
| N.A | Detallada Lamina Cielo Raso | 10/06/2016 | 1 | | |
| N.A | Detallada Lamina Cielo Raso | 11/06/2016 | 1 | | |
| N.A | Mortero de Piso | 12/06/2016 | 1 | | |
| N.A | Estuco y Primera Mano | 13/06/2016 | 1 | | |
| N.A | Estuco y Primera Mano | 14/06/2016 | 1 | | |
| 174/2016 | Seg. Estructura | 14/07/2016 | | | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Las negociaciones de compra tuvieron en promedio 2.2 proponentes, el perfeccionamiento de la negociación se dio en un 90% con valores inferiores al presupuesto, en un 70% más bajos que el promedio de las cotizaciones y en un 90% se compró al proponente más económico, el material que se compró con menor valor respecto al presupuesto fue el porcelanato, con alrededor del 60% del valor del presupuesto, los valores desglosados por material se pueden observar en la tabla 43.

Tabla 43 Registro de negociación de compras

| MATERIAL | UM | VALOR PPTO | COTIZA 1 | COTIZA 2 | COTIZA 3 | VALOR DE COMPRA | PROM COTIZA | COTIZA MAS BAJA |
|---------------------------------|-------|------------|----------|----------|----------|-----------------|-------------|-----------------|
| Varilla 3/8 x 60000 x 12 mt | UNID | \$14.564 | \$12.096 | \$12.230 | | \$13.578 | \$12.163 | \$12.096 |
| Cemento gris x 50 kg | BULTO | \$25.268 | \$20.240 | \$21.000 | \$22.413 | \$23.635 | \$21.034 | \$20.240 |
| Porcelanato ref: amw6b 603 | M2 | \$35.258 | \$23.386 | \$45.710 | | \$26.918 | \$34.548 | \$23.386 |
| Porcelanato rustico claro 60x60 | M2 | \$42.839 | \$32.075 | \$35.298 | | \$29.370 | \$33.686 | \$32.075 |
| Ladrillo h 10 | UNID | \$782 | \$750 | \$720 | \$700 | \$670 | \$723 | \$700 |

| | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------|-----------|-----------|-----------|--|-----------|-----------|-----------|
| Euco porcelanico gris x 25 Kg | BULTO | \$37.614 | \$25.117 | \$25.390 | | \$27.792 | \$25.254 | \$25.117 |
| Malla electrosoldada m-257 | UND | \$159.587 | \$117.000 | \$117.670 | | \$138.634 | \$117.335 | \$117.000 |
| Tubo hg 1 x 6 mt sch 40 | UND | \$75.791 | \$37.154 | \$93.160 | | \$65.337 | \$65.157 | \$37.154 |
| Arena fina | M3 | \$40.824 | \$45.000 | \$40.000 | | \$48.942 | \$42.500 | \$40.000 |
| Malla friso sin vena | MT | \$1.261 | \$995 | \$1.078 | | \$1.248 | \$1.036 | \$995 |

Fuente: Elaboración propia

Al igual que las compras, la gestión de contratación tiene un buen desempeño aunque pocos oferentes, con un promedio de cotizaciones de 1.9 por proceso licitatorio, como resultados de la contratación en un 80% se contrató por un menor valor del presupuesto y en un 100% al contratista que ofreció un menor valor, los datos por contrato se pueden ver en la tabla 44.

Tabla 44 Registro de negociación de contratos

| ACTIVIDAD | VALOR PPTO | VALOR PROP 1 | VALOR PROP 2 | VALOR CONTRATADO |
|--|------------------|-----------------|----------------|------------------|
| Redes eléctricas para aptos y zonas comunes | \$ 1.014.011.245 | \$1.058.231.371 | | \$ 1.058.231.371 |
| Suministro de dos ascensores | \$290.000.000 | \$ 487.241.319 | \$ 335.724.416 | \$ 318.075.712 |
| Mampostería, friso y elementos de soporte para aptos piso 5 a 19 | \$ 100.334.910 | \$ 100.025.617 | | \$ 100.025.617 |
| Fabricación e instalación de cielo raso en drywall, rh y superbord para aptos | \$ 296.860.852 | \$288.295.662 | | \$ 288.295.662 |
| Fabricación e instalación de puertas y closets de los aptos de los pisos (2-4-6-8-10-12-14-16-18) | \$ 572.960.700 | \$ 579.241.276 | \$ 614.251.749 | \$ 572.413.384 |
| Fabricación e instalación de carpintería en aluminio para aptos del piso 2 al piso 19 | \$ 411.630.046 | \$ 433.091.431 | \$ 318.151.883 | \$ 277.530.200 |
| Fabricación e instalación de muebles de cocina para aptos piso 2 a 10 | \$ 543.063.600 | \$ 426.423.040 | \$ 559.628.000 | \$ 426.423.040 |
| Fabricación e instalación de muebles de cocina para los aptos de los pisos impares: 3-5-7-9-11-13-15-17-19 | \$ 543.063.600 | \$ 426.423.040 | \$ 559.628.000 | \$ 426.423.040 |
| Mano de obra para morteros de piso, pisos en porcelanato, enchapes de baños, cocinas y balcones. | \$ 309.926.542 | \$ 292.049.776 | | \$ 292.049.776 |
| Supervisión técnica del proyecto. | \$ 116.900.000 | \$ 117.673.184 | \$ 132.240.000 | \$ 117.673.184 |

Fuente: Elaboración propia

Respecto a las auditorías, dentro del periodo se llevaron a cabo dos auditorías, de las cuales surgieron:

- 2 No Conformidades menores
- 4 Aspectos por mejorar

- 2 Observaciones
- 7 Fortalezas
- 0 No conformidades mayores

En términos generales el equipo auditor concluyó que el sistema de gestión de calidad es oportuno para la empresa y procura la mejora de los procesos, para identificar si esta auditoria funciona o no como una herramienta de gerencia sería necesario hacer seguimiento a las no conformidades y aspectos por mejorar identificados con el fin de determinar la mejora que se pudo generar en la empresa de la paliación de las auditorias, como la implementación tuvo una duración de tres meses no fue posible identificar la mejora de esta herramienta dentro del desarrollo de las funciones de gerencia.

5.5.1 Base de medición de indicadores

Antes de comenzar la implementación se midieron los indicadores propuesto con los valores del año 2015, con la finalidad de determina la base de medición para realizar al comparación después de implementadas las herramientas, de esto se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 45 Resultados base medición de indicadores

| MECANISMO DE MEDICIÓN | META | RESULTADO |
|--|---------------|-----------|
| Percepción del desempeño de la comunicación | Alza | 59% |
| Duración en la obtención de conceptos | Disminución | 25 días |
| Desviación proyectada del costo | Menor a 100% | 30% |
| Desviación proyectada de la programación | Menor a 100% | 127% |
| Cantidad de productos no conformes extemporáneos | Disminución | 70% |
| Porcentaje actual de reserva de la programación | 100% | 66% |
| Porcentaje actual gastado de reserva del presupuesto | 100% | 494% |
| Porcentaje de desviación de ppto y adquisiciones | Mayor al 0% | 13.29% |
| Porcentaje de desviación de ppto y mercado | Mayor al 0% | 18.52% |
| Importancia del precio en las adquisiciones | Cercano al 0% | -21.82% |
| Cumplimiento de la agenda del comité | Alza | 77% |

Fuente: Elaboración propia

El 59 % de los integrantes del grupo de trabajo consideran que la comunicación en la empresa es buena y que los compromisos se identifican y se siguen periódicamente, por otra parte el tiempo promedio de respuesta de los expertos es 25 días, un tiempo muy alto para las necesidades de los proyectos.

El consumo de las reservas del presupuesto tiene un desfase de más de 5 veces la línea base de medición esperada, por lo cual se considera un error en la meta.

5.5.2 Segunda medición de indicadores

Cuatro semanas después del inicio de la implementación se midieron nuevamente los indicadores para obtener los primeros datos de comparación con los siguientes resultados:

Tabla 46 Resultados segunda medición de indicadores

| MECANISMO DE MEDICIÓN | META | RESULTADO 2DA MEDICIÓN |
|--|--------------|------------------------|
| Percepción del desempeño de la comunicación | Alza | 73% |
| Duración en la obtención de conceptos | Disminución | 0.5 días |
| Desviación proyectada del costo | Menor a 100% | 51% |
| Desviación proyectada de la programación | Menor a 100% | 122% |
| Cantidad de productos no conformes extemporáneos | Disminución | 12.5% |
| Porcentaje actual de reserva de la programación | 100% | 66% |
| Porcentaje actual gastado de reserva del presupuesto | 100% | 556% |
| Cumplimiento de la agenda del comité | Alza | 77% |

Fuente: Elaboración propia

Como dato atípico, el indicador de desviación proyectada del costo aumenta dado que se ajustan los análisis unitarios que en la primera medición se identificó que tenían errores, el porcentaje de gasto de reserva del presupuesto continua al alza desestimando su medición para la toma de decisiones. En los indicadores restantes no se realizó comparación al no ser datos atípicos y no contar con datos reales de tendencia.

