

Universidad de Costa Rica
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**Estudio de un plan de implementación de un programa de administración
de proyectos en una empresa constructora**

Trabajo Final de Graduación

Para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil

Presenta:

Arturo José Garita Vives

Director de Proyecto de Graduación:

Ing. Erick Mata Abdelnour, Ph. D.

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

Estudiante:



Arturo José Garita Vives

Director:



Ing. Erick Mata Abdelnour, Ph.D.

Asesores:



Ing. Robert Anglin Fonseca



Ing. Marcos Rodríguez Mora

Fecha: 2019, Julio, 02

El suscrito, Arturo José Garita Vives, cédula 3-0456-0305, estudiante de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, con número de carné **A92604**, manifiesta que es autor del Proyecto Final de Graduación **Estudio de un plan de implementación de un programa de administración de proyectos en una empresa constructora**, bajo la Dirección del **Ing. Erick Mata Abdelnour**, quien en consecuencia tiene derechos compartidos sobre los resultados de esta investigación.

Asimismo, hago traspaso de los derechos de utilización del presente trabajo a la Universidad de Costa Rica, para fines académicos: docencia, investigación, acción social y divulgación.

Nota: De acuerdo con la ley de Derechos de Autor y Derechos Conexos N°6683, Artículo 7 (versión actualizada el 02 de julio de 2001); “no podrá suprimirse su nombre en las publicaciones o reproducciones, ni hacer en ellas interpolaciones, sin una conveniente distinción entre el texto original y las modificaciones o adiciones editoriales”. Además, el autor conserva el derecho moral sobre la obra, Artículo 13 de esta ley, por lo que es obligatorio citar la fuente de origen cuando se utilice información contenida en esta obra.

DEDICATORIA

A mis papás y hermanos, quienes me han brindado su apoyo y amor incondicional siempre, y sin quienes no hubiera sido posible llegar a este punto.

A mi novia, por su empuje y motivación, y por tantos días que trabajamos juntos para alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores asesores de este trabajo, especialmente a don Erick Mata, por su dirección y guía para hacer de este trabajo el mejor producto posible.

Tabla de Contenidos

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO 1. Introducción	3
1.1. Justificación	3
1.1.1. El problema específico	3
1.1.2. Importancia	3
1.1.3. Antecedentes teóricos y prácticos del problema	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general	6
1.2.2. Objetivos específicos	6
1.3. Delimitación del problema	6
1.3.1. Alcance.....	6
1.3.2. Limitaciones.....	7
1.4. Marco teórico	7
1.4.1. Sobre la administración de proyectos	7
1.4.2. La comunicación dentro de un proyecto de construcción	16
1.4.3. Herramientas de las tecnologías de información para el manejo de proyectos	17
1.5. Descripción de la metodología	18
1.5.1. Búsqueda de antecedentes	18
1.5.2. Entrevista.....	18
1.5.3. Elección del programa a implementar.....	19
1.5.4. Diseño del plan de implementación	19
1.5.5. Evaluación de viabilidad del programa	20
1.5.6. Validación del programa seleccionado.....	21
1.5.7. Comparación con uso de programas similares en otra empresa	21
1.5.8. Análisis de resultados	22
1.5.9. Conclusiones y recomendaciones.....	22
CAPÍTULO 2. Elección y descripción del programa a utilizar	24
2.1. Entrevista a profesionales del gremio.....	24
2.2. Comparación entre <i>software</i> disponibles.....	25

2.3.	Elección del programa a implementar.....	26
2.4.	Descripción del <i>software</i> a implementar.....	28
2.5.	Documentos y plantillas para utilizar con el <i>software</i>	35
2.5.1.	Minuta de reunión	35
2.5.2.	Planilla semanal	35
2.5.3.	Solicitud de información (SDI).....	36
2.5.4.	Solicitud de aprobación de materiales y equipos (SAM)	36
2.5.5.	Transmisión de información.....	36
2.5.6.	Lista de verificación	36
2.5.7.	Lista de verificación de aspectos de seguridad	37
2.5.8.	Control de cambios en planos (Red Line).....	37
CAPÍTULO 3. Uso e implementación del programa.....		38
3.1.	Herramientas informáticas utilizadas en la empresa	38
3.2.	Proyecto elegido	39
3.3.	Propósitos del uso del programa en el proyecto elegido.....	40
3.3.1.	Rol del gerente de producción	42
3.3.2.	Rol del ingeniero de producción.....	42
3.3.3.	Rol del asistente de ingeniería	42
3.3.4.	Rol de los inspectores	42
3.3.5.	Rol del departamento de proveeduría.....	42
3.3.6.	Rol del laboratorio de ensayos.....	43
3.4.	Uso de <i>Viewpoint</i> durante el período de prueba	43
3.5.	Validación del uso de <i>Viewpoint</i>	44
3.6.	Uso exitoso de programas similares en otras empresas	44
3.6.1.	Del programa Procore	45
3.6.2.	Empresa B	46
3.6.3.	Empresa C	47
3.6.4.	Comparación de casos de estudio: Empresas A, B y C.....	48
CAPÍTULO 4. Resultados y conclusiones		50
4.1.	Discusión de resultados	50
4.1.1.	Importancia del Internet en el funcionamiento de la empresa	50
4.1.2.	Manejo de las áreas de conocimiento del PMI en la empresa	50

4.1.3. Importancia del MAG dentro de la empresa.....	53
4.1.4. Uso de Viewpoint en el proyecto.....	54
4.1.5. Virtudes y deficiencias del programa	55
4.2. Conclusiones	56
4.3. Recomendaciones	58
Fuentes de información.....	60
1. Fuentes bibliográficas	60
2. Sitios web	61
Anexos.....	62

Tabla de Cuadros

Cuadro 1. Cuadro comparativo de <i>software</i> de administración de proyectos	25
Cuadro 2. Uso de programas de administración de proyectos en las empresas A, B y C	48
Cuadro 3. Distribución del manejo de las áreas de conocimiento mediante <i>software</i> en la empresa A.....	51

Tabla de Figuras

Figura 1. Nivel de esfuerzo en el tiempo a través de las fases de un proyecto.....	8
Figura 2. Relación entre las personas involucradas en la gestión de proyectos....	12
Figura 3. Matriz de clasificación de los interesados (<i>stakeholders</i>)	14
Figura 4. Relación entre interesados y el proyecto	15
Figura 5. Estructuras de comunicación en proyectos, con y sin oficina de gerencia de proyectos.....	16
Figura 6. Esquema metodológico del proyecto.....	23
Figura 7. Interfaz general de <i>Viewpoint</i>	28
Figura 8. Árbol de navegación	29
Figura 9. Contenedores creados para un proyecto genérico en <i>Viewpoint</i>	30
Figura 10. Información solicitada a los nuevos usuarios de <i>Viewpoint</i>	31
Figura 11. Flujo de trabajo en <i>Viewpoint</i>	32
Figura 12. Primeros pasos del flujo de trabajo para SAMs	33
Figura 13. Sigüientes pasos del flujo de trabajo para SAMs.....	34
Figura 14. Nodos de finalización del flujo de trabajo para SAMs.....	34
Figura 15. Organigrama general de la empresa constructora	40
Figura 16. Personas involucradas en el uso de <i>Viewpoint</i> dentro del proyecto.....	43

Índice de abreviaturas

APC: Administrador de Proyectos de Construcción, plataforma digital utilizada por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos para que las personas o empresas puedan solicitar los requisitos previos a la construcción.

BID: Banco Interamericano de Desarrollo.

CFIA: Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos.

EDT: Estructura de Desglose de Trabajo

ISO: *International Organization for Standardization*, organización internacional de estandarización.

LAN: *Local Area Network*, red de área local.

MAG: Módulo de Asistencia Gerencial.

PMBOK: *Project Management Body Of Knowledge*, cuerpo de conocimientos de la administración de proyectos.

PMI: *Project Management Institute*, instituto de administración de proyectos.

SAM: Solicitud de Aprobación de Materiales.

SDI: Solicitud De Información.

SIBDI: Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información de la Universidad de Costa Rica.

TI: Tecnologías de Información.

WAN: *Wide Area Network*, red de área amplia.

Garita Vives, Arturo José

Estudio de un plan de implementación de un programa de administración de proyectos en una empresa constructora

Trabajo Final de Graduación – Ingeniería Civil – San José, C.R.:

A.J. Garita V., 2019

ix, 58, [13]h; ils.col. – 15 refs.

RESUMEN

Se desea estudiar el proceso de implementación de un programa informático (*software*) de administración de proyectos en una empresa constructora, para analizar su efectividad y los beneficios que puede conllevar el uso de esta herramienta. Además, se busca determinar maneras en que el proceso puede ser mejorado para garantizar su efectividad.

El uso de *software* de este tipo ha incrementado en tiempos recientes en la industria de la construcción en el país, debido a que brinda un apoyo a las empresas para mejorar sus procesos internos, de manera que la calidad del proyecto en general mejore de manera sustancial.

Para esto, se determinaron las necesidades específicas de la empresa y se buscó un programa que se adaptara a ellas. Acto seguido, este fue implementado y utilizado en un proyecto de construcción para la gestión de solicitudes de aprobación de materiales y de información, los cuales deben ser atendidos por los profesionales contratados para inspeccionar el proyecto. Paralelamente, se consultó con otras empresas que utilizan *software* similares sobre su proceso de implementación y los beneficios que han percibido.

El programa elegido no fue implementado con éxito, ya que no se consiguió que los involucrados lo utilizaran, por lo que la empresa decidió interrumpir su uso. A.J.G.V.

ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS; CONSTRUCCIÓN; SOFTWARE; HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS; INTERNET; TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN

Ing. Erick Mata Abdelnour, Ph.D.

Escuela de Ingeniería Civil

ABSTRACT

The object of this work is to study the implementation process of a computer program dedicated to project management in a construction company, to analyze its effectivity and the potential benefits that could be obtained from utilizing such tools. Furthermore, to determine ways in which the process can be improved to guarantee success.

The use of this type of *software* has increased in recent times within the country's construction industry due to the fact that it supports enterprises in an effort to improve their inner processes, substantially increasing the general quality of the project.

In order to achieve this, the company's specific needs were determined, as was a program that would potentially satisfy those needs. Next, the software was implemented and used in a construction project with the purpose of managing material approval forms as well as requests for information, which must be attended by professionals hired to inspect the project. Simultaneously, brief interviews were conducted with companies that have implemented similar software, about the implementation methods used and the benefits which have been obtained.

The program was unsuccessfully implemented, due to the people involved not using it, which led the company to indefinitely interrupt its use. A.J.G.V.

PROJECT MANAGEMENT; CONSTRUCTION; SOFTWARE; COMPUTING TOOLS; INTERNET; INFORMATION TECHNOLOGIES

Eng. Erick Mata Abdelnour, Ph.D.

Civil Engineering School

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación

1.1.1. El problema específico

La comunicación dentro de un proyecto es uno de los aspectos más importantes para garantizar una gestión más eficiente y eficaz del proyecto. Debido a la complejidad que conlleva el planeamiento, adjudicación, ejecución y finalización de este, son muchos los actores involucrados a través de todas estas etapas, incluyendo al propietario, ingenieros, arquitectos, inspectores, consultores, y otros profesionales. Esto dificulta que la información que se vaya generando día a día sea comunicada de manera oportuna a todos estos actores. Esta deficiencia en la comunicación puede llevar a pérdidas económicas, atrasos, y riesgos que ponen en peligro la ejecución del proyecto.

Es por esto que se debe velar siempre por mejorar los canales de comunicación entre las partes involucradas. En las últimas décadas, con el crecimiento de la industria de la computación y el Internet, una herramienta que ha adquirido popularidad para facilitar la gestión de los proyectos son los programas informáticos (*software*), los cuales pueden brindar no solo facilidades para transmitir ideas y decisiones entre varias personas, sino también espacio para almacenar archivos, como lo son planos, cronogramas, fotografías y documentos importantes.

El propósito de este proyecto es, por lo tanto, estudiar el plan de implementación de un programa de administración de proyectos en una empresa constructora, y analizar el éxito de este plan, para determinar la utilidad y validez del mismo.

1.1.2. Importancia

La industria de la construcción se caracteriza por regirse por tiempos y costos; la viabilidad de un proyecto dependerá de que el mismo sea ejecutado y entregado dentro de un plazo y un presupuesto determinado. Esta condición está asociada a varios factores, entre los que se encuentra la transmisión oportuna de información y documentos entre los ingenieros, consultores, contratistas, propietarios y demás personas involucradas en el proyecto. Los avances tecnológicos en el área de la informática se han convertido en una solución ampliamente adoptada para agilizar los procesos de comunicación en la industria de la construcción.

Las necesidades de un proyecto de construcción cambian y evolucionan día con día. Una demora en las tareas programadas puede llevar tanto a atrasos en el cronograma general de obra como a sobrecostos que disminuirán la utilidad del proyecto. Esto ha llevado a que las empresas constructoras busquen optimizar sus procesos internos para corregir cualquier posible fuente de retrasos. Una medida que se ha adoptado recientemente en el ámbito costarricense para este propósito es la implementación de herramientas informáticas de administración de proyectos.

En el mercado existe una gran cantidad de programas disponibles, cada uno con diferentes alcances, características y enfoques. Algunos de estos programas se especializan en la industria de la construcción, y ofrecen soluciones para los procesos típicos que utilizan las empresas constructoras, como son la elaboración y revisión de planos, pedidos de materiales y equipos, control de calidad, supervisión de salud y seguridad ocupacional, entre otros. Sin embargo, debido a la amplia gama de áreas de conocimiento dentro de un proyecto, es imposible crear una sola herramienta que las abarque todas. Debido a esto, es importante que cada empresa realice un análisis cuidadoso de cuáles son sus necesidades más inmediatas, y de cuál de los programas disponibles se adapta mejor a ellas, teniendo en cuenta además que su adquisición e implementación sean viables.

Este análisis debe ser minucioso y detallado, ya que elegir una herramienta no adecuada puede implicar un gasto innecesario de recursos y tiempo. De igual manera, una vez escogida la herramienta a utilizar, se debe diseñar un plan de implementación que contemple tanto la adquisición como la puesta en marcha del uso de la misma, incluyendo capacitaciones, compra de equipos, entre otros aspectos importantes. Asimismo, resulta fundamental realizar evaluaciones del funcionamiento de la herramienta. Esto para determinar si se está cumpliendo con las expectativas que se tenían en un principio, y en caso contrario, poder tomar acciones correctivas que permitan solucionar las necesidades de la empresa.

Todo esto fue tomado en cuenta en el presente trabajo para escoger, implementar y evaluar un *software* de administración de proyectos en una empresa constructora, dentro del contexto de la ejecución de un proyecto constructivo.

1.1.3. Antecedentes teóricos y prácticos del problema

En la Universidad de Costa Rica se han elaborado varios proyectos similares al presente, especialmente de parte de las Escuelas de Ingeniería Civil e Ingeniería Industrial. A continuación se detallarán algunos de ellos.

Primeramente, Thomas (2007) estudió cómo implementar los recursos de Internet (específicamente una Extranet¹) a la administración de proyectos de construcción en la empresa RAE Ingenieros S.A. La autora además, propuso una metodología de implementación del *Extranet* de siete etapas básicas: planificación, selección de tecnología, selección de funciones, creación del sistema de colaboración, plan piloto, uso general de la aplicación y su mantenimiento. Dentro de los beneficios principales del uso de *software* para administración de proyectos enumerados en este proyecto se encuentran la simplificación de comunicaciones, el seguimiento de asuntos en los cuales es importante actuar de manera oportuna, el almacenamiento centralizado de documentos e información, y el menor tiempo de ciclo de actividades.

Sequeira & Solís (2011), realizaron una comparación de un total de doce programas disponibles en ese momento para la administración de proyectos. Esta comparación se realizó mediante un cuadro comparativo tipo *checklist* que evalúa la presencia de características que los autores consideraron importantes para las necesidades de la empresa Automatización Avanzada S.A. Este cuadro comparativo se utilizó como ejemplo para el presente trabajo, revisando y adaptando las características evaluadas en él a las necesidades actuales del gremio y de una empresa constructora en particular. Los autores también evaluaron la funcionalidad del programa que seleccionaron dentro de varios proyectos reales, realizando una prueba de una semana y registrando las mejoras observadas durante ese período, dando especial énfasis a la reducción del tiempo para el procesamiento de datos y la reducción de problemas y errores a causa de problemas de comunicación.

Otros casos que, si bien no implementaron el uso de un *software* en específico dentro de una empresa, propusieron una metodología de validación del sistema de gestión de proyectos propuesto en sus proyectos, son el de Herrera & Orozco (2012), y Steller (2012). Estas

¹ Extranet: Red privada de colaboración que utiliza el protocolo de Internet y los sistemas de telecomunicación pública para compartir en forma segura parte de la información u operaciones con suplidores, vendedores, socios, clientes u otro tipo de negocios. (Thomas, 2007)

metodologías toman en cuenta el cumplimiento de los lineamientos de la *Guía del PMBOK*, resultados de varios indicadores de desempeño utilizando datos de un proyecto real y la funcionalidad percibida por el usuario de la herramienta propuesta, medida mediante encuestas de satisfacción.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Estudiar el proceso de implementación de una herramienta de administración de proyectos en una empresa constructora mediante su uso en un proyecto de construcción.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Determinar las necesidades actuales de la empresa y del mercado de la construcción en materia de administración de proyectos.
- b) Describir el plan para la implementación de una herramienta para la administración de proyectos.
- c) Determinar las condiciones y recursos iniciales requeridos para la implementación del programa elegido en una empresa de construcción y en un proyecto de construcción.
- d) Implementar el programa seleccionado en al menos una de las fases de un proyecto real para corroborar su funcionalidad.
- e) Estimar los beneficios producto del uso del programa elegido en la administración de un proyecto de construcción.
- f) Brindar recomendaciones para que la implementación de una herramienta de administración de proyectos dentro de una empresa sea exitosa.

1.3. Delimitación del problema

1.3.1. Alcance

El presente trabajo propuesto se realizó dentro del contexto de un proyecto de un condominio vertical residencial. Este proyecto inició a mediados del año 2018 y contaba con un plazo de ejecución de 10 meses, con la entrega programada para el 30 de abril de 2019, sin embargo, hasta julio de 2019, se encontraba en las fases finales del proceso de ejecución.