5.5.3 Medición final de indicadores

Cumplida la semana 12 de implementación se procedió a realizar la última medición de indicadores para tener el punto de comparación final con los resultados de la tabla 47:

Tabla 47 Resultados medición final de indicadores

| MECANISMO DE MEDICIÓN | META | MEDICIÓN FINAL |
|---|--------------|----------------|
| Duración en la obtención de conceptos | Disminución | 0.25 días |
| Desviación proyectada del costo | Menor a 100% | 42% |
| Desviación proyectada de la programación | Menor a 100% | 117% |
| Cantidad de productos no conformes extemporáneos | Disminución | 12.7% |
| Porcentaje actual de reserva de la programación | 100% | 68% |
| Porcentaje actual de gasto de reserva del presupuesto | 100% | 602% |
| Cumplimiento de la agenda del comité | Alza | 76% |

Fuente: Elaboración propia

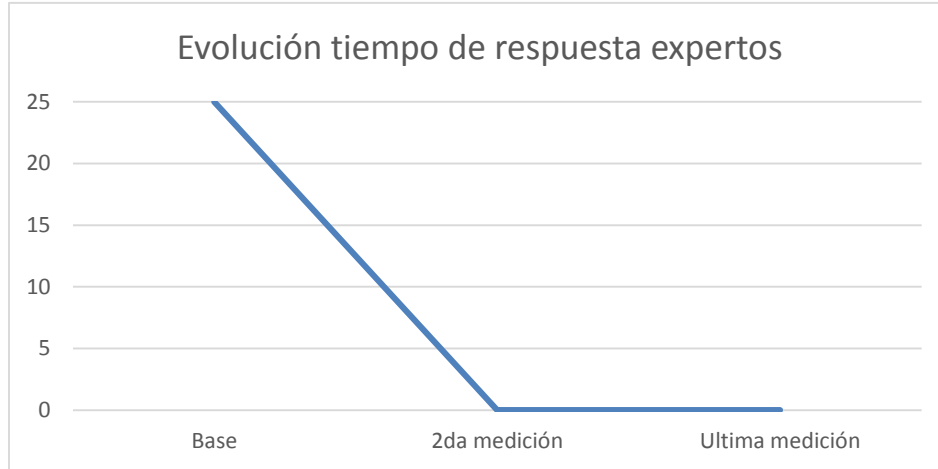
Los indicadores tienen tendencia a mantenerse a excepción del porcentaje de gasto de la reserva del presupuesto el cual aumento de un 55% a un 60%, la desviación proyectada del costo la cual disminuyo de un 51% a un 42% y la desviación proyectada de la duración la cual disminuyo del 122% a 117%

5.5.4 Tendencia de los indicadores

La percepción de la comunicación aumento en un 14%, mejorando lo que los integrantes del grupo de trabajo opina sobre la entrega y el recibo de la información así como la identificación y seguimiento de compromisos derivada de la aplicación de los comités como herramienta de gerencia.

La obtención de conceptos por parte de expertos tuvo una mejoría notable como se puede observar en la siguiente ilustración, por el seguimiento documentado de los requerimientos

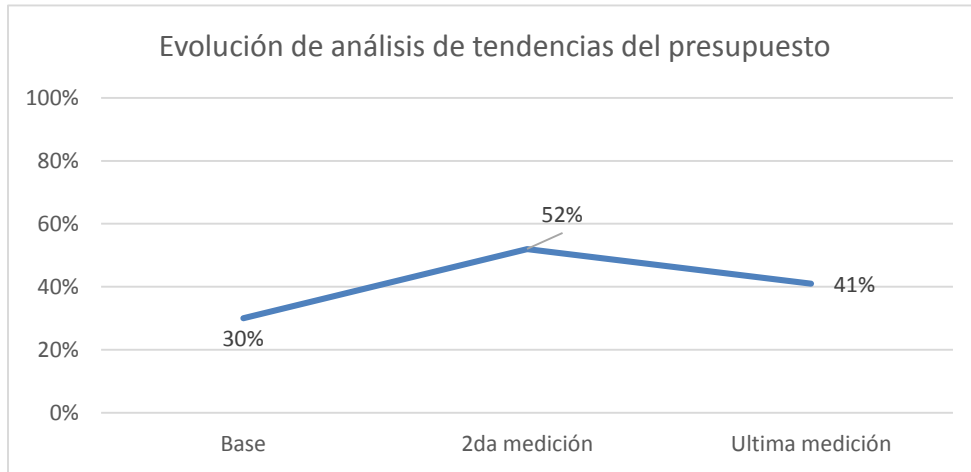
Ilustración 15 Evolución tiempo respuesta expertos



Fuente: Elaboración propia

La evolución del análisis de tendencias del presupuesto tiene un comportamiento errático dado que en la primer medición se encontraron errores en los análisis de precios unitarios lo que requirió ajustes en las cantidades del presupuesto y un aumento en la segunda medición, con los datos organizados se procedió a trabajar sobre los ítems críticos para lograr una disminución a la última medición como se puede observar en la ilustración 16.

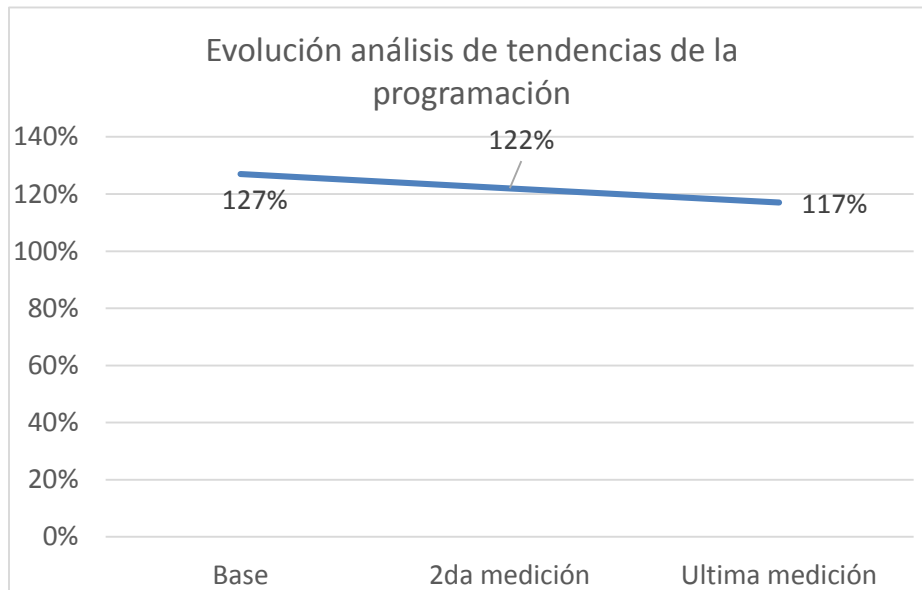
Ilustración 16 Evolución del análisis de tendencias del presupuesto



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la ilustración 17, el análisis de tendencias de la programación tuvo un resultado favorable a lo largo del proceso de medición disminuyendo del 127% al 117%, este permitió identificar las actividades críticas que estaban aumentando el indicador para así tomar decisiones sobre ellas lo cual se vio reflejado en la disminución del desfase en tiempo con el que contaba el proyecto al inicio de la implementación.

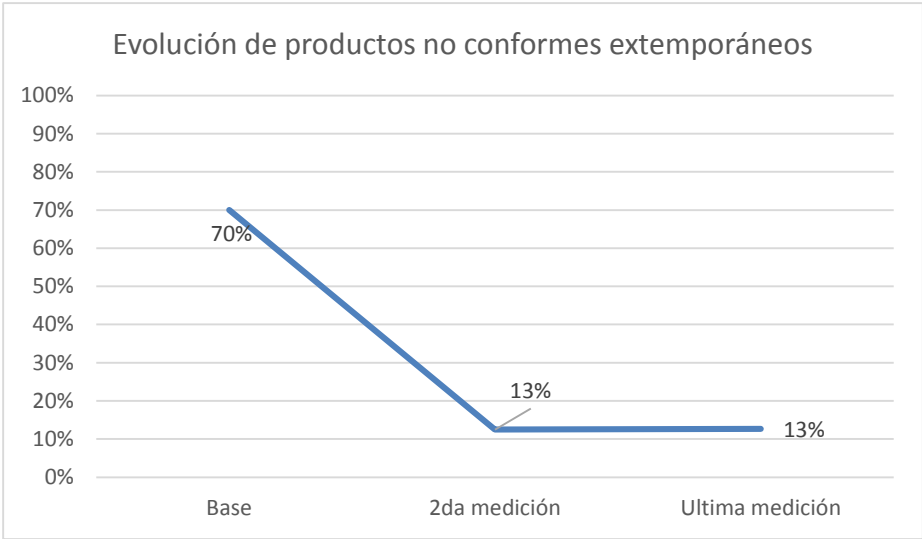
Ilustración 17 Evolución del análisis de tendencias de la programación



Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la implementación de una metodología de inspección disminuyó la cantidad de productos no conformes que se identifican después de terminada la actividad y pagada al contratista correspondiente pasando de un 70% a un 13% como se puede observar en la siguiente gráfica, además de esto de manera global disminuyó la aparición de no conformidades pro parte de los contratistas en un 45%.

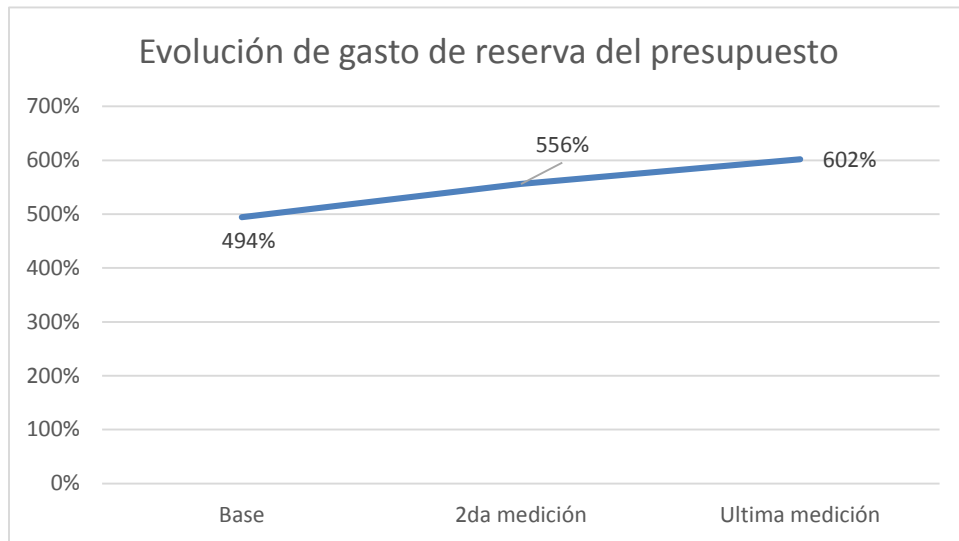
Ilustración 18 Evolución de productos no conformes extemporáneos



Fuente: Elaboración propia

El indicador asociado al análisis de reservas de la programación se mantuvo estable a lo largo de las tres mediciones, desde la medición base la meta fue mantenerlo y que no aumentara lo que podía desencadenar el aplazamiento de la fecha de entrega del proyecto, como se puede observar en la dato inicial de la ilustración 19, para el caso del presupuesto desde la medición base los resultados fueron casi 5 veces más altos de lo esperado y mes a mes siguieron aumentando por lo que los datos obtenidos no fueron usados para toma de decisiones

Ilustración 19 Evolución de gasto de reserva del presupuesto



Fuente: Elaboración propia

El cumplimiento de la agenda de los comités se mantuvo cercano al 77%, aunque la percepción de la comunicación mejoró con los comités, no se logró cumplir con la agenda al 100%, en todas las ocasiones se superó el tiempo planeado de la reunión y/o se discutieron temas no planeados.

De los indicadores de adquisiciones se puede apreciar que existe una gestión efectiva de las áreas encargadas consiguiendo la adquisición de bienes y servicios un 13.29% menos de lo presupuestado, por otra parte existe relación entre el desfase en el presupuesto y el mercado lo que indica que los ahorros no fueron conseguidos por mal presupuesto sino por gestión y por último se puede observar que la mayoría de las compras se realizaron a los proveedores o contratistas de menor precio por lo cual la única variable a tener en cuenta al momento de contratar no es el precio tal como se planteó en el desarrollo de la herramienta técnicas de negociación.

6 DISCUSIÓN

Para organizar las herramientas por impacto se puede pensar en realizar una evaluación cualitativa de las mismas con el fin de verificar su utilidad en el proceso, pero si se habla de impacto lo más importante es determinar cómo una sola herramienta es capaz de impactar en varias etapas y áreas de un proyecto, lo que a su vez describe la adaptabilidad que tiene la misma, por eso solo se realizó una clasificación cuantitativa, considerando como de mayor impacto las herramientas que abarcan más áreas de conocimiento y grupos de procesos del proyecto.

Además de lo anteriormente expuesto, cada una de las herramientas que se deseen usar en un proyecto requiere de elementos de entrada, procesos de análisis y genera elementos de salida en los cuales se deben basar la toma de decisiones, por lo cual el uso de múltiples herramientas especializadas para gerenciar un solo proceso hace necesario el uso de hasta 27 herramientas, por tanto en la selección de matrices como en la encuesta se da prioridad al uso de herramientas que sean flexibles entre áreas de conocimiento y grupos de procesos.

Al comenzar a diligenciar la matriz clasificando cada una de las herramientas por su proceso se pudo identificar que existen algunas áreas y etapas con mayor concentración de herramientas, por lo que se podría creer que estas son las que al momento de gerenciar tienen mayor complejidad o incertidumbre y por ende requieren mayor atención, pero al terminar de diligenciar la misma se entiende que procesos como la planeación del costo y el tiempo requieren mayor interacción con las demás áreas y etapas.

Es probable que herramientas como las auditorías las cuales no tuvieron una buena evaluación ni en practicidad ni en impacto se descarten por ser herramientas de control que no aportan a los proyectos puntuales, pero al desagregar las encuestas y tabular únicamente las respondidas por gerentes que tienen a su cargo más de dos proyectos, estas si generan un papel fundamental al lograr la homogenización de los procesos y controles realizados a los diferentes proyectos.

Cuando se implementan herramientas de gerencia en una empresa de construcción es importante definir si se van a implementar en todos los proyectos, en los que tengan un porcentaje de ejecución inferior al 50%, los que van a comenzar la etapa de construcción a

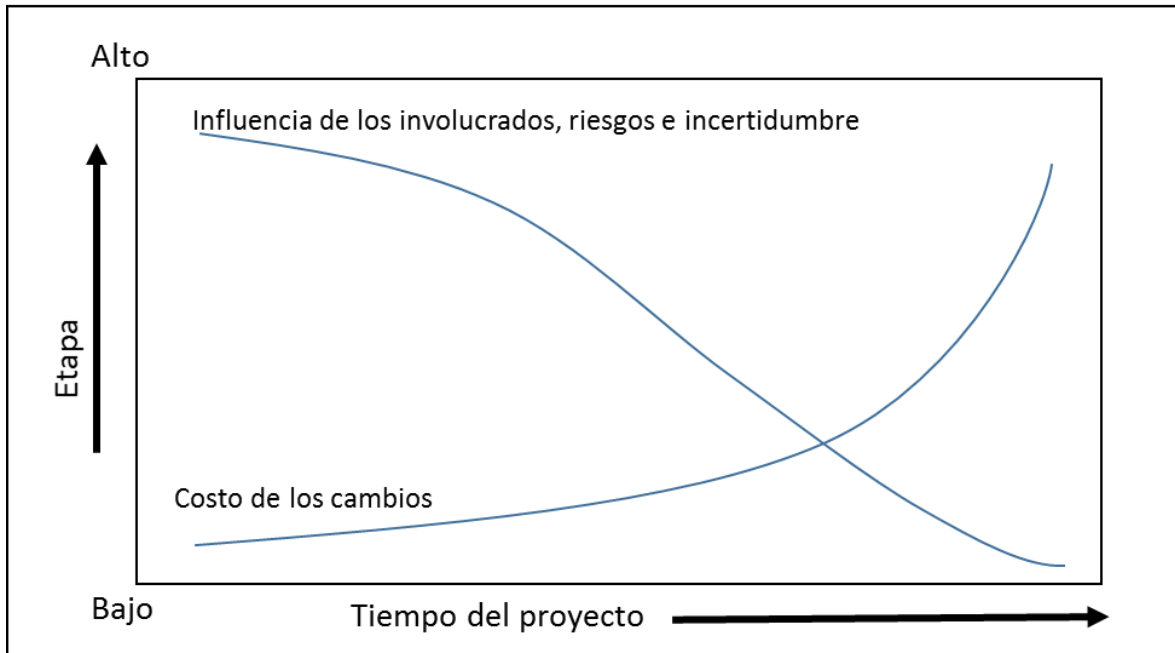
partir de esa fecha o en los que va a comenzar la etapa de planeación y diseño, porque en un proyecto que está en las etapas finales de construcción es difícil implementar cambios en el comportamiento de quienes lo dirigen y los contratistas asociados, teniendo en cuenta que las condiciones contractuales, programación de obra y presupuesto ya están determinados, pero esperar a que únicamente las obras que comiencen van a tener implementación es resignarse a que el cambio puede tardar dos o tres años hasta que todas las obras que estuvieran iniciadas terminen y las que comiencen superen las fases iniciales del proyecto como la excavación y cimentación en las cuales la complejidad técnica es alta pero la gerencial es baja puesto que son pocas variables que hay que planificar y controlar.