Para ello, se contó con la colaboración de una empresa constructora, la cual está a cargo de la ejecución y dirección técnica del proyecto. Se utilizó equipo tanto personal como de la empresa para tal efecto, además de contar con la participación de los ingenieros que la constructora asignó para este proyecto. Además, se contó con la colaboración del equipo de tecnologías de información de la empresa, quienes se encargaron del contacto directo con los desarrolladores de los programas, además de las capacitaciones al personal.

Se evaluaron varios programas de administración de proyectos de construcción, los cuales fueron evaluados de acuerdo con las funciones que ofrecen, de acuerdo con las necesidades expresadas por la constructora.

Para validar el programa elegido, éste se implementó en una fase del proyecto de construcción, durante la cual se realizaron actividades relevantes para la evaluación de la funcionalidad del programa.

1.3.2. Limitaciones

- Debido a restricciones de tiempo, se diseñó un plan de implementación para solamente un programa de administración de proyectos.
- Este trabajo se limitó a una etapa de cuatro meses de la ejecución de un proyecto de construcción.
- Si bien el programa puede utilizarse para una gran variedad de fines, por disposiciones de la constructora interesada, para efectos del presente proyecto se utilizó principalmente para el manejo de solicitudes de aprobación de materiales y solicitudes de información.

1.4. Marco teórico

A continuación, se presentarán y describirán algunos conceptos relacionados con la administración de proyectos y la informática, los cuales son necesarios para el mejor entendimiento del presente trabajo.

1.4.1. Sobre la administración de proyectos

En el PMBOK, el PMI define un proyecto como “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (PMI, 2013, pág. 3). El decir que un proyecto es temporal se refiere a que tiene un inicio y un final, los cuales se programan de acuerdo con los requerimientos y plazos que se consideran para llevar a cabo todas las

etapas necesarias. Asimismo, la guía resume estas etapas en cinco grupos de procesos, a saber: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre.

Según el PMI, la administración o gestión de proyectos se define como “la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas, y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo” (PMI, 2013, pág. 5). Esto implica, de parte de los profesionales encargados, trabajar conjuntamente para identificar las necesidades y requisitos del proyecto, así como los recursos necesarios y los riesgos que se pueden presentar. Seguidamente, deben confeccionar un plan para su ejecución, de manera que se cumplan a satisfacción del cliente o beneficiado esas necesidades y requisitos, incluyendo un cronograma y un presupuesto de trabajo, quedando bajo la responsabilidad de esos profesionales apearse lo más posible a ellos, para evitar pérdidas. Una vez que el plan de ejecución ha sido diseñado, se debe ejecutar el proyecto, lo cual es quizás la etapa más crítica, debido a la gran posibilidad de que se presenten imprevistos. Durante el desarrollo de todas estas fases, es importante que exista una comunicación constante entre las partes.

El nivel de esfuerzo o trabajo requerido durante cada fase de un proyecto evoluciona a través del tiempo, iniciando en cantidades relativamente bajas en las primeras etapas, y creciendo paulatinamente hasta llegar al máximo en la etapa de implementación o ejecución, después de la cual vuelve a disminuir hasta llegar al cierre del proyecto. Esta variación del esfuerzo a través del tiempo se puede apreciar mejor en la Figura 1.

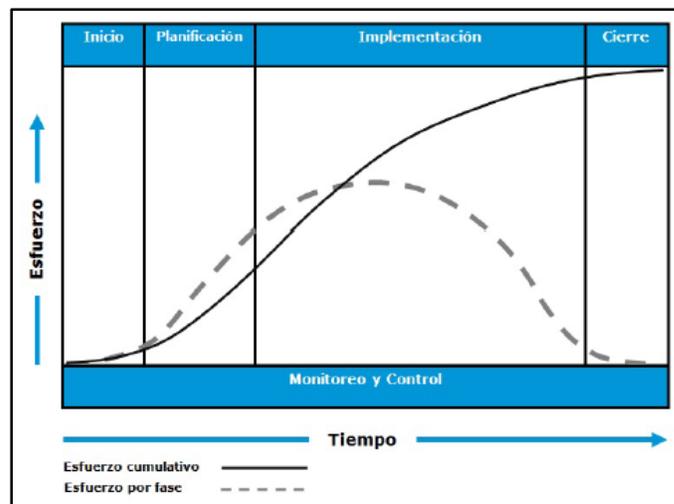


Figura 1. Nivel de esfuerzo en el tiempo a través de las fases de un proyecto

Fuente: BID, 2016, pág. 21.

El hecho de que el mayor esfuerzo se dé durante la etapa de implementación conlleva a que también en esa fase se genere la mayor inversión de recursos financieros. En esta fase es cuando el proyecto demanda mayor inversión, requiriendo más materiales, personal y atención a cualquier incidencia que pueda surgir. Es por esto que la gestión del proyecto debe ser más intensiva durante esta etapa, pues están involucrados muchos factores que pueden afectar el desarrollo exitoso del mismo. Así, se convierte en una necesidad el poder administrar efectivamente el proyecto.

Una empresa o entidad gestiona la planeación y la ejecución de un proyecto a través de un sistema de gestión de proyectos. Este sistema permite definir las responsabilidades de cada persona involucrada, los canales de comunicación que se deben utilizar, los indicadores de desempeño de los proyectos, una guía de manejo de recursos, y las medidas de contingencia en caso de que sucedan imprevistos, entre otros.

La Organización Internacional de Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés), cuenta con la familia de estándares ISO 9000, la cual se refiere a pautas internacionales de administración. Estos permiten a una organización garantizar su habilidad de proveer productos y servicios que satisfagan las necesidades y expectativas de los clientes (ISO, 2009). Si bien no es necesario que una organización cuente con la certificación ISO 9000 para considerar que puede gestionar proyectos de manera satisfactoria, la norma se puede utilizar como una guía para elaborar y mejorar un sistema de administración.

El éxito de un proyecto "se mide por la calidad del producto y del proyecto, la oportunidad, el cumplimiento del presupuesto y el grado de satisfacción del cliente" (PMI, 2013, Tabla 1-1, pág. 8). Para lograr el éxito, se deben tomar en cuenta diversos aspectos, entre ellos se encuentran:

- Identificar las necesidades y expectativas del cliente
- Una adecuada planificación
- Una correcta conformación del equipo del proyecto
- Un control constante del progreso del proyecto
- Aplicación de experiencias adquiridas de proyectos anteriores
- Un adecuado manejo de los recursos
- Identificación de riesgos y aplicación de medidas preventivas

- Una comunicación constante y efectiva entre el equipo del proyecto

1.4.1.1. Áreas de conocimiento del PMI

El PMI define un área de conocimiento como “un conjunto completo de conceptos, términos y actividades que conforman un ámbito profesional, un ámbito de la dirección de proyectos o un área de especialización”. (PMI, 2013, pág. 60). Asimismo, define las siguientes áreas de conocimiento en la administración de proyectos:

- **Gestión de la integración:** Incluye los procesos “macro” necesarios para identificar, definir y coordinar los procesos y actividades de dirección del proyecto. Incluye actividades desde el inicio hasta el final de la vida del proyecto, como lo son el acta de constitución del proyecto, la dirección y gestión del proyecto, y el cierre del mismo.
- **Gestión del alcance:** Definen el trabajo que se requiere hacer para realizar el proyecto. Esto permite enfocar el trabajo a las actividades necesarias y evitar dispersiones en actividades que no están incluidas en el proyecto.
- **Gestión del tiempo:** Son los procesos necesarios para definir el plazo de ejecución del proyecto y para asegurar que se cumpla con ese plazo.
- **Gestión de los costes:** Son los procesos necesarios para definir los costos del proyecto y para asegurar que se cumpla con esos costos.
- **Gestión de la calidad:** Permite asegurar que los productos del proyecto cumplan con las características especificadas.
- **Gestión de los recursos humanos:** Son los procesos que organizan al equipo del proyecto
- **Gestión de las comunicaciones:** Son los procesos que permiten un intercambio oportuno de la información generada en el proyecto.
- **Gestión de los riesgos:** Permiten predecir y definir las posibles fuentes de riesgos de un proyecto, y tomar las acciones necesarias para minimizar estas fuentes.
- **Gestión de las adquisiciones:** Todo proyecto necesita adquirir recursos, materiales y equipos para su ejecución. Estos procesos se enfocan en que esas adquisiciones se den de manera oportuna y que esos recursos sean de buena calidad.
- **Gestión de los interesados:** Incluye los procesos que identifican a los individuos o grupos que se pueden ver involucrados con el proyecto.

1.4.1.2. Estructura de desglose del trabajo (EDT)

La EDT "es una descomposición jerárquica del alcance total del trabajo a realizar por el equipo del proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos." (PMI, 2013, pág. 132). Cada tarea se subdivide en otras tareas más específicas, facilitando el manejo y seguimiento del proyecto en general. Las tareas incluidas en una EDT se identifican mediante códigos que siguen el mismo orden jerárquico, de manera que todas las actividades están ligadas a un código único. Este sistema de codificación contribuye a dar un orden lógico a las tareas y subtareas, brindando una idea general sobre el orden en que se deben ejecutar, así como las dependencias que pueden existir entre ellas.

Elaborar una EDT para un proyecto no solo permite identificar cada tarea dentro del contexto general del proyecto, sino que también facilita la organización temporal de cada una de estas. Al tener una estructura de la manera en que se ejecutará el proyecto a través del tiempo, es posible identificar lo que se conoce como ruta crítica de proyecto. La ruta crítica consiste en la serie de tareas interrelacionadas que definen la duración mínima posible de un proyecto. Cualquier tarea o actividad que sea parte de la ruta crítica del proyecto se convierte en prioritaria, ya que un atraso en su ejecución conlleva a un atraso general en el proyecto, lo cual debe evitarse a toda costa.

Otra ventaja de las EDTs es que son una herramienta que puede utilizarse para hacer una distribución óptima de los recursos disponibles durante el plazo de ejecución del proyecto. De esta manera, es posible prever en qué momento es necesaria la adquisición de recursos como materiales, dineros, mano de obra, etc., además de visualizar en cuales casos podrían darse choques entre tareas que requieran los mismos recursos al mismo tiempo.

Existen una gran cantidad de programas informáticos que permiten crear y manejar EDTs para proyectos, creando a partir de ellas cronogramas de trabajo y diagramas de Gantt. Estos diagramas son representaciones gráficas de un cronograma, en los cuales es fácil ver la distribución de todas las actividades que componen un proyecto, indicando las fechas de inicio y finalización de cada una y del proyecto en general. Usualmente, en un diagrama de Gantt se resalta la ruta crítica de manera que sea fácilmente identificable para cualquier persona. Un ejemplo de un diagrama de Gantt se incluye en el Anexo 1.

1.4.1.3. Personas involucradas en la gestión de proyectos

Al conjunto de los individuos que participan activamente en la ejecución de un proyecto, desde su inicio hasta la finalización del mismo, se le conoce como equipo de proyecto. Dependiendo del tipo de proyecto, la estructura del equipo puede "variar ampliamente, pero una constante es el rol del director o gerente del proyecto como líder del equipo" (PMI, 2013, pág. 30 y 31). Según Quirós (2006), para un proyecto de construcción, el equipo está usualmente conformado por:

- Propietario: Interesado principal. Usualmente es el financista principal del proyecto.
- Desarrollador: Implementa el proyecto de principio a fin, coordinando los esfuerzos de los contratistas, consultores y demás involucrados con las expectativas del propietario.
- Director o gerente de Proyecto: Integra los esfuerzos dirigidos hacia la ejecución del proyecto.
- Consultor: Diseña y supervisa el proyecto.
- Contratista: Ejecuta el proyecto.

En la Figura 2 se ilustra la relación jerárquica que existe entre estos involucrados dentro de un proyecto.

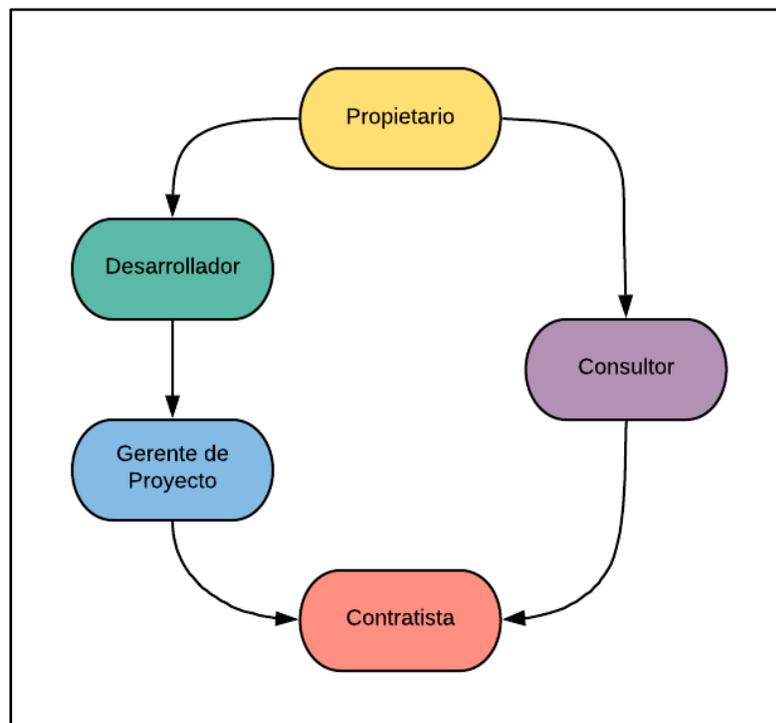


Figura 2. Relación entre las personas involucradas en la gestión de proyectos

En todo proyecto se debe dar un control continuo del progreso de la ejecución del mismo para garantizar que esta se lleve a cabo de manera exitosa y siguiendo las mejores prácticas y estándares. Este seguimiento debe ser realizado por parte de todos los miembros del equipo.

Típicamente, se acuerda realizar reuniones periódicas para el intercambio de ideas entre estas personas, las cuales, por lo general, se realizan semanalmente. Para estas, se suelen realizar minutas, las cuales son recopilaciones de los puntos más importantes que fueron discutidos, indicando las acciones que se acordó tomar y la persona responsable de ejecutar esas acciones. La minuta se envía a todas las personas involucradas de modo que exista un archivo de todos los puntos discutidos y que puedan ser revisados en futuras reuniones.

Desde un punto de vista de administración, el integrante más importante del equipo de proyecto es el gerente, que se define como "la persona autorizada para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto y lograr sus objetivos" (BID, 2016). El gerente del proyecto debe poseer una serie de características que le permitan ser un verdadero líder del equipo de proyecto, enfocando las habilidades y facultades de cada miembro hacia el éxito del mismo. Se requiere que esta persona sea un profesional con experiencia, el cual pueda tomar decisiones con criterio técnico, tomando en cuenta las opiniones y necesidades de cada persona involucrada para no solo obtener los resultados deseados, sino también evitar que se den conflictos entre las partes.

Una de sus responsabilidades fundamentales es la de facilitar la comunicación entre todas las partes, agilizando el intercambio de información para asegurar la eficiencia de los procesos. Además debe estar constantemente atento a identificar y plantear posibles soluciones a los problemas que surgen día a día en el proyecto. El gerente es responsable de buscar a las personas o los recursos que mejor se presten a satisfacer las necesidades del proyecto, buscando siempre el cumplimiento de los objetivos del mismo, optimizando tanto el tiempo como los recursos que se inviertan en resolver cada problema.

Asimismo, el gerente tiene la responsabilidad de identificar y gestionar a los interesados del proyecto (también conocidos con el anglicismo *stakeholders*). Los interesados del proyecto son todas aquellas partes, tanto internas como externas a la empresa u organización, que se ven involucradas, beneficiadas, perjudicadas, o de otra manera influenciadas por el proyecto

(PMI, 2013). La manera en que cada interesado interactúa con el proyecto debe ser considerada por el equipo de proyecto para gestionar los canales de comunicación, manejando las necesidades y expectativas de cada parte. El éxito de un proyecto depende de manera considerable de una buena gestión de los interesados. Para esto, el PMI propone clasificar a cada interesado dentro de la matriz de la Figura 3.

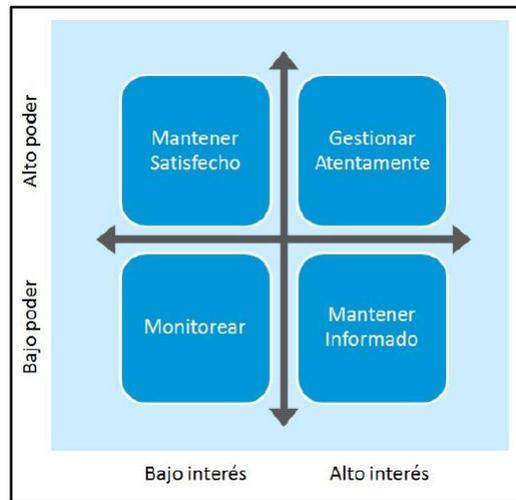


Figura 3. Matriz de clasificación de los interesados (*stakeholders*)

Fuente: PMI, 2013.

Esta matriz permite identificar a cuáles interesados es más importante mantener satisfechos. Por ejemplo, un interesado que pertenezca al primer cuadrante (Gestionar Atentamente), cuenta tanto con alto poder como con alto interés. Esto quiere decir que ese interesado en particular se ve afectado de manera considerable por el desempeño del proyecto, además de tener un grado de influencia considerable dentro de las decisiones que se toman dentro del proyecto.

Un ejemplo de este tipo de interesados en un proyecto de construcción es un inversionista mayoritario, el cual aporta un capital importante para que el proyecto pueda ejecutarse. Este interesado es de "alto interés" pues el éxito de la inversión depende del éxito del proyecto, de manera que si el proyecto no genera los beneficios esperados, el interesado de igual manera percibirá beneficios menores. Debido a esto, el equipo de proyecto debe darle un peso considerable a las sugerencias, opiniones y deseos de este interesado, ya que si este percibe que no se le está tomando en cuenta, puede tomar la decisión de retirar o disminuir su inversión, afectando gravemente el desarrollo del proyecto.