Para implementar el análisis de reservas en la variable costos se debe verificar si las reservas se encuentran dentro de los capítulos o en rubro independiente para poder determinar la forma en la que se van a medir, cuando se encuentra dentro de cada capítulo se debe verificar el gasto total del capítulo o el ítem versus lo programado según las cantidades ejecutadas para obtener el porcentaje actual de la reserva del capítulo, si solo se cuenta con rubro general destinado a imprevistos se debe comparar el valor presupuestado de este contra el valor de los gastos no presupuestado y obtener el porcentaje actual de la reserva general.

La periodicidad de las inspecciones no puede ser la misma para todas las actividades pues esta depende a la complejidad de la misma, por ejemplo, la carpintería en madera llega a la obra ya terminada y sólo se instala por lo cual es un proceso que no requiere de verificación, pero el producto sí requiere de una gran verificación; por su parte, la mampostería sufre modificaciones en su instalación y al contrario de la carpintería merece muchas revisión durante la ejecución y si éstas se dan regularmente, no se requiere mayor revisión al producto final.

Antes de realizar el análisis de tendencias es importante entender que a medida de que se cuente con más datos el modelo será más acertado y por ende las proyecciones serán más certeras, pero según PMI (PMBOK) a medida que el proyecto avanza las proyecciones no son de tanta utilidad dado que como se ve en la ilustración 20 entre más tarde se tomen las medidas más costo van a tener y menor impacto van a generar por lo cual no es aconsejable esperar a tener datos que aseguren % de error menor al 10%.

Ilustración 20 Impacto de los cambios en el proyecto



Fuente: (PMI, Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos-Quinta edición, Pensilvania, 2013)

No se pueden medir todos los aspectos área/etapa puesto que se tendrían que generar, medir y hacer seguimiento a al menos 29 indicadores lo que complicaría el seguimiento a la desempeño de las herramientas, por eso se centró en donde más se tienen datos por parte de la empresa los cuales son las etapas de ejecución, el monitoreo y control y las áreas de calidad, costo, tiempo, comunicaciones y adquisiciones generando solo 10 indicadores nuevos.

Cuando se implementan herramientas que facilitan la entrega y el recibo de la información como los comités es necesario contar con una agenda previa, pero es probable que al momento de su realización surgen temas no planificados pero que tiene alta importancia en la obra, por lo cual se debe decidir entre cumplir con la herramienta de manera metodológica o discutir un tema que puede tener trascendencia en el resultado del proyecto, para el caso particular siempre se tomó la decisión de discutir los temas importantes sacrificando el cumplimiento de la agenda.

En términos generales la implementación de herramientas de gerencia facilita la toma de decisiones por parte del gerente y hace que las mismas sean más impactantes en los objetivos del proyecto, pero para lograrlo es necesario la asignación precisa de responsables puesto que como se esperaba cada herramienta conlleva una serie de actividades

operativas de obtención y análisis de información que hacen inviable la implementación de muchas herramientas a cargo de una sola persona.

7 CONCLUSIONES

En el PMBOK se puede identificar un total de 113 herramientas para gerenciar las diferentes etapas y áreas de un proyecto, conocer todas estas herramientas requeriría una dedicación muy alta del tiempo de un gerente y para realizar el análisis de los datos se necesita un alto volumen de trabajo de personal de apoyo, lo cual implica que sin una adecuada depuración de las herramientas propuestas en la guía, se hace muy difícil la aplicación de las mismas.

Las herramientas más especializadas como en análisis de tendencias y el análisis de reservas, no tienen tanto impacto si se observan a lo largo del ciclo de vida total del proyecto, esto quiere decir que al gestionar un proyecto con este tipo de herramientas se requiere usar al menos veintisiete herramientas especializadas, lo cual en la práctica resulta inconveniente por lo expresado en la conclusión anterior.

Con un mínimo de nueve herramientas tradicionales y dos herramientas ágiles se pueden gerenciar todas las etapas y áreas de un proyecto, toda vez que estas aportan a la gestión de todas las áreas del conocimiento, durante los cinco grupos de procesos.

El 36 % de los gerentes de proyecto de una ciudad intermedia como Bucaramanga usan herramientas genéricas de gestión aunque no lo hacen de manera metodológica, no obstante declaran utilizar de forma metodológica herramientas más especializadas como las técnicas analíticas y el análisis de reservas.

Las herramientas como el juicio de expertos, software de gestión de proyectos e inspección fueron clasificadas en la matriz como herramientas de alto impacto y también se encuentran entre las cuatro más seleccionadas como herramientas indispensables por los gerentes encuestados.

Herramientas como las auditorías obtuvieron una baja calificación en impacto y practicidad por parte de aquellos gerentes que manejan una sola obra (calificación de 2 y 3 sobre 5 respectivamente); lo cual sugiere que su trabajo no está muy orientado hacia el monitoreo y la integración de procesos. Por otra parte el 100% de los gerentes que declararon gestionar más de un proyecto simultáneamente, han usado los resultados de las auditorías para tomar decisiones, dado que generan información sobre el estado de cada proyecto con indicadores muy concisos.

El 57% de los practicantes jóvenes y el 63% de los practicantes de mayor experiencia, declararon como importante y de alto impacto el uso de herramientas de software de gestión de proyectos tales como OPUS, Primavera Project Planner y MS Project; lo cual corrobora las afirmaciones realizadas por Zhyzhneuski en estudios previos y se evidencia adicionalmente como de alto impacto en la matriz resultante de la clasificación de las 113 herramientas.

Herramientas tradicionales como las reuniones y juicios de expertos evidencian una alta calificación en practicidad (4.2 y 4.1 sobre 5 respectivamente) aunque su uso se lleva a cabo de forma menos metodológica (45% y 55%) tal como se evidencia en la tabla 4.

Las herramientas especializadas como análisis de reservas y técnicas analíticas fueron seleccionadas en un 100% como de gran ayuda en la toma de decisiones (tabla 4), aunque según los gerentes su resultado tienen un bajo impacto en el proyecto global (3.6 y 4.0 sobre 5 respectivamente) tal como se observa en la figura 4.

El 67% de las herramientas seleccionadas para la gerencia de proyectos son compatibles con las que se requieren para desarrollar las actividades de las metodologías de trabajo BIM y LEAN, por lo cual una empresa que tenga implementada la filosofía BIM o los procedimientos de BIM puede implementarlas en su mayoría.

La herramienta juicio de expertos aporta para el desarrollo del 55% de todos los procesos de gestión de un proyecto, no obstante pierde utilidad en la medida que un gerente tiene a su cargo más de tres proyectos simultáneamente. Esto se debe a que para su desarrollo se requiere una compleja coordinación del tiempo de los expertos, el personal de obra y el personal dedicado a la gerencia.

La medición y análisis de los indicadores en las condiciones planteadas en este estudio requiere mucho tiempo operativo por lo cual tener más de 10 indicadores hace compleja la recopilación y el análisis de la información, así como la toma de decisiones por lo cual es fundamental la elección de indicadores clave que generen información concisa.

La necesidad de tener información en línea genera como efecto colateral la necesidad de mantener el almacén actualizado así como las entradas, salidas e imputaciones presupuestales del material.