Un ejemplo de un interesado ubicado en el tercer cuadrante (Monitorear) es un vecino inmediato a la propiedad en la que se va a desarrollar un proyecto de construcción. Los vecinos usualmente no cuentan con algún poder de decisión dentro del proyecto, a menos de que estén involucrados directamente en él. De igual manera, no tienen un grado alto de interés en el proyecto ya que no van a percibir ganancias o beneficios directamente. Sin embargo, es importante monitorear con cierta frecuencia que los vecinos no se estén viendo afectados por la ejecución de la obra, ya que es deber de las empresas constructoras no ocasionar perjuicios a las personas aledañas al área de construcción. En estos casos, los vecinos pueden acudir a las autoridades locales, las cuales, dependiendo de la gravedad de la situación, pueden recurrir a medidas que van desde multas económicas hasta a órdenes de suspensión de obras.

De esta manera, la matriz de clasificación de los interesados se convierte en una herramienta útil para el manejo adecuado de la gran cantidad de personas que se ven involucrados en un proyecto. Depende del gerente de proyecto el saber cómo sopesar la importancia de cada interesado para así tomar las decisiones más beneficiosas para el desarrollo óptimo del proyecto.

En la Figura 4 se muestran las maneras en que se interrelacionan los interesados del proyecto.

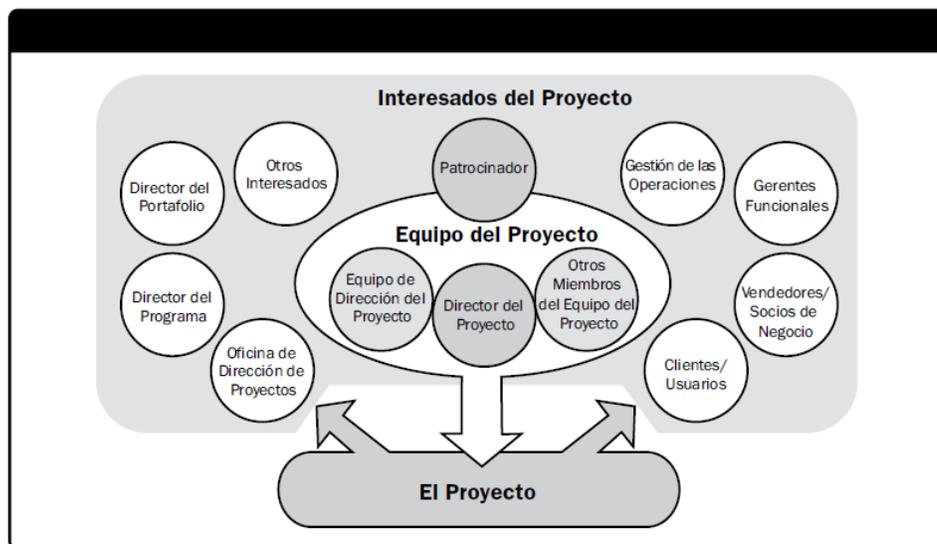


Figura 4. Relación entre interesados y el proyecto

Fuente: Guía del PMBOK, 2013, pág. 31

1.4.2. La comunicación dentro de un proyecto de construcción

En todo proyecto de construcción, es primordial que se dé una buena comunicación entre todas las partes involucradas, de manera que se genere información "con la calidad y en la cantidad adecuada, y que llegue en el momento preciso a los diferentes interesados" (BID, 2016, pág, 91). Por lo general, la comunicación se da entre tres entes separados, que deben trabajar en conjunto para que el proyecto sea llevado a cabo con éxito. Estos son: el cliente o dueño del proyecto, el diseñador de la obra, y la empresa constructora encargada de su ejecución.

Si bien es posible que se dé una buena comunicación entre estos tres involucrados, en proyectos más complejos usualmente intervienen oficinas de gerencia de proyectos. Estas tienen como responsabilidad el gestionar una comunicación efectiva entre las partes involucradas, centralizando y distribuyendo la información a quien la necesite.

En la Figura 5 se muestra la diferencia entre las estructuras de comunicación en proyectos que cuentan con una oficina de gerencia y los que no cuentan con ella.

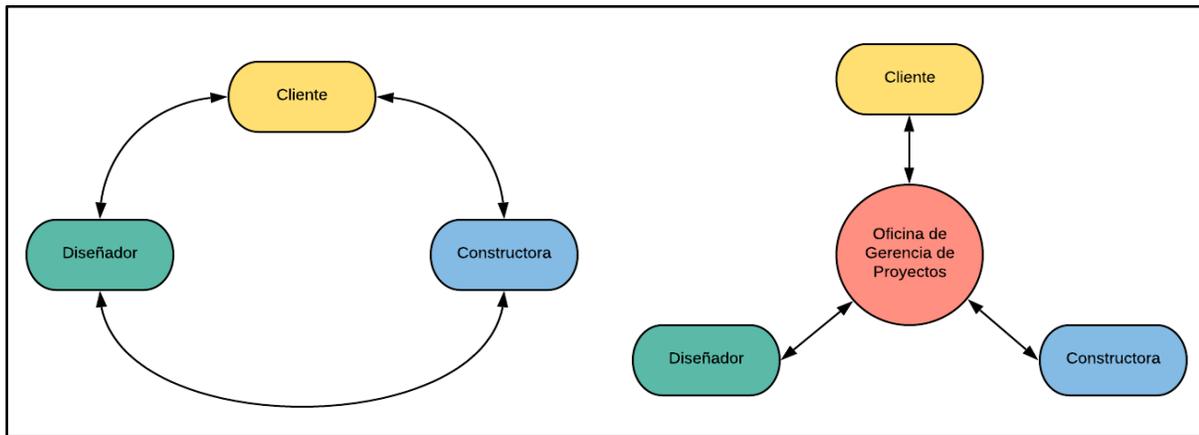


Figura 5. Estructuras de comunicación en proyectos, con y sin oficina de gerencia de proyectos

Una oficina de gerencia de proyectos debe velar por que las comunicaciones sean efectivas y oportunas, siguiendo los métodos, formatos y plazos establecidos. Debido a que cada uno de los interesados del proyecto tiene sus propios intereses, la gerencia debe también saber cómo evitar conflictos entre las partes y mediar entre ellas cuando sea necesario. Para esto, es importante definir los métodos de comunicación, además de cuáles serán los generadores y receptores de la información.

Es importante que cada una de las partes respete la estructura de comunicación definida, pues al no hacerlo, se corre el riesgo de que la información no sea recibida de manera oportuna por todas las personas que la requieren. Además, se pueden generar contradicciones en las que algunos involucrados manejan una versión anticuada u obsoleta de los hechos y otros manejan una versión más actualizada. Esto puede generar atrasos y gastos innecesarios en el proyecto, además de una pérdida de tiempo al tener que definir cuál de las versiones es la correcta.

1.4.3. Herramientas de las tecnologías de información para el manejo de proyectos

El término “tecnologías de información” (TI) se refiere al conjunto de recursos (tanto *hardware* como *software*) y procesos destinados a crear, procesar, almacenar e intercambiar cualquier tipo de datos.

La palabra *hardware* proviene del inglés, y se refiere al conjunto de recursos físicos relacionados con una actividad específica, la cual, en este caso es la computación. Se incluyen tanto los equipos computacionales y de telecomunicaciones como los componentes necesarios para su funcionamiento. Por su parte la palabra *software*, se refiere al “conjunto de programas, procesos y documentos relacionados con un sistema, especialmente un sistema computacional” (Merriam-Webster, 2017).

Ambos conceptos típicamente se utilizan para referirse a la totalidad de los recursos necesarios para el funcionamiento de un sistema computacional.

1.4.3.1. Redes de computadoras (Network)

Thomas (2007, pág. xvi) define una red como “un sistema de comunicación de datos que conecta entre sí sistemas informáticos situados en lugares más o menos próximos”. Las redes pueden ser de carácter local (*LAN*) o de área amplia (*WAN*), y se dividen en dos tipos: *intranet* y *extranet*.

Una *intranet* está definida como “una red de equipos que es interna a una organización y es compatible con aplicaciones de Internet” (González, 2007). Una intranet se caracteriza por no permitir el acceso de agentes externos a la organización a la que pertenece, de manera que puede estar completamente desconectada de Internet. Debido a esto, en una intranet se puede manejar información confidencial de una empresa de manera segura.

Una *extranet* es una parte de una intranet que puede ser vista y utilizada por terceros, esto es, personas ajenas a la organización, típicamente a través de Internet. La diferencia más notable entre intranet y extranet es quién tiene acceso a la información.

1.4.3.2. Plataforma virtual

Una plataforma virtual, dentro del contexto del presente trabajo, es un espacio, alojado ya sea en Internet o en un servidor dedicado, en el que algunos de los programas de administración de proyectos existentes permiten al usuario alojar información. De esta manera, la información puede ser visualizada desde prácticamente cualquier lugar, y por cualquier persona que tenga la facultad de acceder a esa plataforma. Algunas plataformas también ofrecen servicios de mensajería, realización de conferencias por audio o video, y actualización en tiempo real de documentos.

1.5. Descripción de la metodología

La metodología seguida para el desarrollo del presente trabajo se describe detalladamente a continuación:

1.5.1. Búsqueda de antecedentes

Primeramente, se realizó una búsqueda de antecedentes para el trabajo propuesto. Esto es, se estudiaron casos tanto a nivel internacional como nacional, en los que se implementaron programas de administración de proyectos en empresas tanto públicas como privadas. El objetivo de esta búsqueda fue determinar las posibles ventajas y desventajas del uso de estos programas, de manera que se pudieran considerar a la hora de diseñar el plan de implementación.

Para esto, se utilizó como fuente primaria de información la quinta edición de la *Guía del PMBOK*. También se recurrió a la base de datos del Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información (SIBDI) de la Universidad de Costa Rica, la cual cuenta con una gran cantidad de documentos, libros, revistas y demás que fueron de utilidad para este trabajo. Esto se apoyó adicionalmente con recursos disponibles en Internet.

1.5.2. Entrevista

Para definir cuál programa se utilizaría en este trabajo, primeramente, se establecieron las necesidades de dos partes específicas, a saber: la empresa interesada y el gremio de la construcción en general. Para esto se realizó una entrevista, la cual tomó en consideración

las opiniones tanto de personas que hayan tenido experiencia en el uso de *software* de administración de proyectos como de personas que no los hayan utilizado. A partir de esta entrevista se determinó qué aspectos positivos y negativos han tenido los programas de administración de proyectos que se han implementado en el gremio. Se realizaron entrevistas tanto con representantes de la empresa constructora interesada como con profesionales del gremio, especialmente ingenieros de otras empresas.

1.5.3. Elección del programa a implementar

Seguidamente se elaboró un cuadro comparativo entre varios programas de administración de proyectos disponibles. Para determinar los aspectos a evaluar en este cuadro se analizaron las respuestas a las entrevistas realizadas. A partir de las páginas oficiales de Internet de cada programa se obtuvieron las características de los *software*. Adicionalmente, existen sitios web en donde tanto usuarios como expertos comparan y califican los programas, por lo que también se extrajo información de este tipo de páginas.

A partir de este cuadro comparativo se decidió cuál programa implementar.

Los programas de administración de proyectos que se evaluaron son los siguientes:

- *AceProject*
- *O4Bi*
- *Procore*
- *Viewpoint*
- *Wrike*

1.5.4. Diseño del plan de implementación

Una vez definido el programa a implementar, se procedió con el diseño del plan de implementación dentro de la empresa. Este diseño constó de las etapas siguientes:

1.5.4.1. Inversión económica

Para definir la inversión económica necesaria para utilizar el programa, se contactó directamente a los desarrolladores del *software*, los cuales solicitaron información acerca del tamaño de la empresa y de la magnitud de los proyectos que se manejan. A partir de esta información, los desarrolladores ofertaron un monto a pagar por el uso del programa.

1.5.4.2. Adquisición de equipos

Una vez definidos los recursos requeridos, se pudo concluir que no sería necesaria la adquisición de equipos especiales para utilizar el programa. Esto debido a que la herramienta opera en cualquier navegador web y por lo tanto únicamente requiere una conexión a Internet.

1.5.4.3. Plan de capacitación del personal

Se necesitó dedicar cierta cantidad de tiempo a la capacitación del personal que utilizaría el *software*. Se impartieron dos reuniones a las cuales asistieron los profesionales involucrados, las cuales se vieron limitadas por la necesidad de no interrumpir las labores de estos profesionales ni el funcionamiento normal de la empresa.

1.5.5. Evaluación de viabilidad del programa

La viabilidad de la implementación del programa elegido se basó en los siguientes aspectos primordiales:

1.5.5.1. Viabilidad económica

El costo es una medida importante de la viabilidad pues cualquier empresa debe asegurarse durante cada período tener un flujo de caja positivo, que permita el pago de las responsabilidades (salarios, cargas sociales, deudas, etc.). Si la inversión económica necesaria para implementar el plan afecta las finanzas de la empresa en demasía, esta puede incurrir en deudas con otras entidades o con sus empleados, además de dificultar la adquisición de materiales, alquiler de equipos y demás actividades necesarias para asegurar el progreso de los proyectos que se estén llevando a cabo.

Debido a esto, se debió evaluar la viabilidad de pagar la licencia de *Viewpoint* mensualmente por un plazo indefinido.

1.5.5.2. Viabilidad temporal

La viabilidad temporal de la implementación de *Viewpoint* dependía de que el período de capacitaciones al personal no se extendiera por demasiado tiempo. Si bien resultaba necesario que el personal se pudiera familiarizar con las funciones y características del programa, también era necesario comenzar expeditamente a implementarlo en cada proyecto, por lo que estas capacitaciones debían darse en un plazo corto. También se debió

considerar que de igual manera se debía capacitar a los consultores y demás personas involucradas, lo cual de igual manera requeriría un plazo definido.

1.5.5.3. Viabilidad técnica

Para evaluar la viabilidad técnica de la implementación de la herramienta de administración de proyectos se consideró la complejidad del proceso de capacitación, tanto para el personal de la empresa como para personas terceras que fueran a utilizarlo, como lo son los consultores y contratistas.

1.5.6. Validación del programa seleccionado

Para determinar si el programa cumplía con las necesidades requeridas, éste se implementó en un proyecto de construcción.

Durante este período, se deseaba tomar nota de varios indicadores del desempeño del programa y el grado de satisfacción del usuario, como lo son: facilidad de uso, cumplimiento de funcionalidades requeridas, agilización de la comunicación entre las partes. Especialmente importante resultó la comparación de resultados con los procesos utilizados en la empresa antes de la implementación de la herramienta, ya que, de no percibirse una mejoría o reducción en la duración de estos procesos, no se podría justificar el uso del programa.

Por otro lado, el éxito de la implementación del programa también se evaluó a partir de la aceptación que recibió el mismo de parte de los usuarios. Es importante que una herramienta de administración de proyectos genere una buena impresión en el usuario, de manera que éste perciba una facilitación en los procesos de los cuales debe participar. Caso contrario, se dará una reticencia a utilizar el programa que puede conllevar a que estos procesos no mejores y hasta puedan llevar a retrasos.

1.5.7. Comparación con uso de programas similares en otra empresa

Debido a que en años recientes ha incrementado el uso de este tipo de programas dentro de las empresas constructoras, resulta importante considerar las lecciones aprendidas de los procesos de implementación que estas hayan realizado. Esto sirve para evitar caer en errores que ya se hayan cometido a la hora de incorporar el uso de un programa de administración de proyectos, además de poder incluir aspectos que hayan sido exitosos. Se programó una entrevista con representantes de otra empresa constructora, la cual utiliza un programa

similar al elegido. El motivo de esta fue conocer aspectos de la implementación del programa, y evaluar qué tan satisfactorio ha sido en el período en que se ha utilizado.

1.5.8. Análisis de resultados

El éxito de la implementación de un programa informático recae en la aceptación que exista de parte de los usuarios una vez que han tenido la oportunidad de familiarizarse con él. Si la mayoría de los usuarios perciben que el programa contribuye a agilizar los procesos, y además, que es fácil de utilizar, se puede decir que tanto el programa como su implementación en el proyecto fueron exitosos. Por otra parte, si existe una reticencia generalizada de parte de los usuarios a adaptarse al programa, probablemente sea una señal de que debe buscarse una solución alternativa. Es por esto que después del período de evaluación del uso del programa, se estudió la respuesta que hubo de parte de los usuarios, tomando en cuenta las opiniones de los mismos, y la aceptación que hubo a su utilización, incluyendo un análisis de las posibles razones que se dieron para que el programa tuviera esa aceptación.

1.5.9. Conclusiones y recomendaciones

Una vez analizados los resultados obtenidos, es importante verificar el cumplimiento de los objetivos planteados inicialmente, esto para corroborar que el trabajo se realizó de manera correcta y que podrá contribuir a la mejora general del gremio de la construcción, siendo un modelo de implementación de *software* de administración de proyectos para otras empresas.

Paralelamente, se realizaron una serie de recomendaciones, basadas en las circunstancias observadas a través de la elaboración del trabajo. Estas recomendaciones van dirigidas a la empresa interesada, a otras empresas constructoras, a las instituciones de la industria de la construcción en el país, y a la escuela de ingeniería civil.

En la Figura 6 se muestra una representación esquemática de la metodología descrita anteriormente.

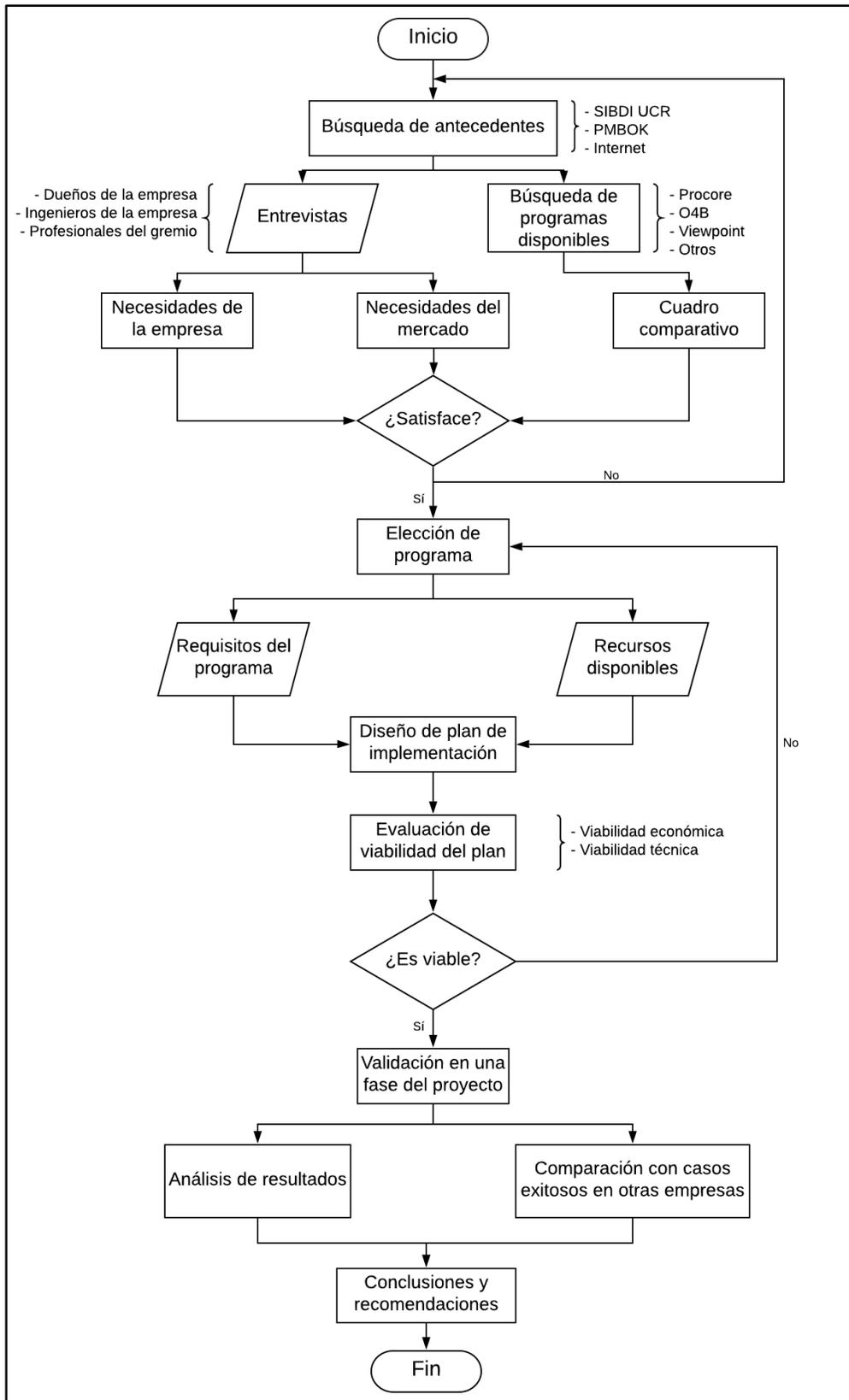


Figura 6. Esquema metodológico del proyecto

CAPÍTULO 2. ELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA A UTILIZAR

2.1. Entrevista a profesionales del gremio

El objetivo principal de la entrevista fue determinar las características más importantes que puede tener un *software* de administración de proyectos, a partir de las experiencias de profesionales del gremio. Es importante tomar en cuenta las opiniones de personas que hayan utilizado programas de este tipo como las que no lo han hecho. Es por esto que la entrevista se diseñó de manera que ambos grupos pudieran aportar la información más relevante para este trabajo. Esta entrevista fue aplicada a un grupo de cinco profesionales en ingeniería civil de diversas empresas constructoras, los cuales, al momento de la entrevista, desempeñaban funciones ya sea como asistentes de ingeniería en proyecto o como ingenieros residentes en proyecto.

Primeramente, se solicitaron algunos datos para determinar el perfil del individuo entrevistado. Especialmente importante resultó la experiencia de la persona en años, ya que, al haber desempeñado su profesión durante un período considerable, se puede asumir que ha lidiado con varias situaciones en las que un *software* de administración de proyectos ha sido o podría haber sido útil.

La segunda parte de la entrevista se hizo dirigida a aquellos que ya hayan utilizado algún programa de administración de proyectos. El objetivo de esta sección fue determinar cuáles son las funciones más útiles que tienen los programas disponibles en el mercado para, de esta manera, incorporarlas a la lista de características deseadas. Como información adicional, también se preguntó acerca de los procesos de capacitación del uso del *software*.

Cuando la persona entrevistada no había tenido la oportunidad de utilizar un programa de administración de proyectos, se les pidió contestar la tercera sección de la entrevista. A partir de las preguntas planteadas, se deseaba conocer acerca de los procesos y medios que se utilizan en las empresas que no utilizan programas de administración de proyectos, además de medir la opinión de la persona consultada en cuanto a la efectividad de estos.

Finalmente, se incluyó una serie de funciones que podría tener un *software*, para que cada entrevistado indicara la importancia que representan estas funciones, en una escala del 1 al 10.

En el Anexo 2, se muestra el formulario de la entrevista, en la versión que se presentó a los consultados.

A partir de las encuestas realizadas, se pudo obtener información valiosa para el desarrollo del presente trabajo, la cual se detalla a continuación.

- La mayoría de los entrevistados ha trabajado en algún momento con algunos programas de administración de proyectos, especialmente *Procore*.
- El uso de este tipo de *software* es relativamente reciente en las empresas, ya que han sido implementados dentro de la última década.
- Las empresas en las que trabajan los profesionales encuestados realizaron capacitaciones a sus empleados en cuanto al uso de los *software* que se implementan, sin embargo, estas capacitaciones no fueron numerosas, siendo por lo general menos de cinco en total.
- Todos los encuestados consideran que el uso de programas de administración de proyectos ha sido beneficioso para las empresas.
- Las funciones que se consideran más importantes para un *software* de administración de proyectos incluyen: creación y seguimiento de cronogramas, estimación y control de costos, portabilidad en dispositivos móviles y la agilización de la comunicación entre los individuos.

2.2. Comparación entre *software* disponibles

En el Cuadro 1 se muestra una comparación entre las características más relevantes de algunos *software* de administración de proyectos disponibles. Mediante esta comparación, se pudo determinar cuáles programas eran más adecuados para este proyecto. Se consideró que existían varias características importantes a la hora de realizar esta comparación, las cuales incluyen el costo mensual, el almacenamiento de archivos y documentos, así como la manera de automatizar el flujo de la información a los diversos usuarios.

Cuadro 1. Cuadro comparativo de *software* de administración de proyectos

<i>Software</i>	<i>O4Bi</i>	<i>Procore</i>	<i>AceProject</i>	<i>Wrike</i>	<i>Viewpoint</i>
Versión gratuita	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Costo aproximado	N/D	\$800 /mes	\$24 /mes	\$9,80 /mes	\$800 /mes
Modo de acceso	Internet	Internet	Internet	Internet	Internet
Almacenamiento y envío de documentos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Software	O4Bi	Procore	AceProject	Wrike	Viewpoint
Asignación de permisos a usuarios	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Flujos de trabajo	No	No	No	No	Sí
Control de recursos	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Elaboración de reportes	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Proyecciones	No	Sí	Sí	Sí	No
Uso simultáneo por varios usuarios	Sí	Sí	No	Sí	Sí

2.3. Elección del programa a implementar

Al momento del inicio del presente trabajo, la empresa involucrada expresó un interés en implementar el uso del programa *Viewpoint*. Esto se debe a que deseaban contar con un método eficiente para manejar la información general de los proyectos, especialmente la gestión de solicitudes de aprobación de materiales y de información. La decisión de utilizar un programa de este tipo se dio luego de una serie de evaluaciones internas en las que se determinó que no se llevaba un control adecuado de estas solicitudes. Especialmente en el caso de proyectos grandes, se pueden generar una gran cantidad de SAMs y SDIs, por lo que para los ingenieros de la constructora se dificulta la labor de darle seguimiento a todos ellos, y de saber cuáles han sido respondidos y cuáles no.

A través de evaluaciones de lecciones aprendidas en proyectos pasados, la empresa había detectado varios casos en los cuales el no darle el correcto seguimiento a alguno de estos documentos había llevado a atrasos o a discrepancias con los inspectores, los cuales podrían haber sido evitados si se hubiera obtenido una respuesta oportuna. Estas situaciones no solo pueden afectar la ejecución del proyecto, sino que también pueden afectar negativamente la imagen de la empresa, dando la impresión de que la información no se maneja de manera ordenada.

A través de la utilización de un programa de administración de proyectos, el error humano provocado por el gran número de documentos que se deben manejar, puede ser mitigado. Además, estos *software* aportan una serie de valores agregados, como lo es la consistencia

en los procesos de la empresa. Si la herramienta brinda resultados positivos en cuanto a su aceptación por parte de los usuarios y el cumplimiento de expectativas, el siguiente paso lógico es el de generalizar su utilización en todos los proyectos que se vayan a ejecutar. De esta manera, los procesos que se van a seguir en cada uno de ellos serán consistentes, además que contribuirá a un orden establecido para manejar y almacenar la información importante de cada proyecto.

Según un representante de la empresa constructora, quien participó en el proceso de selección e implementación del programa, la referencia de *Viewpoint* se encontró en Internet, a partir de un interés en almacenar y gestionar documentos importantes. Se comparó este programa con *Procore*, el cual es un *software* similar, pero más reconocido dentro del ámbito nacional.

De acuerdo con este representante de la empresa, el tema de las funciones con las que cuenta cada programa fue lo que más influyó en la elección de uno sobre el otro. Esto debido a que la empresa ya contaba con otros *software* para cumplir con algunas de sus necesidades, las cuales se traslapaban con algunas de las funciones de *Procore*, por lo que utilizar este programa hubiera representado un desaprovechamiento de las funcionalidades que ofrece. Además, una de las funciones características de *Viewpoint* es la de la elaboración de flujos de trabajo (explicado en la siguiente sección de este documento), lo cual para la empresa resultó sumamente atractivo. En cuanto a presupuesto, ambos *software* se ajustaban a lo disponible en ese momento, por lo cual el tema de costo no resultó influyente para diferenciar entre los dos.

Con la implementación de *Viewpoint*, la empresa buscaba percibir una serie de beneficios que ayudaran no solo a mejorar los procesos de comunicación e intercambio de documentos dentro de los proyectos, sino también la imagen de la empresa dentro del gremio. Estos beneficios esperados se pueden resumir en la siguiente lista:

- Agilizar el proceso de envío y aprobación de SAMs y SDIs.
- Facilitar la gestión y el seguimiento de estos documentos, permitiendo llevar un mejor control del estado de los mismos de manera ordenada.
- Disminuir el riesgo de errores humanos a la hora de manejar SAMs y SDIs.

- Evitar que se den situaciones que puedan afectar negativamente la reputación de la empresa debidas al mal manejo de documentos importantes.
- Almacenar de manera segura la información importante de los proyectos en la plataforma, de manera que no pueda ser vista por personas externas; además de que aporta un respaldo de toda esta documentación.
- Implementar la herramienta a nivel general, de manera que pudiera utilizarse en todos los proyectos a cargo de la empresa, brindando consistencia a la manera en que se ejecutan los procesos.

2.4. Descripción del *software* a implementar

El programa *Viewpoint para Proyectos* es una *extranet* alojada en Internet, por lo que se puede acceder a él mediante cualquier navegador de Internet (*Google Chrome, Mozilla Firefox, Apple Safari*, etc.). Desarrollado por la empresa del mismo nombre, es un software especializado para la industria de la construcción, el cual posee una amplia gama de funciones enfocadas a brindar herramientas de apoyo a la administración de proyectos que permitan incrementar la productividad de los mismos. Esta plataforma se puede utilizar con cualquier dispositivo que tenga acceso a Internet como computadoras, teléfonos móviles, *tablets* y demás.

En la Figura 7 se puede observar la interfaz general del programa.

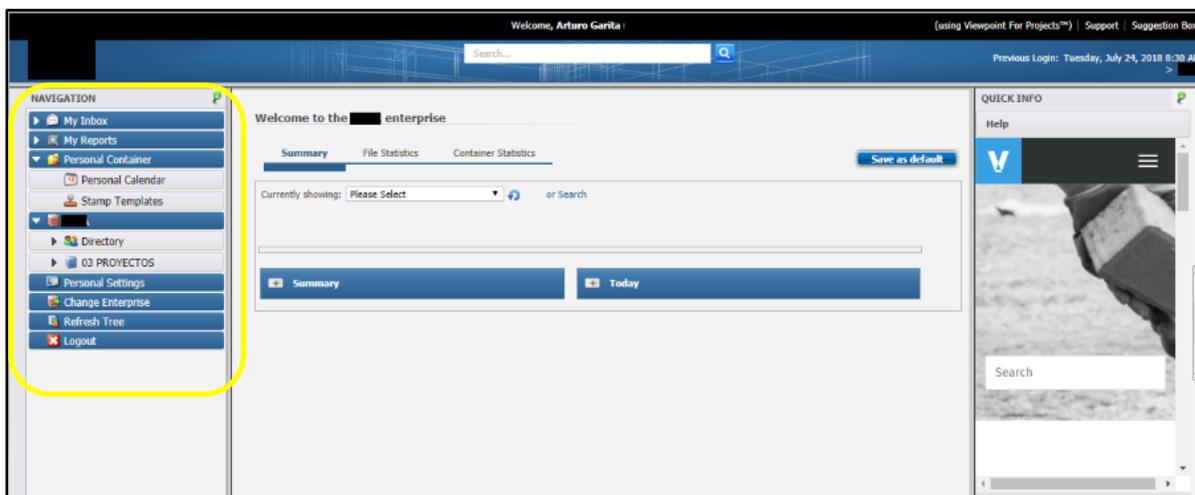


Figura 7. Interfaz general de *Viewpoint*

Al lado izquierdo de la interfaz se encuentra un “árbol” de navegación, mediante el cual el usuario se puede desplazar con rapidez entre varios proyectos, o entre varias carpetas (llamadas “contenedores”) dentro de un proyecto.

En la Figura 8 se muestra un ejemplo del árbol de navegación de *Viewpoint*.

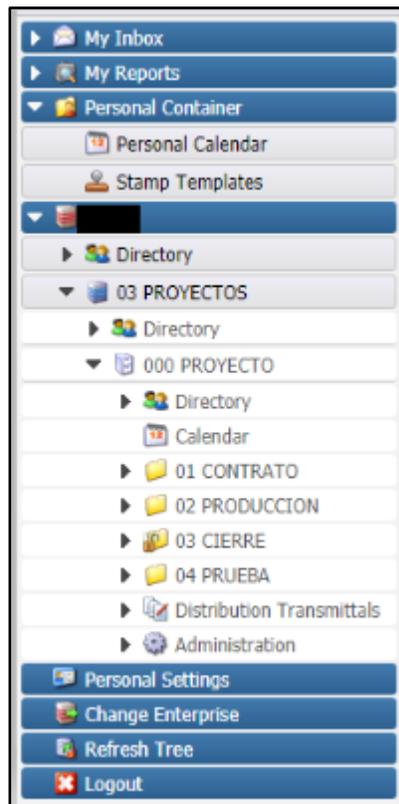


Figura 8. Árbol de navegación

El programa permite la creación de proyectos, los cuales corresponden a cada una de las obras de construcción que se estén manejando en el momento. Dentro de cada proyecto, se pueden crear “contenedores” o carpetas, a los que se les puede asignar cada uno de los tipos de información que se va a almacenar en ellas, por ejemplo: solicitudes de información (SDIs), solicitudes de aprobación de materiales (SAMs), órdenes de cambio, etc.

En la Figura 9 se muestran algunos contenedores que se definieron para un proyecto genérico, el cual se utilizó como ejemplo en las capacitaciones impartidas al personal de la empresa.

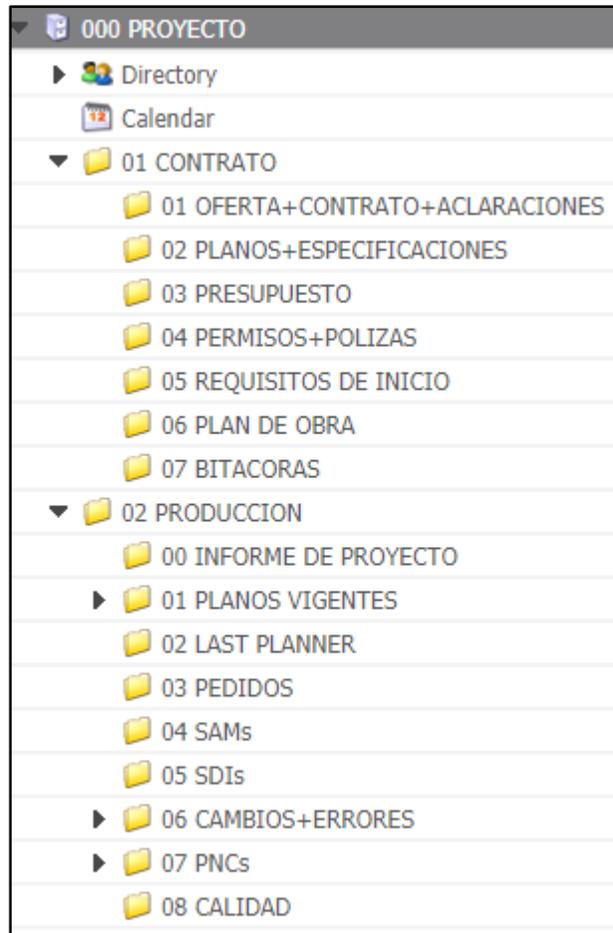


Figura 9. Contenedores creados para un proyecto genérico en *Viewpoint*

Una característica importante del *Viewpoint* es que permite crear direcciones de correo electrónico asignadas a algún contenedor, a las cuales se puede enviar la información, y el programa se encarga automáticamente de almacenar esa información recibida dentro del contenedor indicado. El propósito principal de estas direcciones de correo es la de recibir información de terceros, esto es, personas que no tienen acceso al programa.

Para que un usuario pueda acceder a la plataforma de un proyecto, debe ser invitado. Esta invitación puede ser emitida por un administrador de la plataforma, o por otro usuario que tenga la potestad de invitar usuarios nuevos. Esta invitación se envía por correo electrónico, y al ser aceptada, se le solicita al nuevo usuario su información (nombre, empresa para la que trabaja, posición dentro de la empresa, etc.).

En la Figura 10 se muestra lo que verá un nuevo usuario de *Viewpoint* al aceptar una invitación.

The screenshot displays a user registration form with two main sections: 'Personal Details' and 'Login Details'.