La herramienta software de gestión es indispensable para implementar las herramientas especializadas como el análisis de tendencias y el análisis de reservas, sin ésta, el recaudo y análisis de la información tomaría tanto tiempo que la implementación no superaría un análisis de costo beneficio.

La implementación de un método de inspección como el planteado en esta investigación aunque genera mejoras visibles en la identificación oportuna de los errores de producción, está limitado por la disponibilidad de software y hardware que tenga la empresa.

La herramienta de reuniones es la base de implementación de todas las herramientas que requieren compartir, debatir y analizar información de grupo, sin su implementación se dificulta el análisis de reservas, juicio de expertos y análisis de tendencias.

El establecimiento de comités formales con herramientas que permitan la identificación y seguimiento de compromisos en el proyecto objeto de implementación, logro aumentar la percepción positiva de la comunicación en un 14%.

El análisis de reservas y tendencias en la programación es una herramienta que en las condiciones descritas, otorga información indispensable para tomar decisiones lo cual facilita el mejoramiento de los indicadores de gestión en un 10%.

8 RECOMENDACIONES

Si un gerente cuenta con las herramientas informáticas referenciadas y va a ejecutar un proyecto con las características mencionadas en el archivo, se recomienda realizar el uso de las nueve herramientas en el orden mencionado, estas mejorarán su gestión y facilitarán el logro de los objetivos.

Cuando los resultados de los indicadores se encuentran muy alejados de la línea base de comparación, pierde sentido la medición para toma de decisiones y se hace necesario modificar la meta para que los resultados brinden elementos de juicio.

Se recomienda que las primeras herramientas implementadas sean las reuniones y el software de gestión de proyectos, debido a que estas son fundamentales para la posterior implementación de herramientas que requieren el análisis y discusión de datos.

Para implementar las herramientas como análisis de tendencias y análisis de reservas es necesario designar las actividades o materiales más representativos del proyecto por medio de un análisis de Pareto, de otra manera los datos resultantes serán tan bastos que su análisis será complejo.

La ubicación y magnitud de las reservas necesarias en cada proyecto se deben determinar para cada empresa y proyecto en particular debido a que esta dependerá al conocimiento que tiene la empresa de la tipología de proyecto y al tipo de proyecto ya sea tradicional e industrializado.

Antes de implementar herramientas especializadas que requieren alto volumen de datos como el análisis de tendencias o de reservas es necesario evaluar de donde puede obtenerse la información de manera automatizada para facilitar el uso de las mismas.

Para la medición del desempeño de las herramientas se recomienda no proponer más de diez indicadores, dado que únicamente la recolección y análisis de la información dificultaría la implementación.

9 BIBLIOGRAFIA

- Ander, E. (2002). *Como hacer reuniones efectivas*. Madrid: Editoriales CCS.
- Arribas, M. (2004). Diseño y validación de cuestionarios. *Matronas profesión*, 23-29.
- Barato, J. (s.f.). *PMI Madrid*. Recuperado el 13 de Abril de 2015, de http://www.pmi-mad.org/index.php?option=com_content&view=article&id=310:iya-ha-salido-pmbokr-version-5&catid=126:noticias&Itemid=124
- Broquetas, M. (2010). Using BIM as a Project Management Tool. University of Applied Sciences Stuttgart.
- C. Besner, B. H. (2006). The perceived value and potential contribution of project management practices to project success. *Project Management Journal*, 37-48.
- C. Besner, B. H. (2008). Project Management Practice, Generic or Contextual: A Reality Check. *Project Management Journal*, 17-23.
- Canós, J. H. (2003). *Metodologías ágiles en el desarrollo de software*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Chiarini, A. (2011). Integrating lean thinking into ISO 9001: a first guideline. *International Journal of Lean Six Sigma*, 96-117.
- CLEMENTE, J. (2012). Sinergias BIM-Lean na redução dos tempos de interrupção de exploração em obras de manutenção de infraestruturas de elevada utilização—um caso de estudo.
- Daniel, W. W. (2003). *Bioestadística*. Llmusa.
- Franco, C. (2004). Conducción de reuniones para la operación eficaz de los equipos de trabajo. *Revista estudios gerenciales*, 15-22.

- Gonzalez Bolea, R. (2012). *IAT-Innovación y tecnología*. Recuperado el 16 de Abril de 2015, de <http://www.iat.es/2012/05/lean-e-iso-9001-son-compatibles/>
- ICONTEC. (2008). *Norma técnica colombiana NTC-ISO 9001*. Bogota: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).
- Khan, S. &. (2014). Effects or the interactions between LPS and BIM on workflow in two building design project. *Proceedings IGLC-22*, 933-944.
- L. Crawford, J. P. (2007). How generic are project management Knowledge and practice? *Project Management Journal*, 37-48.
- Micklewright, M. (2010). *Lean ISO 9001*. Milwaukee: ASQ Quality press.
- Minnaard, C. (2010). Modelos de regresion lineales y no lineales: Su aplicacion en problemas de ingeniería. . *Segundo Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica II*.
- Miranda, J. J. (2005). *Gestión de proyectos: identificación, formulación, evaluación financiera-económica-social-ambiental*. Bogota: MMEditores.
- Montero, Y. H. (2006). Visualización y recuperación de información. *II Encuentro de Ciencias e Tecnologías da Docu*.
- Navarro, D. (2006). Seguimiento de proyectos con el Análisis del Valor Ganado. Bogota: Universidad Nacional de Colombia.
- Organization., I. S. (2008). *ISO:9001:2008*. Ginebra.
- PMI. (2013). *Construction extension to a Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Pensilvania: Project Management Institute.
- PMI. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos-Quinta edición, Pensilvania*. Pensilvania: Project Management Institute.
- PMI. (2015). *PMI, Agile Certified Practitioner (PMI_ACP) Handbook*. Pensilvania: Project Management Institute.
- PMI. (s.f.). *Casos de estudio de PMI*. Recuperado el 10 de Abril de 2015, de PMI: <https://americalatina.pmi.org/latam/KnowledgeCenter/~media/3517B83794A54A7DB206165104B73339.ashx>

- Pradas, L. (1991). Indicadores de gestión para las entidades públicas. *Revista española de financiación y contabilidad*, 22-25.
- Privada, C. (2015). *Informe de seguimiento a implementación de plenación estratégica*. Bucaramanga.
- Sacks, R., Koskela, L., Bhargav A., D., & Owen, R. (2010). *JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT* © ASCE, (págs. 968-980).
- Sanchez, J. (2012). Modelos de gestión de proyectos : dirección de proyectos compatible. *Dyna*, 205-221.
- Sanchez, J. (2012). Modelos de gestión de proyectos : dirección de proyectos compatible. *Dyna*, 205-221.
- Suarez, M. (2013). *Interaprendizaje de probabilidades y estadística inferencial con excel, winstats y graph-Primera edición*. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de la Propiedad Intelectual.
- T. Blomquist, M. H. (2010). Project-as-Practice: In Search of Project Management Research That Matters. *Project Management Journal*, 5-16.
- Zhyzhneuski, A. (2016). *Effective Time Management and Its Importance for Construction Projects*. Recuperado el 11 de Julio de 2016, de Academia: <http://www.academia.edu/2053443/Effective_Time_Management_and_its_importance_for_construction_projects._Time_Management_techniq

ANEXOS

Anexo 1 Encuesta aplicada a gerentes de proyectos

PREGUNTAS DE CARACTERIZACIÓN DEL GERENTE

- 1 Edad _____
- 2 Cuantos años experiencia tiene? _____
- 3 Cual ha sido el cargo de mayor responsabilidad que ha desempeñado?
- 4 Cual ha sido la obra más grande que ha ejecutado con ese cargo (m2)?
- 5 Cual ha sido la obra más grande que ha ejecutado con cualquier cargo (m2 o Km)?
- 6 Cuantas obras maneja al tiempo el cargo de mayor responsabilidad que ha desempeñado?
- 7 Que cantidad de personal operativo labora en las obras que dirige o dirigió en su cargo más alto?
- 8 Que cantidad de personal administrativo labora en las obras que dirige o dirigió en su cargo más alto?