Personal Details:

- Title*: Please Select... (dropdown menu)
- Forename*: Arturo (text input)
- Surname*: Garita (text input)
- Profile Name*: Arturo Garita1 (text input)
- Job Title: (text input)
- Organisation: (text input, partially obscured by a black box)
- Organisation Type*: Please select... (dropdown menu)
- Responsibility Area*: Please select... (dropdown menu)
- Select this check box if you wish to receive future Viewpoint correspondence and marketing emails:

Login Details:

- Username*: (text input, partially obscured by a black box)
- Password*: (text input)
- Confirm Password*: (text input)

Policy Name: Low

Requirements:

Warning: Setting a password with a Low Strength is not allowed. Password must be at least 8 characters long and must contain character sets of [A-Z] and [a-z].
/>It also must not be a common password or keyboard sequence.

Figura 10. Información solicitada a los nuevos usuarios de *Viewpoint*

El programa solicita al usuario su información básica para identificarlo dentro de la plataforma, además de solicitar una contraseña para volver a ingresar en el futuro.

Cada usuario será asignado a un grupo de seguridad. Un grupo de seguridad es uno o varios usuarios que poseen características similares dentro de un proyecto (p. ej. gerente del proyecto, ingeniero residente, ingenieros inspectores, bodeguero, etc.). Para cada uno de estos grupos se establece una serie de privilegios de acceso a la información y capacidades para modificar archivos. El poder distribuir a los usuarios en grupos de seguridad permite agilizar al administrador el proceso de conceder los permisos respectivos a cada persona.

De manera similar, se pueden conformar grupos de distribución. Esto es, que cuando el programa recibe alguna información, inmediatamente la distribuye a las personas a las que les pueda ser útil, dependiendo del contenedor en el que sea almacenada esa información.

Adicionalmente, *Viewpoint* posee una función de flujos de trabajo. De esta manera se puede automatizar el proceso que llevará la información una vez que sea incorporada al programa. Por ejemplo, se puede programar que una solicitud de aprobación de materiales sea enviada automáticamente al inspector respectivo, le dé seguimiento a la respuesta del inspector, e

informe al usuario en el momento en que se recibió esa respuesta. Esto permite agilizar tanto el flujo de la información, como la toma de decisiones con base en esa información.

En la Figura 11 se muestra un ejemplo de un flujo de trabajo elaborado en *Viewpoint*. Este flujo de trabajo tiene el propósito de automatizar el proceso de aprobación de SAMs, de manera que pueda ejecutarse completamente dentro de la plataforma, desde el momento en que el SAM es enviado al inspector, pasando por su revisión y aprobación, y finalizando en el almacenamiento del formulario aprobado. Este flujo de trabajo reemplazaría el proceso utilizado usualmente, en el cual el SAM se envía al inspector mediante correo electrónico, y la respuesta del inspector es recibida por el mismo medio.

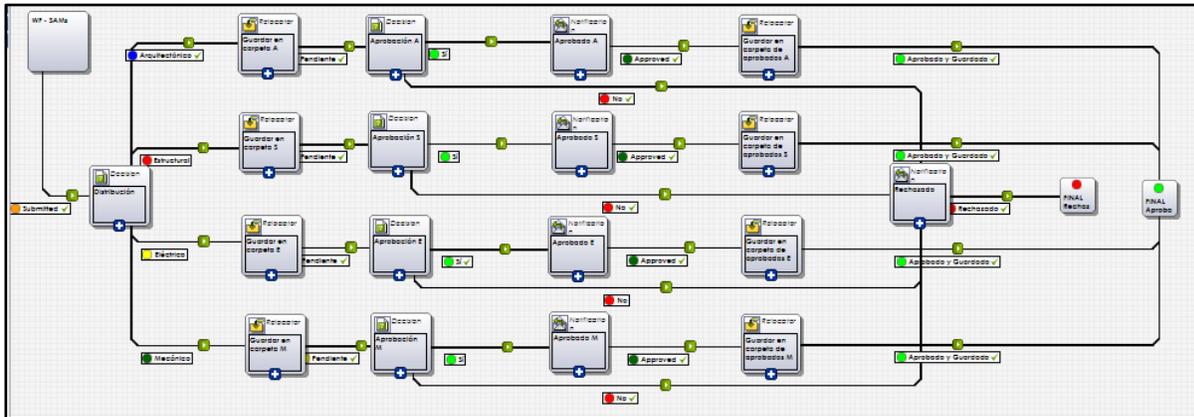


Figura 11. Flujo de trabajo en *Viewpoint*

En la figura anterior, el primer paso del flujo es la casilla de la esquina superior izquierda. Al cargar un SAM al contenedor respectivo se inicia el flujo, el cual tiene cuatro ramas diferentes. En la Figura 9 se muestran los primeros tres pasos de este flujo.

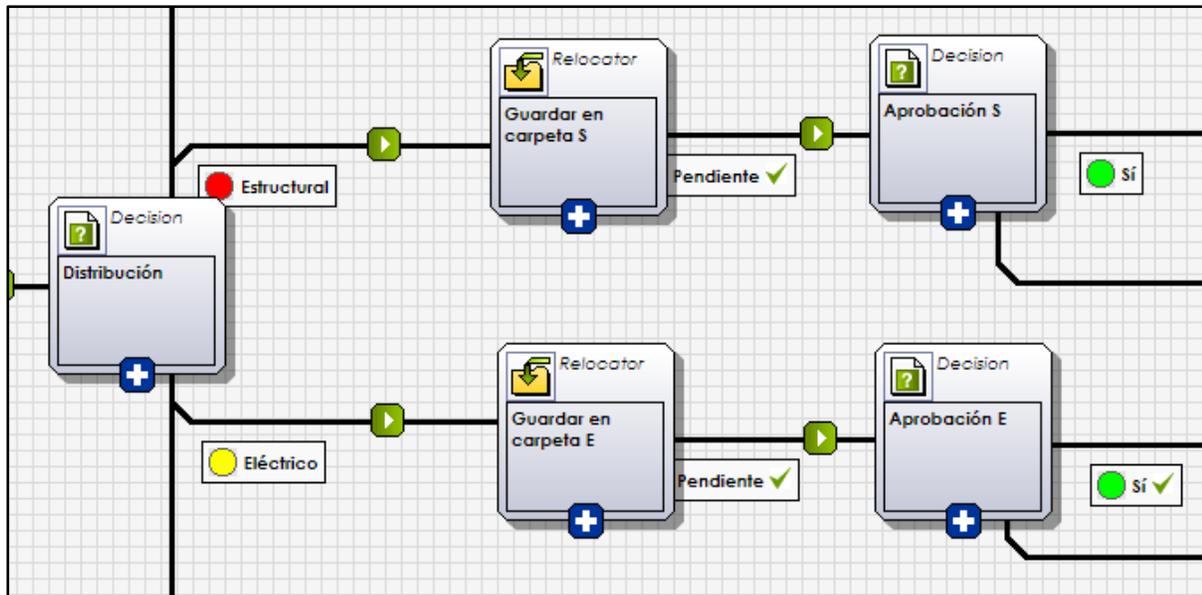


Figura 12. Primeros pasos del flujo de trabajo para SAMs

El primer paso es la casilla de decisión "Distribución"; esta casilla solicita al usuario indicar el área de especialización del SAM que será enviado, ya sea arquitectónico, estructural, mecánico o eléctrico. Una vez seleccionado el tipo, se procede al siguiente paso, el cual es una casilla de relocalización. Esta casilla se encarga de almacenar el documento en el contenedor asignado para los SAMs de cada área.

Una vez almacenado el documento, el flujo continúa con la casilla de decisión "Aprobación". En este paso, el programa envía un correo electrónico al inspector correspondiente donde se le indica que puede revisar el SAM, y provee un enlace para poder hacerlo. Una vez que el inspector ha podido visualizar el documento, se le pregunta si aprueba el material o equipo indicado. El inspector procede a emitir su voto, a lo que el flujo continúa con los siguientes pasos, los cuales se muestran en la Figura 13.

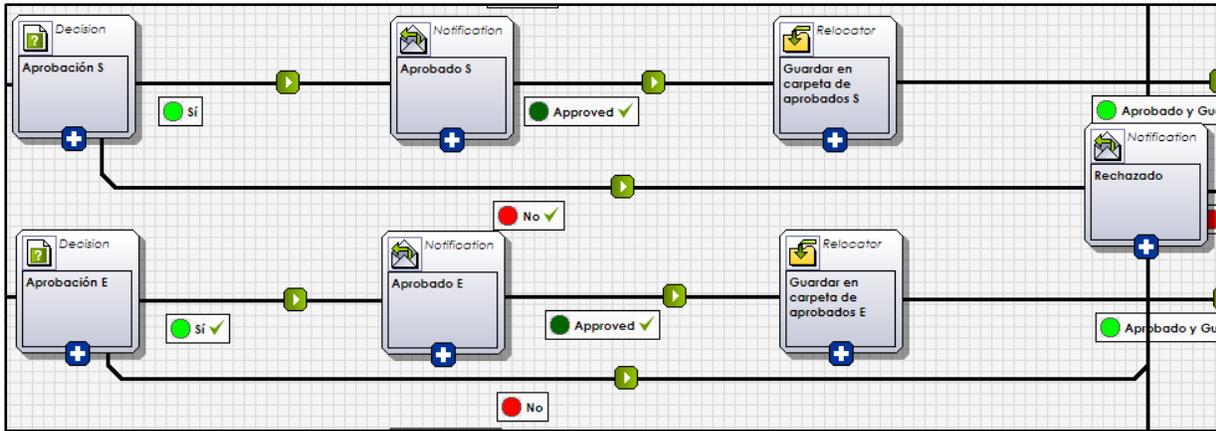


Figura 13. Siguintes pasos del flujo de trabajo para SAMs

Dependiendo del criterio emitido por el inspector, se procede a una de dos casillas de notificación, las cuales se encargan de informar al usuario que emitió el SAM si éste fue aprobado o rechazado. En caso de ser aceptado, el documento es relocalizado a un contenedor dedicado a los SAMs aprobados. Si el SAM es rechazado, se envía una notificación al responsable y el flujo de trabajo finaliza. Realizados estos pasos, se considera que el flujo de trabajo ha terminado. Esto se indica mediante nodos de finalización, los cuales se pueden observar en la Figura 14.

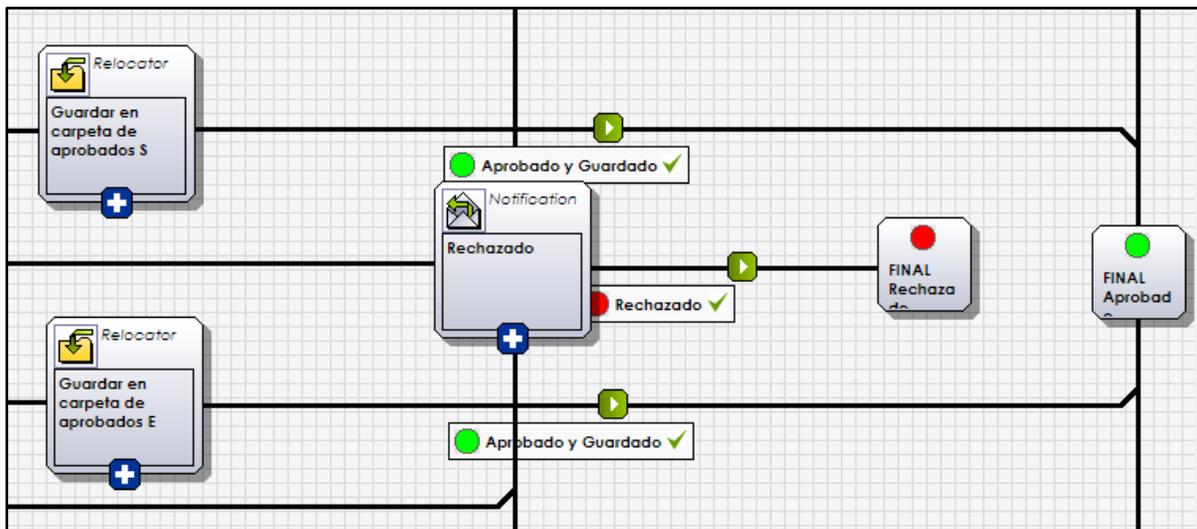


Figura 14. Nodos de finalización del flujo de trabajo para SAMs

El *software* también mantiene un historial para todos los proyectos, contenedores, documentos y demás que se hayan almacenado. Esto es, un registro desde la creación del ítem hasta el presente, donde se identifica a todos los usuarios que han interactuado con él y

en qué momento lo hicieron. Además, se conserva un registro de todas las versiones que han existido de un elemento. De esta manera, se pueden consultar las versiones anteriores y saber con facilidad cuándo fueron modificadas y quién lo hizo. Esto facilita el control del proyecto y el seguimiento a las labores asignadas.

Otra función de utilidad que posee el programa es que permite visualizar documentos y archivos y hacer anotaciones sobre ellos de manera rápida. Estas anotaciones se pueden guardar, y pueden ser visualizadas por los demás usuarios en cualquier momento.

Adicionalmente, a los documentos alojados en la plataforma se les asigna un estado. De esta manera, se puede identificar cada documento, dependiendo de si ya está aprobado, si está pendiente su aprobación o si es solamente una información para los usuarios.

2.5. Documentos y plantillas para utilizar con el *software*

Aprovechando la capacidad del programa *Viewpoint* para almacenar y distribuir documentos, se diseñaron una serie de plantillas, con el objetivo de aportar a la empresa algunas posibilidades de aprovechamiento del *software* que aumentarían los beneficios que se fueran a percibir a futuro. El tipo de plantillas que se crearon se definieron a partir de las respuestas a las encuestas realizadas a profesionales del gremio. Estos documentos se detallan a continuación.

2.5.1. Minuta de reunión

Es un registro de los asuntos discutidos en una reunión. Se deciden acciones que se deben tomar y se asignan responsables de ejecutar esas acciones. Para facilidad de lectura, se dividen los asuntos por especialidad (i.e. aspectos arquitectónicos, estructurales, electromecánicos, administrativos, etc.). Ver Anexo 3.

2.5.2. Planilla semanal

En la mayoría de los proyectos de construcción, los salarios de operarios, peones, carpinteros, y demás trabajadores se calculan con base en la cantidad de horas que hayan trabajado durante la semana. Para esto, se lleva un control diario de la hora de ingreso y de salida de cada trabajador, y al final de cada semana se reportan las horas trabajadas por todos los trabajadores. Ver Anexo 4.

2.5.3. Solicitud de información (SDI)

Constituye un documento formal mediante el cual la empresa constructora puede hacer una consulta ya sea a la inspección, al propietario o al diseñador. Típicamente se establece en el contrato que los SDIs son fuentes de información de carácter oficial, de manera que lo que en ellos se indique, debe ser cumplido para el proyecto en cuestión. Ver Anexo 5.

2.5.4. Solicitud de aprobación de materiales y equipos (SAM)

Constituye un documento formal mediante el cual la empresa constructora puede someter a aprobación de la inspección o el propietario un material o equipo que se vaya a utilizar en el proyecto. El SAM se debe elaborar aún para materiales o equipos que hayan sido indicados en el cartel de licitación, de manera que el inspector pueda cerciorarse de que se están utilizando productos que cumplen con las características requeridas por el proyecto. Típicamente se establece en el contrato que los SAMs son fuentes de información de carácter oficial, de manera que lo que en ellos se indique, debe ser cumplido para el proyecto en cuestión. Ver Anexo 6.

2.5.5. Transmisión de información

También conocido como *transmittal*. Consiste en una constancia escrita de emisión y recepción de información. Al enviar documentos importantes a alguno de los interesados del proyecto, el emisor de la información adjunta un documento en el que hace constar la fecha en que fue enviada, y precisamente qué tipo de información está contenida en el documento. El receptor tiene el deber de firmar el *transmittal*. De esta manera, es posible evitar malentendidos entre las partes. Ver Anexo 7.

2.5.6. Lista de verificación

También conocida como "*Punchlist*". Una manera de asegurar la calidad de un proyecto es llevar una lista de verificación para cada una de las actividades que se vayan a realizar. El propósito de estas listas es enumerar una serie de aspectos que se consideren necesarios para que la actividad sea llevada a cabo de la mejor manera posible y poder corroborar que efectivamente se hayan tomado en cuenta. Mientras más específica sea la lista, más control se requiere, pero se asegura una mejor calidad en el proyecto en general. Ver Anexo 8.

2.5.7. Lista de verificación de aspectos de seguridad

Uno de los rubros más complejos y extensos de los cuales se debe tener control en un proyecto de construcción es la seguridad. Todas las personas que se vean involucradas con el proyecto en cualquier momento deben estar protegidas contra un eventual accidente que pueda suceder durante el desarrollo del proceso constructivo. Es por esto que usualmente se cuenta con ingenieros de seguridad ocupacional que se dedican exclusivamente a verificar en campo que se estén cumpliendo las normas de seguridad. Esta verificación debe realizarse constantemente durante toda la fase constructiva, ya que en todo momento es posible que sucedan accidentes. Especial atención se debe prestar al transporte y utilización de equipo pesado, como lo son grúas, camiones, retroexcavadoras, etc. Ver Anexo 9.

2.5.8. Control de cambios en planos (Red Line)

Durante el proceso constructivo de cualquier proyecto, es probable que se tengan que dar cambios entre lo indicado en los planos originales y lo que realmente se va a construir. Esto se puede deber a un gran número de razones, desde imprevistos en cuanto a las condiciones en campo hasta a errores u omisiones en los planos. Para la empresa constructora es importante llevar un control de todos estos cambios, de manera que cuando se dé la entrega final, se pueda indicar al propietario todos los cambios que se dieron, y justificar por cuál razón se hicieron. Esta versión final de los planos se conoce como Planos *As-Built*, lo cual se puede traducir como planos "Como se construyó". La lista de los cambios dados se conoce como *Red Line*. Ver Anexo 10.

CAPÍTULO 3. USO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA

3.1. Herramientas informáticas utilizadas en la empresa

En la empresa constructora interesada, se ha hecho un esfuerzo en años recientes para incorporar herramientas tecnológicas a los procesos, siguiendo la tendencia general que se ha dado en el país. El departamento de TI ha tenido la tarea de buscar opciones que puedan solventar esta necesidad, de manera que resulte provechoso tanto económica como funcionalmente. Antes del período de estudio del presente trabajo, la empresa ya había incorporado con éxito otros *software* para este fin. Estos programas son: *Quick Base*, *Touch Plan* y el *Módulo de Asistencia Gerencial (MAG)*.

El programa *Quick Base* es una herramienta en línea que permite centralizar la información financiera de un proyecto para facilitar su manejo. Este *software* ofrece una amplia gama de funcionalidades, las cuales se pueden adaptar a las necesidades de cada empresa. De esta manera, el departamento de TI ha podido diseñar, crear e implementar algunos procesos dentro del *Quick Base*, los cuales se han dirigido principalmente al manejo y reporte de los aspectos financieros de los proyectos, además de las órdenes de cambio.

Touch Plan, por su parte, es una herramienta enfocada al sector construcción, la cual tiene como principal objetivo ayudar con el planeamiento de las actividades durante la ejecución del proyecto. Este programa permite, a través del cronograma de proyecto, definir y asignar tareas a realizar en el transcurso de la semana, y evaluar el desempeño de las personas responsables de cada tarea al final de la semana.

El *MAG* es una plataforma desarrollada a lo interno de la empresa, basada en *Oracle*², la cual a través del tiempo ha ido evolucionando en cuanto a las funcionalidades que posee. Dentro de estas funciones se encuentra el manejo de entradas y salidas de inventarios en bodega de cada proyecto, gestión de pedidos de materiales y equipo de seguridad, alquileres, reporte de empleados nuevos, entre otras.

² *Oracle* es una serie de servicios en línea que facilitan la creación de *software* de planeamiento de recursos de una empresa (ERP, por sus siglas en inglés) con el beneficio de ser altamente personalizable. Sitio web: <http://www.oracle.com/>

Con la adición de *Viewpoint* al catálogo de recursos tecnológicos de la empresa, se buscaba ampliar la cantidad de procesos que se manejan digitalmente, especialmente los que involucran a los consultores y contratistas de cada proyecto.

Una vez tomada la decisión de adquirir el *Viewpoint*, un encargado del departamento de TI de la empresa constructora se comunicó con la empresa creadora del programa, y recibió una capacitación por medio de Internet. Este encargado luego procedió a analizar las funciones del programa para adaptarlas a las necesidades de la empresa.

Seguidamente, se realizaron dos sesiones de capacitación para el personal de la empresa (ingenieros y asistentes de ingeniería en varios proyectos). Estas sesiones estuvieron a cargo del mismo encargado del departamento de TI. En ellas se demostraron algunas funciones básicas del programa, y se hicieron algunas demostraciones de maneras en que se pueden implementar dentro de cada proyecto. Sin embargo, se dejó a la elección de cada equipo de proyecto exactamente cómo implementarlo.

El programa se implementó en seis proyectos que se encontraban en diversas etapas de desarrollo, con diferentes alcances dentro de cada uno y con diferentes grados de éxito en su implementación. Esto incluye al proyecto sobre el cual se basó este trabajo.

3.2. Proyecto elegido

El proyecto en el que se implementó el programa es un condominio vertical ubicado en el cantón de Santa Ana, San José. La etapa de construcción de este inició alrededor del mes de julio del año 2018 y la fecha de entrega se encontraba programada para abril de 2019, sin embargo, debido a atrasos en el proceso constructivo, aún se encontraba en ejecución durante junio de 2019.

El proyecto estaba a cargo de una empresa constructora de mediano tamaño. Esta empresa cuenta con un amplio currículum de proyectos realizados a través de cerca de tres décadas, de los cuales se destacan tanto proyectos residenciales como industriales. Esta empresa se encuentra actualmente certificada ISO³ 9001, el cual es un estándar internacional en cuanto al manejo de la calidad de los productos y servicios brindados. Esta norma exige a las empresas contar con un sistema de gestión de calidad, el cual debe velar porque los procesos

³ ISO: Organización Internacional de Estandarización, por sus siglas en inglés.

internos sean los correctos para asegurar que los productos y servicios sean de calidad buena y constante.

En la Figura 15 se muestra un organigrama general de la empresa constructora.

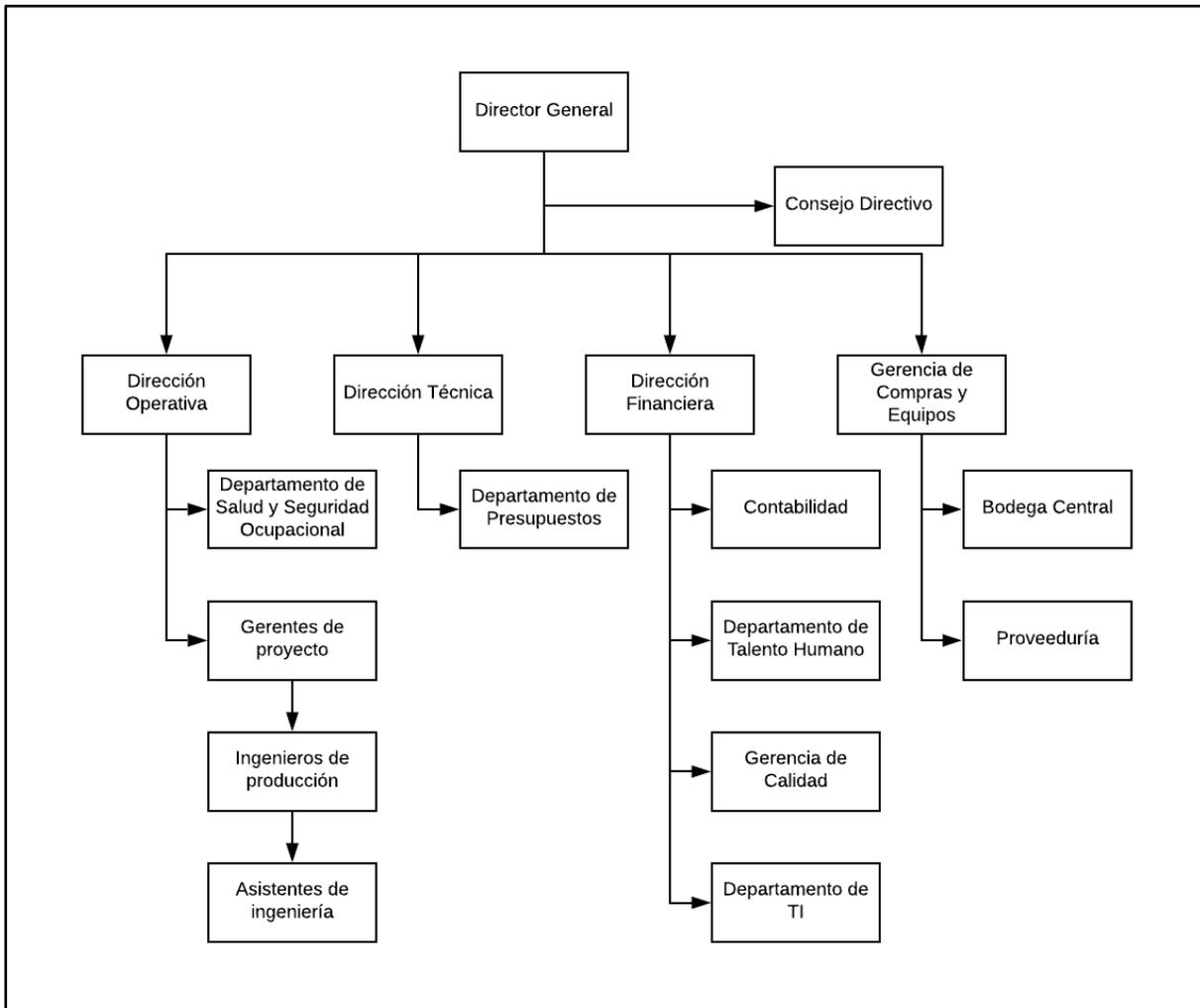


Figura 15. Organigrama general de la empresa constructora

3.3. Propósitos del uso del programa en el proyecto elegido

El proyecto en cuestión fue el primero en el que el programa *Viewpoint* se comenzó a utilizar desde el inicio de la etapa de ejecución. Se consideró que, dentro del proyecto, el programa podía ser utilizado para cinco objetivos principales:

- Proceso de envío y aprobación de SAMs: Envío de los formularios de aprobación de materiales al equipo de inspección, junto con cualquier archivo adjunto, para su revisión y aprobación.

- Proceso de envío y respuesta de SDIs: Envío de los formularios de solicitud de información al equipo de inspección, junto con cualquier archivo adjunto, para su revisión y respuesta.
- Recepción de resultados de pruebas de laboratorio: Se pidió a los laboratorios que envíen los resultados de las pruebas a una dirección de correo electrónico, la cual automáticamente los almacenaba en un contenedor dedicado a este propósito.
- Almacenamiento de pedidos aprobados: Se pidió al departamento de proveeduría de la empresa constructora que, cuando se aprobara un pedido de materiales, se enviara una constancia de los ítems incluidos en esa solicitud a una dirección de correo electrónico, la cual automáticamente los almacenaba en un contenedor dedicado a este propósito. De esta manera, el encargado de bodega del proyecto tenía la capacidad de verificar que el material que llegara al proyecto fuera el que se pidió y que fuera la cantidad correcta.
- Archivo de la información importante de los proyectos: Todos los documentos importantes se almacenaban en la plataforma. Esto incluía planos, especificaciones técnicas, permisos, contratos, ofertas de contratistas, minutas de reuniones, etc.

Al inicio de la etapa de ejecución del proyecto, el equipo de ingeniería decidió nombrar un encargado del manejo del *Viewpoint*. Entre las funciones de este encargado se encontraban la elaboración de SAMs y SDIs siguiendo los formatos utilizados por la empresa, el diseño de los flujos de trabajo para envío de SAMs y SDIs, la asignación de direcciones de correo electrónico dedicadas para recepción de documentos y la capacitación del equipo consultor en cuanto al uso del programa.

Las personas involucradas en el uso del programa dentro del proyecto fueron las siguientes:

Usuarios de parte de la empresa constructora:

- Gerente de proyecto
- Ingeniero residente (de producción)
- Asistentes de ingeniería

Usuarios de parte de la inspección:

- Inspectores estructurales
- Inspectores electromecánicos
- Inspectores arquitectónicos

Agentes externos:

- Laboratorio de pruebas

A continuación se describe detalladamente el rol de cada persona involucrada:

3.3.1. Rol del gerente de producción

El gerente de producción giraba instrucciones respecto a la creación de SAMs y SDIs, en cuanto a cuáles consultas debían realizarse, y cuáles materiales necesitaban la aprobación de los inspectores. Adicionalmente, el gerente podía consultar los resultados de las pruebas de laboratorio.

3.3.2. Rol del ingeniero de producción

El ingeniero de producción, esencialmente, cumplía una función de receptor de información. A través de *Viewpoint*, podía consultar los resultados de pruebas de laboratorio, revisar los pedidos realizados, y recibir las instrucciones emitidas por el gerente de producción.

3.3.3. Rol del asistente de ingeniería

De los representantes de la empresa constructora, el asistente era el principal usuario del programa. Al recibir las instrucciones del gerente, el asistente procedía a elaborar los SAMs y SDIs, para luego cargarlos a la plataforma para que pudieran ser enviados a los inspectores. Una vez que los inspectores emitían su respuesta, el asistente era notificado y podía consultarla.

3.3.4. Rol de los inspectores

El equipo de inspección recibía los SAMs y SDIs una vez que estos eran cargados a *Viewpoint* para revisión. Una vez que el inspector emitiera su criterio, procedía a enviarla a través de la plataforma. Asimismo, el inspector podía consultar los resultados de pruebas de laboratorio.

3.3.5. Rol del departamento de proveeduría

Al recibir un pedido de materiales para el proyecto, el departamento de proveeduría debía generar un documento en el que constara el contenido de ese pedido. Este documento debía ser enviado a una dirección de correo electrónico dedicada, para que fuera almacenado en la plataforma. De esta manera, se podía tener un respaldo de cada pedido.

3.3.6. Rol del laboratorio de ensayos

El laboratorio debía enviar los resultados de cada prueba realizada a una dirección de correo electrónico dedicada, para que fueran almacenados en la plataforma y los demás usuarios pudieran consultarlos.

En la Figura 16 se resume el rol de cada uno de estos agentes.

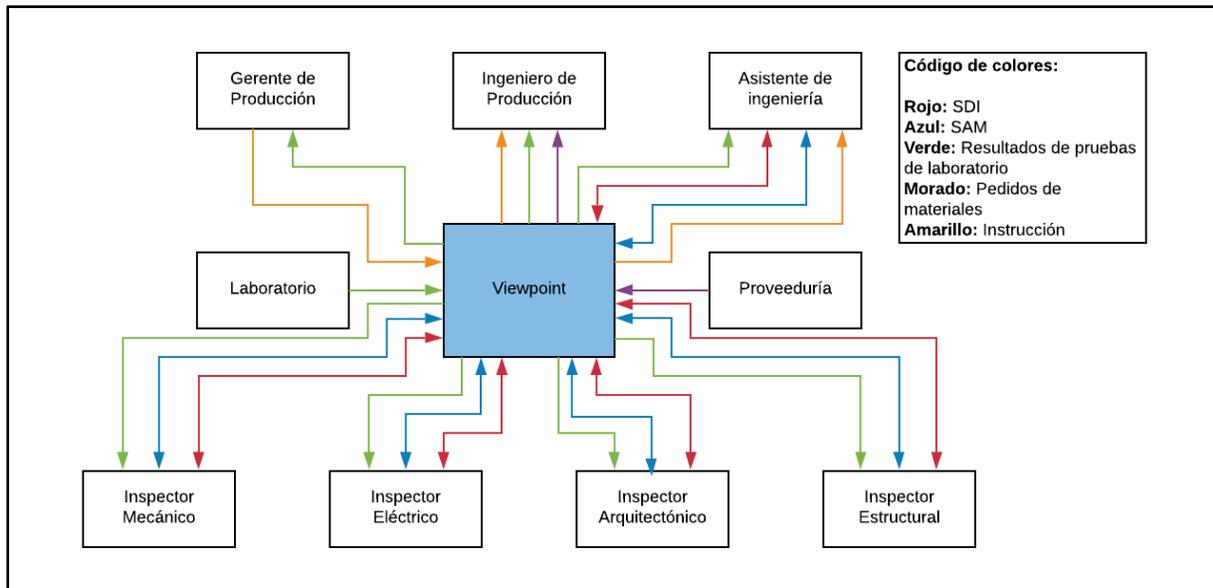


Figura 16. Personas involucradas en el uso de *Viewpoint* dentro del proyecto

3.4. Uso de *Viewpoint* durante el período de prueba

El proyecto dio inicio oficialmente en julio del 2018, e inmediatamente se dio inicio al uso del *Viewpoint* para la gestión de SAMs y SDIs. Para esto, se realizó una breve reunión con el equipo inspector, durante la cual se detalló el alcance que iba a tener el programa en el contexto del proyecto, además de capacitar a cada inspector en el uso del mismo.

A partir del inicio del proyecto, se comenzó a subir los SAMs y SDIs a la plataforma conforme se fueran generando. Como se explicó anteriormente, los flujos de trabajo elaborados se encargaban de enviar las solicitudes al inspector correspondiente. De manera redundante, también se enviaban estos documentos a los inspectores por correo electrónico, el cual también fue el medio preferido por los inspectores para enviar sus respuestas. Esto resultó poco provechoso desde un punto de vista de la utilización del *Viewpoint*, ya que una de sus funciones primordiales dentro del proyecto se estaba desaprovechando.

Para evitar ese desaprovechamiento, se recordó varias veces a los inspectores que anteriormente se había acordado utilizar el *software*, sin embargo, pese a que aseguraron que utilizarían el *Viewpoint*, se siguió manejando el intercambio de documentos por correo electrónico durante la etapa de implementación del mismo.

3.5. Validación del uso de *Viewpoint*

La implementación de *Viewpoint* en el proyecto elegido sufrió de una baja aceptación de parte del equipo de inspección. Debido a que no se definió que *Viewpoint* sería la única vía aceptada para el manejo de SAMs y SDIs, y se dio la opción de manejar las comunicaciones y aprobaciones por correo electrónico, los inspectores no utilizaron la plataforma para estos asuntos. Esto sucedió a pesar de que se recordó varias veces a los inspectores que anteriormente se había acordado utilizar el *software*. Sin embargo, pese a que aseguraron que utilizarían el *Viewpoint*, siempre se siguió manejando el intercambio de documentos por correo electrónico.

Lo anterior resultó bastante perjudicial para el aprovechamiento del *Viewpoint*, ya que una de sus funciones primordiales dentro del proyecto no se estaba cumpliendo. Esto también conllevó a que no se pudo evaluar correctamente si utilizar la herramienta traía algún beneficio sobre los procesos usuales, además de no poder evaluar la opinión de los usuarios en cuanto al programa, ya que en algunos casos ni siquiera llegaron a utilizar la plataforma una sola vez.

Esta situación se vio reflejada en la mayoría de los otros proyectos en que *Viewpoint* se implementó, a lo cual la empresa notó que no se estaba percibiendo un valor agregado a partir de la plataforma. Esto es, ni la empresa en general, ni los proyectos en específico obtuvieron los beneficios deseados por el uso de *Viewpoint*. Ultimadamente, esto llevó a tomar la decisión de interrumpir el uso de la herramienta.

3.6. Uso exitoso de programas similares en otras empresas

Adicionalmente al trabajo realizado con *Viewpoint*, se condujeron dos entrevistas con personal de otras empresas constructoras, las cuales recientemente implementaron con éxito el uso del programa *Procore*. El motivo de estas entrevistas fue el de poder realizar una comparación no solo entre ambos programas, sino también entre los motivos que llevaron a elegirlos, y la manera en que han sido utilizados y recibidos. Se buscaron empresas de

características similares a la que implementó *Viewpoint*, en cuanto al tamaño y el tipo de proyectos que ejecutan, para evitar que las diferencias observadas no fueran originadas por condiciones ajenas al alcance de este trabajo. A raíz de estas entrevistas se pudo conocer algunos aspectos acerca del proceso de implementación del programa y de su uso en los diversos proyectos, además de las experiencias y opiniones que se han generado en los usuarios.

3.6.1. Del programa Procore

Procore es un *software* de administración de proyectos similar a *Viewpoint*, enfocado a la industria de la construcción, el cual funciona mediante una cuenta empresarial, cuyo costo depende del tamaño de la empresa en cuestión y de los proyectos que esta ejecute. De manera similar a *Viewpoint*, *Procore* permite el almacenamiento, intercambio y acceso a documentos por medio de internet, permitiendo su distribución de manera eficaz y manteniendo registros de actividad para cada uno de ellos, brindando una facilidad para el control de los flujos de información.