PREGUNTAS DE USO DE HERRAMIENTAS

- 1 Si debe escoger solo 5 herramientas para gerenciar sus proyectos, marque con una x los que elegiría de la siguiente lista

- a Juicio de expertos
- b Reuniones
- c Técnicas analíticas
- d Análisis de reservas
- e Auditorias
- f Técnicas Grupales de toma de decisiones
- g Software de gestión de proyecto
- h Inspección
- i Análisis de variación
- j Técnicas de modelado

- k Análisis de tendencias
- l Siete herramientas básicas de calidad
- m Técnicas de negociación
- n Métodos de comunicación
- ñ Sistemas de gestión de la información
- o Adelantos y retrasos
- p Técnica del valor ganado
- q Habilidades interpersonales
- r Informes de desempeño

2 Según su experiencia considera que en la anterior lista falta alguna herramienta? Cual?

3 Conoce la herramienta de gerencia de proyectos xxx? (si la respuesta es NO pasar a la pregunta 12)

4 Ha usado esta herramienta en algún proyecto de construcción?

5 El uso de la herramienta se ha dado de manera formal y metodológica?

6 Los informes o resultados de esta herramienta le han ayudado a tomar decisiones gerenciales?

7 Los informes o resultado de esta herramienta han sido fáciles de entender para sus subalternos?

8 Los informes o resultado de esta herramienta han sido fáciles de entender para sus superiores?

9 De 1 a 5 que tan practica es la herramienta Juicio de expertos en términos de facilidad de interpretación, rapidez de los reportes, facilidad de la implementación de las variables.

1 De 1 a 5 que tanto cree que le aporta al ejercicio de la gerencia la herramienta Juicio de expertos , teniendo
0 en cuenta la rapidez y el impacto de los resultados obtenidos.

1 Cuáles de las siguientes barreras ha encontrado al usar o implementar la herramienta (marque con un X)
1

- a Necesidades tecnológicas.
- b Desconocimiento del personal sobre el tema
- c Necesidad de personal especializado de respaldo
- d Complejidad de la interpretación de la información
- e Costo de la implementación.

f

Poco respaldo por lo superiores.

g

Otra: Cual?

Anexo 2 Formato de acta de comité

| | | | |
|-----------------|-------------|-----------------|------------|
| Proyecto: | | Fecha: | |
| Hora de inicio: | | Fecha fin: | |
| Participante | Cargo | Firma | |
| | | | |
| | | | |
| Tema 1 | | | |
| | | | |
| Tema 2 | | | |
| | | | |
| Tema 3 | | | |
| | | | |
| Compromisos | | | |
| Descripción | Responsable | Fecha Propuesta | Fecha Real |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Anexo 3 Lista de chequeo Inspección

1. Como califica usted la efectividad en la entrega y recibo de la información al interior de la obra durante el año 2015?

Bueno (toda la información que se debía entregar era entregada y entendida por el receptor)

Regular (alguna la información que se debía entregar era entregada y entendida por el receptor)

Mala (muy poca la información que se debía entregar era entregada y entendida por el receptor)

2. Como califica usted la efectividad en la entrega y recibo de la información entre los diferentes procesos de la empresa en el año 2015?

Bueno (toda la información que se debía entregar era entregada y entendida por el receptor)

Regular (alguna la información que se debía entregar era entregada y entendida por el receptor)

Mala (muy poca la información que se debía entregar era entregada y entendida por el receptor)

3. Como califica usted la efectividad en la identificación de los compromisos pendientes al interior de la obra en el año 2015?(posibilidad de identificar los problemas que tiene o va a tener la obra y asignar un responsable para su solución)

Bueno (todas las actividades pendientes estaban identificadas y tienen un responsable asignado para su resolución)

Regular (algunas de las actividades pendientes estaban identificadas y tienen un responsable asignado para su resolución)

Mala (muy pocas de las actividades pendientes estaban identificadas y tienen un responsable asignado para su resolución)

4. Como califica usted la efectividad en el seguimiento de los compromisos pendientes al interior de la obra en el año 2015?(efectividad al momento de dar seguimiento a los compromisos adquiridos por diferentes personal al interior de la obra)

Bueno (a todos los compromisos se les realizaba seguimiento periódico para garantizar su resolución)

Regular (algunos de los compromisos se les realizaba seguimiento periódico para garantizar su resolución)

Malo (a muy pocos compromisos se les realizaba seguimiento periódico para garantizar su resolución)

5. Como califica usted la efectividad en la identificación de los compromisos pendientes con los procesos de apoyo en el año 2015?(posibilidad de identificar los problemas que tiene o va a tener la obra y asignar un responsable para su solución)

Bueno (todas las actividades pendientes estaban identificadas y tienen un responsable asignado para su resolución)

Regular (algunas de las actividades pendientes estaban identificadas y tienen un responsable asignado para su resolución)

Mala (muy pocas de las actividades pendientes estaban identificadas y tienen un responsable asignado para su resolución)

6. Como califica usted la efectividad en el seguimiento de los compromisos pendientes con los procesos de apoyo en el año 2015?(efectividad al momento de dar seguimiento a los compromisos adquiridos por diferentes personal al interior de la obra)

Bueno (a todos los compromisos se les realizaba seguimiento periódico para garantizar su resolución)

Regular (algunos de los compromisos se les realizaba seguimiento periódico para garantizar su resolución)

Malo (a muy pocos compromisos se les realizaba seguimiento periódico para garantizar su resolución)

Anexo 5 Formato de asistencia a socialización de implementación de herramientas

Formato para la Caracterización e implementación de herramientas de gerencia

Herramienta: Juicio de expertos

1. Generalidades

| | |
|--|---|
| 1.1 Responsable de la implementación: | Gerencia de operaciones |
| 1.2 Responsable del seguimiento: | Coordinador de obra (director de obra) |
| 1.3 Informe asociado: | Acta de comité e informe de seguimiento mensual |
| 1.4 Espacio propuesto para el seguimiento: | Comité de obra interdisciplinario. |
| 1.5 Periodicidad del seguimiento: | Variable, espacio no mayor a 1 semana |

2. Impacto

| | | | | |
|----------------------------------|--|-----------------|----------------|---------|
| 2.1 Etapas con impacto esperado: | | | | |
| 2.2 Áreas con impacto esperado | Integración | Alcance | Tiempo | Costo |
| | Calidad | Recursos humano | Comunicaciones | Riesgos |
| | Adquisiciones | Interesados | | |
| 2.3 Indicadores asociados | Duración de definición de temas relacionados | | | |

3. Requerimiento

| | | |
|---------------------------------------|--|---|
| 3.1 Herramienta tecnológica asociada: | N.A. | |
| 3.2 Formato asociado: | a. Acta de comité | b. Informe de seguimiento a compromisos |
| 3.3 Datos de entrada: | Relaciones de pendientes por definir en acta de comité | |
| 3.4 Datos de salida: | Concepto de experto | |

4. Descripción:

En la preparación semanal que se realice al seguimiento periódico que se defina en el proyecto se tendrá que hacer una revisión de definiciones o conceptos pendientes, actividades sin concertar y documentos por desarrollar debido a desacuerdo de conceptos, con al menos dos días previos al comité se debe citar a lo interesados para solicitar de manera clara el pronunciamiento, en el caso en que este se requiera de manera no planeada se debe citar a un comité de emergencia con únicamente el director del proyecto o del área y el experto.
 Posterior a solicitado el concepto con la misma periodicidad se debe hacer seguimiento al estado de la emisión del mismo por medio de la definición de compromisos con tiempo definido de entrega.

Ficha para la Caracterización e implementación de herramientas de gerencia

Herramienta: Reuniones

1. Generalidades

| | |
|--|---|
| 1.1 Responsable de la implementación: | Director del proyecto |
| 1.2 Responsable del seguimiento: | Residente de calidad, residente de obra |
| 1.3 Informe asociado: | Acta de comité |
| 1.4 Espacio propuesto para el seguimiento: | Reunión |
| 1.5 Periodicidad del seguimiento: | Semanal |

2. Impacto

| | | | |
|----------------------------------|--|--|--|
| 2.1 Etapas con impacto esperado: | | | |
| 2.2 Áreas con impacto esperado | | | |
| 2.3 Indicadores asociados | Percepción de efectividad de la comunicación | | |

3. Requerimiento

| | |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| 3.1 Herramienta tecnológica asociada: | N.A. |
| 3.2 Formato asociado: | a. Acta de comité |
| 3.3 Datos de entrada: | Información de entrada comité |
| 3.4 Datos de salida: | Compromisos e interesados |

4. Descripción:

Se definirán los temas a tocar en diferentes reuniones y se definirá la duración, moderador día de la semana y horario para tocar los diferentes temas, se propone inicialmente tres grupos de temas, el primero comprende todos los temas relacionados al programa de obra y a la planificación, un segundo tema relacionado con la administración del proyecto y la interacción con los demás procesos y un último grupo de temas técnicos a relacionar (temas que requieren juicio de expertos). Teniendo en cuenta que abarcar todos los temas en una única reunión generaría un espacio con una duración

muy prolongada se propone que al menos se cuente con dos espacios, los temas se deben organizar de modo tal que ninguna de las reuniones tenga una duración mayor a 90 minutos.