El programa permite a cada empresa, asimismo, personalizar los formularios, reportes, y demás documentos que se generan en ella, de manera que se puedan incluir los logotipos de la empresa, además de adaptar estos documentos a los formatos internos que se utilizan. Además, *Procore* también permite almacenar una gran cantidad de información, tal que permite centralizar toda esa información para que, al final del proyecto, esta pueda ser revisada fácilmente por cualquier persona interesada.

Una diferencia importante entre *Viewpoint* y *Procore*, es que el último no cuenta con la función de flujos de trabajo (se explica en la sección 2.4 del presente trabajo), para definir la manera en que cada documento se distribuye al cargarlo en la plataforma. Como una función similar, *Procore* permite definir listas de distribución, las cuales permiten indicar quién debe recibirlos.

Otra diferencia es que en *Procore* se definen algunos usuarios encargados de revisar y aprobar los documentos antes de que estos sean cargados a la plataforma, con la finalidad de que estos usuarios puedan llevar un control de la información que allí se encuentra. Por ejemplo, un ingeniero de campo puede elaborar un SAM dentro de *Procore* y guardarlo, sin embargo, uno de estos usuarios encargados tiene la responsabilidad de revisar el documento

antes de que sea enviado para su aprobación. En *Viewpoint*, no se requiere esta pre-aprobación para poder cargar un documento a la plataforma.

En el ámbito actual de la industria de la construcción costarricense, el programa *Procore* es más reconocido que *Viewpoint*, pues ha sido implementado en varias empresas del país, de las cuales a continuación se estudia el caso de dos constructoras (empresas B y C)⁴.

3.6.2. Empresa B

El programa *Procore* se empezó a implementar en la empresa B en noviembre de 2017. El proceso de implementación tomó aproximadamente cinco meses, a través de los cuales se realizaban capacitaciones mensuales con los ingenieros de la empresa. El objetivo de la implementación del programa era el de automatizar la mayoría de procesos internos que se realizan durante la vida de cada proyecto, además de poder centralizar toda la información del proyecto en la plataforma para facilitar su manejo.

De manera similar a la empresa A, la empresa B buscaba incorporar el manejo de documentos de aprobación como SAMs y SDIs al *software*, de manera que también requería la participación de los consultores de proyecto. Asimismo, también se deseaba incorporar a los subcontratistas, para el proceso de recepción de ofertas, sin embargo, al momento de realizar la entrevista, esto no se había podido implementar con éxito debido a la dificultad de capacitar a todos los subcontratistas en cuanto al uso del programa.

A criterio del entrevistado, uno de los aspectos más atractivos de *Procore* es que existe una estructura definida para su implementación. Esto es, los desarrolladores del programa conocen los métodos más adecuados para enseñar a los usuarios a utilizarlo. Esto difiere en la implementación que se le dio a *Viewpoint* dentro de la empresa A, ya que se brindó libertad a cada proyecto para decidir cómo introducirlo. El entrevistado indicó que *Procore* cuenta además con un fuerte servicio de soporte técnico, el cual brinda una asesoría constante a la empresa, lo cual facilita la resolución de problemas y dudas que puedan surgir al utilizar el programa.

⁴ Para efectos de esta sección, la empresa constructora involucrada en el presente trabajo se identifica como "empresa A".

Para agilizar la asimilación del *software* a los procesos de la empresa, esta decidió obligar a que se dejaran de utilizar los procesos antiguos, de manera que solo fueran válidos los que se realizaran con *Procore*. Esto conllevó a que todas las personas involucradas aprendieran a utilizarlo de manera rápida, ya que no hacerlo podría involucrar atrasos en la ejecución de los procesos. Este aspecto también se manejó de manera diferente con *Viewpoint* en la empresa A, ya que se permitió continuar utilizando los procesos anteriores (por ejemplo, el envío de documentos a través de correo electrónico) tanto como los procesos nuevos utilizando *Viewpoint*, lo cual tuvo como consecuencia que se favoreciera el uso de los procesos antiguos, en lugar de utilizar el *software*.

3.6.3. Empresa C

En el caso de la empresa C, el programa *Procore* se ha utilizado desde hace más de dos años, a nivel general en todos los proyectos. Sus funciones son similares a las de *Viewpoint* en la empresa A, sin embargo, también se utiliza como un archivo general de todos los documentos relevantes dentro del contexto del proyecto, por ejemplo, de planos constructivos y de taller, minutas de reunión, programaciones semanales, registros fotográficos, formularios de control de calidad, copias de bitácoras, etc.

Al firmar un contrato de proyecto, se discute con los involucrados que se utilizará el programa para lo que es intercambio y aprobación de documentos como SAMs, SDIs, etc. Además, se incluye una cláusula en el contrato en la que se indica que *Procore* será el medio oficial para el manejo de todos estos documentos, de manera que todos los involucrados se ven en la obligación de utilizarlo y revisarlo frecuentemente.

A través del tiempo que se ha utilizado *Procore* dentro de la empresa C, sus funciones se han ido expandiendo y refinando, de manera que se han implementado funciones adicionales, además de optimizar las funciones originales que se le dieron al programa. Un ejemplo de una nueva función que se ha querido implementar es la de solicitud de cotizaciones a proveedores. La idea es que se envíe un formulario al proveedor, en el cual se indique en una tabla los productos deseados junto con las cantidades que se desea cotizar. De esta manera, el proveedor solamente tendría que indicar un precio unitario para los productos y el programa se encargaría de calcular el monto total de la cotización, incluyendo impuestos, descuentos, y cualquier otro factor. Sin embargo, a la fecha, esta función todavía se encuentra en un estado de prueba, por lo que no se ha implementado a nivel general.

3.6.4. Comparación de casos de estudio: Empresas A, B y C

En el Cuadro 2 se realiza una breve comparación de los aspectos de la implementación y los usos tanto del programa *Viewpoint* en la empresa A, como de *Procore* en las empresas B y C.

Cuadro 2. Uso de programas de administración de proyectos en las empresas A, B y C

	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Programa utilizado	<i>Viewpoint</i>	<i>Procore</i>	<i>Procore</i>
Fecha de implementación	Julio 2018	Noviembre 2017	Marzo 2017
Duración fase de implementación	Un mes	Cinco meses	Dos meses
Funciones principales	SAMs, SDIs, almacenamiento de información	SAMs, SDIs, otros documentos que requieren aprobación	SAMs, SDIs, archivo de la información general del proyecto
Tiempo de uso	Cuatro meses	Hasta la actualidad	Hasta la actualidad
Uso en proyectos	Seis proyectos piloto	Todos los proyectos	Todos los proyectos
¿Uso obligatorio?	No	Sí	Sí

El hecho de que la implementación de *Procore* haya tenido éxito en las empresas B y C, al contrario de *Viewpoint* en la empresa A, obedece a un factor principal. Este es la disposición de utilizar el programa como único medio de envío, revisión y aprobación de los documentos pertinentes (SAMs, SDIs, etc.). Como se ha indicado anteriormente, en la empresa A, la mayoría de los involucrados prefirieron utilizar métodos más convencionales para manejar estos documentos, por lo que no se aprovecharon las capacidades de *Viewpoint*, y se terminó considerando como un gasto innecesario.

Otros factores menos importantes, pero también influyentes en el éxito del uso de *Procore*, incluyen el reconocimiento que tiene este programa a nivel nacional, debido a que varias empresas lo han utilizado, además de que el *software* es más personalizable, por lo que se puede adaptar a las necesidades de cada empresa o cada proyecto, según sea el caso.

La empresa C, en particular, representa un caso en el que la implementación de un programa de este tipo fue tan exitosa que su uso ha ido evolucionando a través del tiempo, incrementando sus funciones progresivamente. Aunque inicialmente su propósito era el

manejo de SAMs, SDIs, y *transmittals*, se ha incorporado el almacenamiento de toda la información del proyecto, de manera que *Procore* termina convirtiéndose en un archivo general del mismo.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión de resultados

4.1.1. Importancia del Internet en el funcionamiento de la empresa

Hoy en día, el Internet se ha vuelto un factor constante en la vida de muchas personas, y en una herramienta esencial para el funcionamiento de negocios, industrias y empresas. Tal es el caso de la empresa constructora interesada en el presente trabajo. Actualmente, esta empresa mantiene todos sus equipos ubicados en oficinas centrales en red para que las comunicaciones internas no dependan de la disponibilidad del servicio de Internet. Sin embargo, una empresa constructora no puede estar desconectada de Internet ya que necesita un contacto constante con el personal ubicado en cada proyecto, además de que debe poder comunicarse con proveedores, clientes, y otras entidades externas a la empresa. Un ejemplo importante de estas entidades es el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, ya que actualmente toda la tramitación de planos constructivos se hace a través de la plataforma APC, la cual se encuentra alojada en el sitio web del Colegio.

En los proyectos, de igual manera, es imprescindible tener una buena conexión a Internet. Hubo un caso reciente en el que en un proyecto se dependía tanto de este servicio, que la disminución en la productividad producto de estar desconectado de Internet durante un día justificaba el contar con dos proveedores diferentes de este servicio.

Además, debido a que la empresa utiliza los *software* mencionados, los cuales todos se encuentran alojados en internet, el aprovechamiento de los mismos también depende de que exista una conexión a internet.

4.1.2. Manejo de las áreas de conocimiento del PMI en la empresa

La empresa constructora en cuestión ha incorporado el uso de herramientas informáticas para mejorar la eficiencia de sus procesos internos, haciendo un esfuerzo consciente por seguir la *Guía del PMBOK*, específicamente las áreas de conocimiento ahí definidas, para determinar cuáles de esos procesos son más aptos para ser realizados mediante *software*. Bajo el entendido de que la gran cantidad de actividades que deben realizarse durante toda la vida de un proyecto de construcción, actualmente imposibilita la existencia de un solo *software* que pueda encargarse de todas, se ha determinado utilizar varias herramientas de este tipo, de manera que cada una se pueda dedicar a una o varias áreas de conocimiento.

La manera en que esta distribución se ha realizado dentro de la empresa A se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Distribución del manejo de las áreas de conocimiento mediante *software* en la empresa A

Área de conocimiento	<i>Viewpoint</i>	<i>MAG</i>	<i>Quick Base</i>	<i>Touch Plan</i>	Manera tradicional⁵	En físico
Gestión de la integración					X	
Gestión del alcance				X		
Gestión del tiempo				X		
Gestión de los costes			X		X	
Gestión de la calidad					X	X
Gestión de los recursos humanos		X				
Gestión de las comunicaciones	X					
Gestión de los riesgos					X	
Gestión de las adquisiciones		X			X	
Gestión de los interesados	X				X	

⁵ El término "manera tradicional" se refiere a los programas de uso más habitual: correo electrónico, paquete de *MS Office*, *PDFs*, etc. Estas herramientas se caracterizan por ser de uso generalizado y por ser gratuitas o de bajo costo.

Del cuadro anterior se puede observar que ciertos procesos no han podido adaptarse a un *software* de administración de proyectos, y aún otros deben realizarse con documentos físicos. Esto se debe principalmente a que algunas de las áreas resultan más aptas que otras para ser realizadas mediante *software* de apoyo especializado en los procesos correspondientes. Un ejemplo son los tiempos y costos del proyecto, ya que existen una gran cantidad de programas disponibles que permiten gestionar ambos grupos de procesos mediante la elaboración de cronogramas de trabajo y flujos de efectivo. Otras áreas no son tan fáciles de gestionar mediante herramientas informáticas. Tal es el caso de la gestión de los riesgos, ya que, si bien existe un proceso definido y de amplio uso en la industria para el análisis de estos, como lo es la matriz de riesgos, es poco probable que una empresa esté dispuesta a pagar por un *software* cuya función sea la elaboración de estas matrices. Esto conlleva a que un programa de gestión de riesgos debe tener un valor agregado considerable para resultar atractivo a los clientes.

Un ejemplo de una actividad que la empresa constructora aún realiza utilizando documentos físicos es la de la elaboración de listas de verificación. Estas listas podrían realizarse con *tablets*, a través de *Viewpoint*, sin embargo, el costo de proveer una *tablet* a cada ingeniero, asistente de ingeniería, encargado de seguridad ocupacional, etc., es demasiado grande para ser considerado viable a corto plazo. Debido a esto, las listas de verificación se realizan utilizando documentos físicos, los cuales se almacenan en archivadores una vez que se han hecho las revisiones pertinentes. Esto sin embargo tiene varias desventajas, por ejemplo, la gran cantidad de papel que se utiliza a través de la ejecución del proyecto, además de la posibilidad de que los documentos se dañen o se pierdan, tomando en cuenta que en el entorno de la construcción muchas veces es necesario cambiar la ubicación de las áreas de trabajo.

De igual manera, hay otras actividades que se realizan mediante herramienta menos especializadas. Tal es el caso del análisis de riesgos de cada proyecto. La manera actual de hacer estos análisis es mediante la elaboración de una matriz de riesgos con la ayuda del programa *Excel* del paquete *Microsoft Office*. El formato de esta matriz queda al criterio del encargado de elaborarla dentro de cada proyecto, por lo que existen variaciones en las matrices de riesgo de los diversos proyectos. Si la empresa pudiera conseguir alguna herramienta que ayudara con el análisis de riesgos, un posible beneficio que se adquiriría

sería el de homogenizar el formato de las matrices, de manera que se facilite sus análisis de parte de los gerentes y directores operativos en las reuniones de ingeniería.

En cuanto a los programas mencionados en el Cuadro 3, cabe resaltar que existe poca o nula compatibilidad entre ellos. Esto es, que cada programa puede usarse para procesar y obtener información específica acerca de un proyecto, sin embargo, esta información no se convierte en un insumo que pueda ser utilizado directamente por los otros programas. Por ejemplo, al elaborar un cronograma de trabajo, sería útil que una vez que se generara ese cronograma, a su vez se pudiera obtener un flujo de efectivo asociado a esa programación. No obstante, debido a que las programaciones se realizan con el programa *Touch Plan*, y los costos se gestionan mediante *Quick Base*, no se puede determinar directamente el flujo de efectivo a partir del cronograma. Si los *software* compartieran cierto grado de compatibilidad, o si de alguna manera se pudieran realizar ambos procesos en el mismo programa, esto incrementaría la eficiencia general de la empresa.

4.1.3. Importancia del MAG dentro de la empresa

De las herramientas informáticas utilizadas en la empresa constructora, se observó que el programa *MAG* es el más importante para el funcionamiento correcto de la misma. Como se describió en la sección 3, esta plataforma se ha desarrollado a lo interno de la empresa a lo largo de varios años, a cargo del departamento de TI.

El hecho de que el desarrollo del *MAG* sea interno es la razón primordial de la importancia del mismo. Esto se debe a que este se ha diseñado a la medida de los procesos internos de la empresa, por lo que se ha logrado un grado de optimización del programa que resulta invaluable. Otro aspecto importante es que el costo de mantener el *MAG* operativo es mínimo, lo cual hace que la relación de los beneficios contra los costos sea bastante positiva para la constructora.

Es tanto el alcance que se le ha dado a esta plataforma, que una hipotética pérdida de ella resultaría en una caída considerable de la productividad tanto de la empresa a lo interno, como de cada proyecto que esta esté ejecutando. Del funcionamiento de este programa depende el manejo del talento humano (ingresos, despidos, tramitación de vacaciones, etc.), como la realización y aprobación de pedidos de materiales, el control de materiales y equipos en cada proyecto, registro de facturas, entre otros.

Otro indicio que subraya la importancia del *MAG*, es que a la mayoría de los empleados nuevos se les capacita en su uso cuando ingresan a la empresa. Esto es debido a que, a pesar de que no todos los empleados tienen la potestad de utilizar todas las funciones de este programa, muchos de ellos deben utilizarlo como parte de sus funciones.

4.1.4. Uso de Viewpoint en el proyecto

En lo que respecta específicamente al uso del programa *Viewpoint*, este solo se utilizó durante aproximadamente seis meses antes de que se tomara la decisión de interrumpir su uso. Esto se debió a dos razones principalmente.

Primero, se vio poca respuesta al uso del programa en proyectos. Si bien hubo un proyecto piloto en el que se pudo implementar el programa de manera satisfactoria, al incorporarlo a nuevos proyectos (incluyendo el proyecto elegido para el presente trabajo), no se tuvo una buena acogida de parte de las diversas personas involucradas. Por una parte, se notó cierta resistencia a migrar al nuevo *software* de parte del personal de la empresa que trabajaba en los proyectos que ya estaban avanzados. Esto se debió principalmente a la gran carga de documentación que debía trasladarse al *Viewpoint*, lo cual ocasionaba que el proceso de migración tomara un tiempo considerable para completarse. En cuanto a personas fuera de la empresa, en general hubo una preferencia a utilizar el correo electrónico para intercambio de documentos, ya que muchos alegaban no recibir los correos electrónicos de notificación, o que no podían ver la información.

Segundo, no se observaron los beneficios esperados a partir del uso de *Viewpoint*, los cuales consistían en mejorar la gestión de SAMs y SDIs, acelerando el proceso de revisión y respuesta, además de facilitar el control del estado de los mismos. Aunado a que no se le estaba dando el uso debido en los proyectos, la gerencia no notó que se obtuviera un valor agregado por utilizar la plataforma, por lo que se decidió interrumpir su uso. A los empleados se les comunicó esta decisión y se indicó que se buscaría un programa similar para cubrir las funciones que se le habían asignado al *Viewpoint*. A la fecha, aún no se ha decidido cuál programa se va a utilizar, ya que, según un representante de la empresa, se ha decidido darle un mayor énfasis a sacar provecho de los otros recursos tecnológicos que se utilizan.

Un aspecto que *Viewpoint* tuvo en su contra, comparado con los otros programas utilizados en la empresa fue la necesidad de participación de personas externas a la misma. Los demás

software (*Quick Base, Touch Plan, MAG*) son para uso interno, por lo que es deber de los empleados utilizarlos, y la empresa tiene la potestad de así exigirlo. Al incorporar, por ejemplo, a los consultores de proyecto en el uso de *Viewpoint*, se generó una debilidad dado que no se les podía exigir que lo utilizaran. Como se ha expuesto anteriormente, esto permitió a los consultores del proyecto estudiado no utilizar el programa, lo cual ocasionó que no se obtuviera el mayor beneficio esperado, el cual era la agilización en el trámite de SAMs y SDIs.