Formato para la Caracterización e implementación de herramientas de gerencia

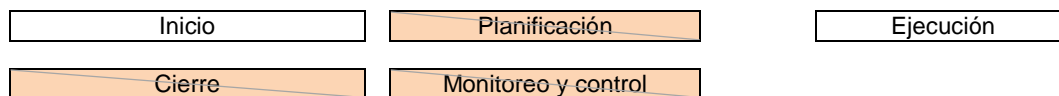
Herramienta: Técnicas analíticas

1. Generalidades

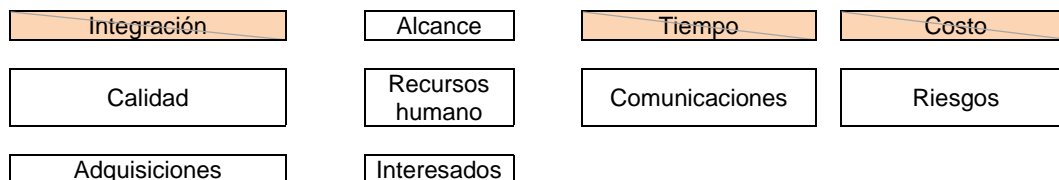
1.1 Responsable de la implementación: Gerente de operaciones
1.2 Responsable del seguimiento: Director de proyecto (director de obra)
1.3 Informe asociado: Informe de indicadores mensual
1.4 Espacio propuesto para el seguimiento: Ultimo comité semanal del mes
1.5 Periodicidad del seguimiento: Mensual

2. Impacto

2.1 Etapas con impacto esperado:



2.2 Áreas con impacto esperado



2.3 Indicadores asociados: Indicador de desviación del costo, Indicador de desempeño

3. Requerimiento

3.1 Herramienta tecnológica asociada: Microsoft Excel
3.2 Formato asociado: Informe mensual de indicadores

| | |
|-----------------------|--|
| 3.3 Datos de entrada: | Información sobre desempeño de costo, tiempo e integración |
| 3.4 Datos de salida: | Análisis de datos, planes de contingencia |

4. Descripción:

Si no se tiene definidas instancias para hacer seguimiento a los parámetros de costo, tiempo e integración se deben establecer estos espacios y los procedimientos propios del seguimiento, si ya se tiene establecidos se debe partir de los datos bases del seguimiento y de manera mensual se deben usar las técnicas análisis por parte del director de proyecto/obra para hacer las proyecciones e identificar las causas de las desviaciones, en el último comité semanal del mes el director de proyecto divulgará los datos encontrados y se concertarán los planes de contingencia para corregir las desviaciones proyectadas.

Formato para la Caracterización e implementación de herramientas de gerencia

Herramienta: Análisis de reservas

1. Generalidades

| | |
|--|---|
| 1.1 Responsable de la implementación: | Gerente de operaciones |
| 1.2 Responsable del seguimiento: | Director de proyecto (director de obra) |
| 1.3 Informe asociado: | Informe de indicadores mensual |
| 1.4 Espacio propuesto para el seguimiento: | Último comité semanal del mes |
| 1.5 Periodicidad del seguimiento: | Mensual |

2. Impacto

| | | | |
|----------------------------------|--|------------------------|---------|
| 2.1 Etapas con impacto esperado: | | | |
| Inicio | Planificación | Ejecución | |
| Cierre | Monitoreo y control | | |
| 2.2 Áreas con impacto esperado | | | |
| Integración | Alcance | Tiempo | Costo |
| Calidad | Recursos humano | Comunicaciones | Riesgos |
| Adquisiciones | Interesados | | |
| 2.3 Indicadores asociados | | | |
| | Indicador de desviación del costo | Indicador de desempeño | |
| | Percepción de la pertinencia de los planes de contingencia | | |

3. Requerimiento

| | |
|---------------------------------------|--|
| 3.1 Herramienta tecnológica asociada: | Microsoft Excel |
| 3.2 Formato asociado: | Informe mensual de indicadores |
| 3.3 Datos de entrada: | Información sobre desempeño de costo, tiempo e integración |
| 3.4 Datos de salida: | Análisis de datos, planes de contingencia |

4. Descripción:

Si no se tiene definidas instancias para hacer seguimiento a los parámetros de costo, tiempo e integración se deben establecer estos espacios y los procedimientos propios del seguimiento, si ya se tiene establecidos se debe partir de los datos bases del seguimiento y de manera mensual se deben usar el análisis de reservas por parte del director de proyecto/obra para verificar el punto de toma de decisiones, este análisis se debe combinar con las técnicas analíticas para generar un plan de acción conjunto, en el último comité semanal del mes.

Formato para la Caracterización e implementación de herramientas de gerencia

Herramienta: Auditorias

1. Generalidades

| | |
|--|---|
| 1.1 Responsable de la implementación: | Gerente de operaciones |
| 1.2 Responsable del seguimiento: | Residente de calidad, Coordinador de obra |
| 1.3 Informe asociado: | Informe de auditorias |
| 1.4 Espacio propuesto para el seguimiento: | Ultimo comité semanal del mes |
| 1.5 Periodicidad del seguimiento: | Mensual |

2. Impacto

| | | | |
|----------------------------------|---------------------|-----------|-------|
| 2.1 Etapas con impacto esperado: | | | |
| Inicio | Planificación | Ejecución | |
| Cierre | Monitoreo y control | | |
| 2.2 Áreas con impacto esperado | | | |
| Integración | Alcance | Tiempo | Costo |

| | | | |
|---------------------------|---|----------------|--------------------------|
| Calidad | Recursos humano | Comunicaciones | Riesgos |
| Adquisiciones | Interesados | | |
| 2.3 Indicadores asociados | Indicador de producto no conforme | | Percepción de la calidad |
| | Percepción de la identificación y eliminación de riesgo | | |
| | Indicador de acciones de mejora | | |

3. Requerimiento

| | |
|---------------------------------------|---|
| 3.1 Herramienta tecnológica asociada: | N.A. |
| 3.2 Formato asociado: | Informe de auditoría, formato de producto no conforme y de mejora |
| 3.3 Datos de entrada: | Información sobre desempeño de costo, tiempo e integración |
| 3.4 Datos de salida: | Análisis de datos, planes de contingencia |

4. Descripción:

Si se cuenta con un sistema de gestión de la calidad es necesario documentar el uso de esta herramienta dentro de la empresa y el impacto que tiene la auditoría sobre los indicadores del mes en que se realiza en los diferentes parámetros evaluados, si no se tiene implementado un sistema de gestión de calidad se debe estructurar un programa de auditoría según el apartado **8.2.2. de la ISO 9001**, definiendo los estándares que se van a evaluar, bajo quien está la responsabilidad, como es la interacción de los procesos, que formatos se debe llevar y cuáles son los estándares de calidad así como la periodicidad de las auditorías. En cualquiera de las dos opciones al momento del desarrollo se debe documentar la experiencia y definir cuáles son las no conformidades, las fortalezas y las observaciones para luego generar unos planes de acción en pro de mejorar los procesos.

Formato para la Caracterización e implementación de herramientas de gerencia

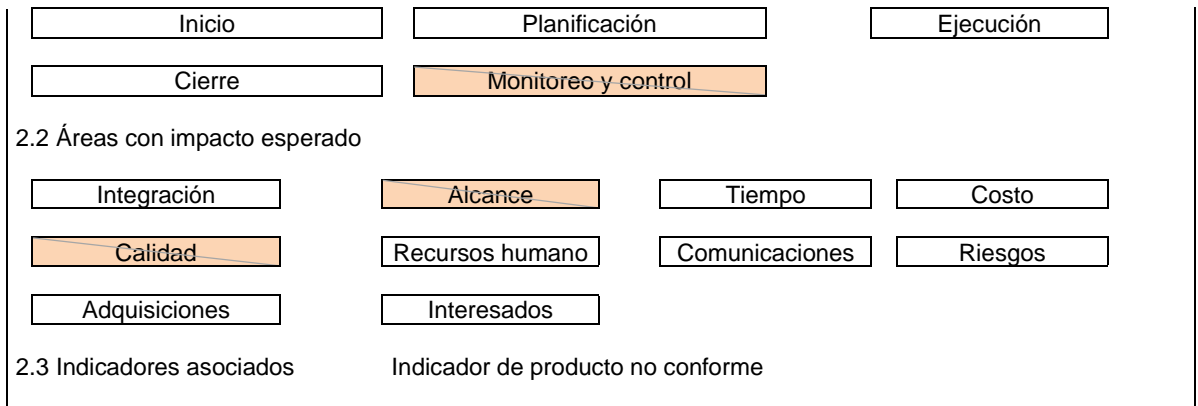
Herramienta: Inspección

1. Generalidades

| | |
|--|---|
| 1.1 Responsable de la implementación: | Director del proyecto |
| 1.2 Responsable del seguimiento: | Residente de calidad, Residente de obra |
| 1.3 Informe asociado: | Informe de calidad semanal |
| 1.4 Espacio propuesto para el seguimiento: | Comité de obra semanal |
| 1.5 Periodicidad del seguimiento: | Semanal |

2. Impacto

2.1 Etapas con impacto esperado:



3. Requerimiento

| | |
|---------------------------------------|--|
| 3.1 Herramienta tecnológica asociada: | N.A. |
| 3.2 Formato asociado: | Formato de producto no conforme y de mejora |
| 3.3 Datos de entrada: | Información sobre desempeño de costo, tiempo e integración |
| 3.4 Datos de salida: | Análisis de datos, planes de contingencia |

4. Descripción:

La inspección se puede considerar una subherramienta para la empresa en caso de tener un sistema de gestión de la calidad o como una herramienta de primer plano cuando no se cuenta con este. Esta herramienta consta de la inspección que se realiza a los procesos y los productos terminados para verificar que cumplan a cabalidad con los requerimientos legales y del cliente, esta inspección no es aleatoria y debe realizarse durante el proceso y no únicamente con la terminación. Las inspecciones deben contar con unos parámetros definidos de aceptación y rechazo así como la metodología de revisión y las tolerancias

Formato para la Caracterización e implementación de herramientas de gerencia

Herramienta: Software de gestión de proyectos

1. Generalidades

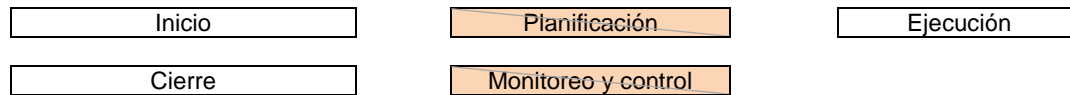
| | |
|---------------------------------------|------------------------|
| 1.1 Responsable de la implementación: | Gerente de operaciones |
| 1.2 Responsable del seguimiento: | |
| 1.3 Informe asociado: | |

1.4 Espacio propuesto para el seguimiento:

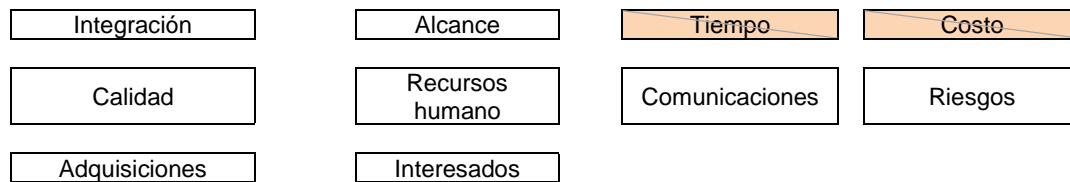
1.5 Periodicidad del seguimiento:

2. Impacto

2.1 Etapas con impacto esperado:



2.2 Áreas con impacto esperado



2.3 Indicadores asociados N.A.

3. Requerimiento

3.1 Herramienta tecnológica asociada: Hardware de acuerdo a la herramienta seleccionada y software.

3.2 Formato asociado: N.A.

3.3 Datos de entrada: Programación inicial, avance semanal de obra, presupuesto inicial, presupuesto ejecutado

3.4 Datos de salida: % Avance en tiempo y en dinero, días de atraso, Desfase en ejecución presupuestal

4. Descripción:

Los software de gestión de proyectos pueden controlar desde el presupuesto hasta el costo pasando por la logística y el cálculo de cantidades, en cuento más complejo es el software más tiempo dura la adaptación de los procesos el mismo pero mayor es el impacto al final del proceso de implementación, para este caso solo se contempla el software para la planificación, ejecución y monitores y control del costo y del tiempo (programación y presupuesto e obra), además de esto a medida que los datos que se incluyan al sistema se encuentren con menor desfase entre lo ejecutado y lo alimentado la información va a ser más útil puesto que las decisiones van a tener efectos inmediatos. Los datos de entrada para alimentar el sistema deben ser incluidos de manera semanal para que de estos se arroje información de entrada para los análisis de reservas y las técnicas analíticas y que de esa manera sirvan para la toma de decisiones.

Herramienta: Técnicas de negociación

1. Generalidades

| | |
|--|-------------------------------------|
| 1.1 Responsable de la implementación: | Gerente de operaciones |
| 1.2 Responsable del seguimiento: | Coordinador de contratación/compras |
| 1.3 Informe asociado: | Informe de indicadores mensual |
| 1.4 Espacio propuesto para el seguimiento: | Ultimo comité semanal del mes |
| 1.5 Periodicidad del seguimiento: | Mensual |

2. Impacto

| | | | |
|----------------------------------|--|----------------|---------|
| 2.1 Etapas con impacto esperado: | | | |
| Inicio | Planificación | Ejecución | |
| Cierre | Monitoreo y control | | |
| 2.2 Áreas con impacto esperado | | | |
| Integración | Alicance | Tiempo | Costo |
| Calidad | Recursos humano | Comunicaciones | Riesgos |
| Adquisiciones | Interesados | | |
| 2.3 Indicadores asociados | | | |
| | Desfase contratado y presupuestado | | |
| | Desfase promedio cotización y contratado | | |

3. Requerimiento

| | |
|---------------------------------------|---|
| 3.1 Herramienta tecnológica asociada: | N.A. |
| 3.2 Formato asociado: | Cuadro comparativo de propuestas |
| 3.3 Datos de entrada: | Presupuesto inicial |
| 3.4 Datos de salida: | Valor inicial ofertado de contratos y compras y valor final contratado o comprado |

4. Descripción:

Antes de cada compra o contratación se debe referenciar al valor presupuestado para el mismo, con este dato se deben comenzar las negociaciones con de las técnicas definidas para esto, como resultado, el valor más favorable debe ser comparado con el valor base del presupuesto para estimar el ahorro o desfase y con el valor inicia de la propuesta antes de negociación para comprar la mejora debido a la negociación, es importante tener en cuenta que el único parámetro de negociación en algunos casos no es el valor y se pueden tener en cuenta condiciones de pago, calidad, tiempo de entrega, etc por lo cual la técnica de negociación definida debe tener en cuenta las prioridad de la negociación particular.

Formato para la Caracterización e implementación de herramientas de gerencia

Herramienta: Métodos de comunicación

1. Generalidades

| | |
|--|------------------------|
| 1.1 Responsable de la implementación: | Gerente de operaciones |
| 1.2 Responsable del seguimiento: | Gerente de operaciones |
| 1.3 Informe asociado: | N.A. |
| 1.4 Espacio propuesto para el seguimiento: | Comité semanal de obra |
| 1.5 Periodicidad del seguimiento: | Mensual |

2. Impacto

| | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|--|--|
| 2.1 Etapas con impacto esperado: | | | |
| 2.2 Áreas con impacto esperado | | | |
| 2.3 Indicadores asociados | Percepción de la comunicación | | |

3. Requerimiento

| | |
|---------------------------------------|--------------------|
| 3.1 Herramienta tecnológica asociada: | Correo electrónico |
| 3.2 Formato asociado: | N.A. |
| 3.3 Datos de entrada: | N.A. |
| 3.4 Datos de salida: | N.A. |

4. Descripción:

Se deben definir los métodos de comunicación para al menos los puntos críticos en la cadena de comunicación, como lo son: 1. Solicitud de diseño o cambios a los mismos. Notificaciones con el equipo de contratación 3. Notificaciones con el equipo de compras 4. Notificaciones con el equipo de planeación o proyectos. Notificación al interior de la obra entre los diferentes cargos 6. Comunicaciones con entes externos Para esto se debe definir

el medio formal ya sea telefonico, correo electrónico, correo físico, etc y la pirámide de responsables a partir de la cual corren las comunicaciones desde la base de la compañía hasta los altos rangos.