4.1.5. Virtudes y deficiencias del programa

A pesar del fracaso en la implementación de *Viewpoint* cuenta con una serie de características que lo convierten en una opción atractiva para solucionar o mejorar los procesos internos de una empresa constructora. Una de ellas es la de la elaboración de flujos de trabajo. Estos se despliegan y programan en la plataforma de manera gráfica mediante diagramas como el mostrado en la Figura 11, debido a esto, es fácil para cualquier persona elaborar, modificar y comprender cómo funciona el flujo, lo cual representa una ventaja sobre otros programas similares. Esto se debe a que en otros *software*, el proceso para definir los pasos por los que debe pasar un documento usualmente no es tan intuitivo.

Otro beneficio asociado a los flujos de trabajo es que a través de cada etapa del flujo, al documento se le asigna un estado, el cual depende del paso en el que se encuentre. De esta manera, se facilita el saber cuáles de ellos necesitan ser atendidos, ya que el programa permite filtrar los documentos dependiendo del estado que se les haya asignado.

Otra característica positiva de *Viewpoint* es que no se necesita tener un conocimiento avanzado de computación para poder utilizar el programa. Debido a la facilidad que se le brinda al usuario para ejecutar las acciones necesarias, se considera que una persona con conocimiento básico de los programas utilizados usualmente en computación (entiéndase *Microsoft Office*, navegadores de Internet, servidores de correo electrónico, etc.), es capaz de aprender rápidamente a utilizar *Viewpoint*. Esto se puede lograr mediante sesiones de capacitación, las cuales, por las razones expuestas, no necesitan ser numerosas.

Un aspecto que el programa tiene en contra es el poco reconocimiento que tiene en el ámbito de la industria de la construcción en Costa Rica. Debido a que la empresa involucrada en este proyecto es la única en el país que ha intentado implementar este *software*, pocos

profesionales del gremio han escuchado hablar de él. Este no es el caso con otros programas que se han utilizado más, como es el caso de *Procore*.

Además, *Viewpoint* no cuenta con algunas de las funcionalidades con las que cuenta *Procore*. Un ejemplo de esto es la elaboración de SAMs. *Procore* permite elaborar plantillas para este tipo de documentos, albergadas en la misma plataforma. En estas plantillas se puede pedir la información que la empresa considere necesaria, evitando contar con campos que puedan ser redundantes o innecesarios. Esto obedece a que este programa es más personalizable en sus funciones, de manera que las empresas pueden adaptar el programa a sus procesos existentes para evitar que los cambios sean drásticos y vayan a generar rechazo de parte de los usuarios.

Finalmente, desde un punto de vista estético y de facilidad de uso, el programa *Procore* es una herramienta visualmente atractiva, el cual está diseñado de manera que los usuarios pueden encontrar la información que desean de manera intuitiva. *Viewpoint*, por su parte, resulta menos llamativo, por la manera en que la información está distribuida en la interfaz, y por el esquema de colores que utiliza. Además, en este programa la información se maneja a través de un árbol de navegación, el cual puede resultar confuso dependiendo de la cantidad de proyectos y contenedores que se manejen.

4.2. Conclusiones

- Se estudió el proceso de implementación del programa *Viewpoint* en una empresa constructora mediante su aplicación en un proyecto de construcción, durante un período de cuatro meses.
- El uso de *software* de administración de proyectos se ha popularizado recientemente en las empresas constructoras del país.
- En general, las empresas constructoras han implementado programas informáticos enfocados a la elaboración de cronogramas de trabajo y control de gastos de los proyectos.
- El proceso de capacitación en el uso de un *software* de administración de proyectos dentro de las empresas típicamente consta de al menos dos sesiones en las que se demuestran las funciones más fundamentales del programa. Debido al tiempo que se debe dedicar a las capacitaciones y a la dificultad de coordinar la disponibilidad de todos los empleados, se dificulta realizar una mayor cantidad de sesiones o con más frecuencia.

- Se determinó que la empresa estaba interesada en adquirir un recurso digital para gestionar de manera eficiente los SAMs y SDIs, especialmente en lo que se refiere a las comunicaciones con los consultores.
- Se definió que dos de los programas que cumplen con los requisitos mencionados anteriormente son *Viewpoint* y *Procore*. Sin embargo, debido a un asunto de alcances, se estimó que el primero se adaptaría mejor a las necesidades de la empresa interesada.
- *Viewpoint* es una herramienta útil para almacenar información importante, enviarla a otras personas, e intercambiar observaciones de manera rápida.
- Una de las funciones más importantes del programa es proporcionar una plataforma para que todas las partes interesadas (constructora, inspección, cliente, etc.) puedan revisar, aprobar y comentar documentos en tiempo real y desde cualquier lugar, por ejemplo cuando alguna de las partes se encuentra fuera del país.
- *Viewpoint* se vuelve especialmente útil con el incremento del uso de la firma digital como una manera legal de firmar un documento.
- En lo general, hubo poco interés de parte del equipo de inspección de utilizar el *Viewpoint* para la revisión de SAMs y SDIs, esto debido a que se priorizó el uso del método tradicional (correo electrónico).
- El hecho de que otros programas como *Procore* son más conocidos en el ámbito costarricense, lleva a que las personas estén más abiertas a utilizarlos. De las personas entrevistadas, muy pocas conocen el *Viewpoint*, mientras que la mayoría han escuchado hablar del *Procore*.
- Con respecto a *Viewpoint*, *Procore* cuenta con la ventaja de ser más flexible a la hora de personalizar sus funcionalidades, por lo que es más adaptable a las necesidades de cada empresa en específico.
- Un aspecto importante del éxito a la hora de implementar un programa en una empresa, es no dar la opción de continuar realizando los procesos de la manera que se hacía antes. Esto es debido a que, por lo general, las personas prefieren seguir haciendo las cosas de la manera en que están acostumbrados a hacerlas, y les parece más fácil que aprender un nuevo procedimiento.
- Un *software* de administración de proyectos puede ser una herramienta muy valiosa para optimizar los procesos en una empresa, siempre y cuando su uso sea generalizado dentro de la misma.

- La opción de desarrollar un *software* propio dentro de la empresa puede resultar de gran utilidad, ya que permite adaptar los procesos a las necesidades específicas de la empresa, además de que, comparativamente, el costo es menor a comprar un programa existente. Sin embargo, requiere que exista una etapa de desarrollo que pudiese resultar extensa.
- El aspecto más importante para que el uso de un programa de administración de proyectos sea considerado viable para una empresa, es que los beneficios percibidos por su uso sean mayores que los costos asociados al programa, en cuanto a pago de licencias, adquisición de equipos, capacitación del personal, entre otros.
- El Internet en general se ha convertido en una herramienta indispensable para el funcionamiento diario de la gran mayoría de empresas, no solo en el gremio de la construcción, si no en todas las industrias.
- Hoy en día, el no contar con un servicio de Internet continuo y estable afecta negativamente la productividad de los proyectos y las empresas, debido a que muchos de los procesos han llegado a depender de servicio para ser ejecutados.

4.3. Recomendaciones

- A pesar de que *Viewpoint* cuenta con un espacio considerable para almacenar información, se recomienda siempre respaldar los documentos tanto física como digitalmente.
- Para asegurar la validez del uso del *Viewpoint* para aprobación de documentos, se debe indicar en el contrato del proyecto que éste constituirá una forma oficial de intercambio de información entre propietario, contratista e inspección.
- Se debe insistir en que las personas involucradas utilicen el programa para aprovechar sus funciones.
- En cada proyecto, se recomienda que exista una única persona encargada del manejo del *Viewpoint* por parte del contratista. Esto se debe a que la presencia de varias personas puede generar confusiones en los procesos (por ejemplo en flujos de trabajo, en los cuales cualquier modificación al flujo puede alterar por completo su funcionamiento).
- A la hora de implementar un programa, se debe definir a los involucrados que solo se admitirá realizar los procesos utilizando el programa. Esto evitará que el programa no sea utilizado, a favor de continuar utilizando los procesos antiguos.
- Si bien es importante hacer un análisis del costo de cada programa disponible, también se recomienda tomar en cuenta que el grado de reconocimiento que exista en el gremio para cada programa también es influyente en la voluntad de las personas a utilizarlos.

- Sería deseable realizar una comparación de la efectividad de *Viewpoint* y *Procore*, utilizando ambos programas en paralelo para los mismos procesos, de manera que se pudiera determinar cuál es más beneficioso.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Fuentes bibliográficas

- Abduh, M., Skibniewski, M.J. (1999). *Utility Assessment of Electronic Networking Technologies in Construction: Internet Applications in Construction*. National Research Council. Canadá. Recuperado el 15 de mayo de 2017 de: <http://itc.scix.net/data/works/att/w78-1999-2259.content.pdf>
- Aguilar, A. (1996). *Administración de proyectos en Costa Rica*. Proyecto de graduación para optar por el grado de Magister en Administración de Negocios. Sistema de Estudios de Posgrado, Universidad de Costa Rica.
- Ahuja, V., Yang, J., Shankar, R. (2006). *Web Based Communication for Construction Project Management*. Proceeding World Conference on Accelerating Excellence in the Built Environment. Recuperado el 15 de mayo de 2017 de: http://www.academia.edu/3599169/WEB_based_communication_for_construction_project_management
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2016) *Gestión de Proyectos de Desarrollo, Guía de Aprendizaje* (4^{ta} ed.). BID
- González, R. (2007). *Diccionario de Computación y Electrónica*. México: Editorial Lulu
- Hütt, R. J. (2014). *Implementación del plan de gestión de costos para proyectos de construcción con base en el Project Management Institute Inc. (PMI) y UniFormat*. Proyecto de graduación para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- International Organization for Standardization. (2009). *Selection and use of the ISO 9000 family of standards*. International Organization for Standardization. Ginebra, Suiza. International Organization for Standardization. Extraído el 7 mayo, 2017 de https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso_9000_selection_and_use-2009.pdf
- Nitithamyong, P. Skibniewski, M. (2006). *Exploring the actual use of Web-based Project Management Systems in Construction: key success/failure factors and their impacts on system performance*. Journal of Information Technology in Construction, publicado en Enero 2007. Recuperado el 10 de mayo de 2017 de http://www.itcon.org/papers/2007_3.content.06655.pdf

- Project Management Institute, Inc. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®)*. Pensilvania: Project Management Institute, Inc.
- Quirós, P. (2006). *Administración de proyectos de construcción a distancia*. Proyecto de graduación para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Rivera, F., Hernández, G. (2015). *Administración de proyectos: guía para el aprendizaje*. Editorial Pearson. México.
- Salazar, D. E., Palma, D. A. (2016). *Diseño de una metodología estandarizada de gestión de proyectos para la empresa EMSALI*. Proyecto de graduación para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Sequeira, I., Solís, M. (2011). *Diseño de un sistema para la gestión de la información y comunicación de los proyectos realizados por Automatización Avanzada S.A.* Proyecto de graduación para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Steller, K. (2012). *Diseño de un sistema para la administración de proyectos en la empresa Comtel Ingeniería S.A.* Proyecto de graduación para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Thomas, J. (2007). *Metodología de implementación de los recursos de Internet como complemento a la administración de proyectos de construcción*. Proyecto de graduación para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

2. Sitios web

- Sitio web de AceProject: www.aceproject.com
- Sitio web de la Cámara Costarricense de la Construcción: www.construccion.co.cr
- Sitio web de O4B: www.o4bi.com
- Sitio web de Procore: www.procore.com
- Sitio web del Project Management Institute: www.pmi.org
- Sitio web de TeamGantt: www.teamgantt.com
- Sitio web de Teamwork Projects: www.teamwork.com/project-management-software
- Sitio web de Viewpoint: www.Viewpoint.com

ANEXOS

Anexo 2. Entrevista realizada a profesionales del gremio

Entrevista para Trabajo Final de Graduación

Fecha: _____

El objetivo principal de la presente entrevista es determinar las funciones más útiles que pueden tener los *software* de administración de proyectos, específicamente dentro del sector de la construcción, con un enfoque al control de las labores de campo. Un *software* de administración de proyectos es un programa de computación que facilita a la realización de las labores necesarias para el desarrollo de un proyecto, especialmente lo que se refiere a acelerar la comunicación entre los profesionales en campo y los que se encuentran en oficina. Las siguientes preguntas buscan determinar las opiniones tanto de personas que hayan utilizado un *software* de administración de proyectos como las que no, para escoger de una lista el programa que mejor se adapte a las necesidades que se determine que sean más requeridas en el gremio.

1. Nombre: _____

2. Empresa o institución: _____

3. Puesto: _____

4. Años de experiencia: _____

5. ¿Utiliza su empresa algún *software* de administración de proyectos? () Sí () No (Si la respuesta es Sí, continuar con la siguiente pregunta. Si la respuesta es No, pasar a la pregunta 15)

6. ¿Cuál(es)?

a) _____

b) _____

c) _____

d) _____

7. ¿Desde cuándo utiliza la empresa estos *software*?

8. ¿Se llevó a cabo un plan de implementación en la empresa cuando se empezó a utilizar los *software*? () Sí () No (Si la respuesta es No, pasar a la pregunta 22)

9. ¿Cuánto tiempo tomó el proceso de implementación de los software?

10. ¿Se realizaron capacitaciones al personal de la empresa para que aprendieran a utilizar los software? () Sí () No

11. ¿Aproximadamente cuántos empleados recibieron esas capacitaciones?

12. ¿Ha trabajado usted con otros software similares? () Sí () No (Si la respuesta es No, continuar con la pregunta 22)

13. ¿Cuáles?

a) _____

b) _____

c) _____

d) _____

e) _____

14. ¿Considera que el uso de software de administración de proyectos ha sido beneficioso para la empresa? ¿Por qué? _____

(Saltar a pregunta 22)

15. ¿Por qué no utiliza su empresa un software de administración de proyectos? _____

16. Marque con una X los métodos de comunicación interna que se utilizan en su empresa.

- Correo electrónico ()
- WhatsApp o aplicaciones móviles similares ()
- Mensajes de texto SMS ()
- *Software* de mensajería instantánea (ej. Skype, TeamSpeak, etc.) ()
- Otros: _____

17. ¿Considera que estos métodos de comunicación son eficientes? () Sí () No

18. ¿Qué sistema se utiliza en su empresa para el control del cronograma y de recursos en un proyecto? _____

19. ¿Considera que este sistema es eficiente? () Sí () No
20. ¿Se utiliza en su empresa algún tipo de almacenamiento de información en línea? (ej. Dropbox, Drive, etc.) () Sí () No (Si la respuesta es No, saltar a la pregunta 22)
21. ¿Conoce si la empresa paga por este espacio almacenamiento y cuánto espacio de almacenamiento se tiene disponible? _____

22. A continuación se mencionan una serie de funcionalidades que pueden tener los *software* de administración de proyectos. Evalúe del 1 al 10, siendo 1 "Nada importante" y 10 "Muy Importante", qué tan importante considera usted que son estas funcionalidades dentro de un *software* de administración de proyectos, específicamente cuando se utiliza en una empresa constructora.

- a) Elaboración de presupuestos ()
- b) Manejo y control de recursos (materiales, mano de obra, etc.) ()
- c) Creación y seguimiento de cronogramas ()
- d) Comunicación inmediata entre personal de campo y personal de oficina ()
- e) Almacenamiento de información en internet (planos, contratos, plantillas, otros documentos importantes) ()
- f) Lectura y actualización de planos ()
- g) Control de planilla semanal ()
- h) Creación y control de presupuestos ()
- i) Integración con otros software de uso más común (MS Word, MS Excel, AutoCAD, etc.) ()
- j) Seguimiento de actividades ()
- k) Estimación de costos ()
- l) Portabilidad en dispositivos móviles ()
- m) Control de solicitudes de aprobación de materiales y equipos, órdenes de cambio, etc. ()

Otros: _____

Muchas gracias.

(Fin de la encuesta)

Anexo 4. Plantilla de Planilla Semanal

Proyecto:

Planilla de la semana del: (día y fecha) de (mes) al (día y fecha) de (mes) .

Nombre del Trabajador	Puesto	Sábado			Domingo			Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes			TOTAL HRS	
		ENTRADA	SALIDA	TOTAL	ENTRADA	SALIDA	TOTAL	ENTRADA	SALIDA	TOTAL	ENTRADA	SALIDA	TOTAL											

Firma encargado: _____

Anexo 5. Solicitud de información (SDI)

SOLICITUD DE INFORMACIÓN

PROYECTO: _____

Dirigido a: _____

Solicitado por: _____

Consecutivo: _____

Fecha: _____

Descripción de la solicitud:

Anexos:

Respuesta:

Revisado por: _____

Fecha: _____

Inspección

Anexo 6. Solicitud de aprobación de materiales (SAM)

SOLICITUD DE APROBACIÓN DE MATERIALES

PROYECTO: _____

Dirigido a: _____

Solicitado por: _____

Consecutivo: _____

Fecha: _____

Referencia de especificaciones o planos de construcción	Descripción del material o equipo	Uso	Decisión		
			Aprobado	Aprobado con observaciones	Rechazado/ Subsanar

Anexos:

Comentarios sobre la revisión:

Revisado por: _____

Fecha: _____

Inspección

Anexo 7. Transmisión de información

TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN

PROYECTO: _____

Dirigido a: _____

Enviado por: _____

Consecutivo: _____

Fecha: _____

Tipo de información:

Anexos:

Comentarios sobre la recepción:

Recibido por: _____

Fecha: _____

Anexo 8. Lista de verificación

PROYECTO: _____

Actividad a inspeccionar:

Fecha: _____

Encargado:

#	Descripción	Responsable	Fecha límite	Notas
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Firma de la persona que elabora: _____

Anexo 9. Lista de verificación de aspectos de seguridad

PROYECTO: _____

Actividad a inspeccionar: Seguridad ocupacional

Fecha: _____

Encargado:

#	Descripción	Responsable	Cumple		Notas
			Sí	No	
1	Equipos de seguridad (casco, chaleco reflectivo, lentes y zapatos de seguridad, tapones para oídos, mascarillas, etc.)				
2	Capacitaciones periódicas de seguridad ocupacional				
3	Ingeniero de seguridad ocupacional en sitio				
4	Botiquín de primeros auxilios				
5	Extintores de fuego				
6	Arneses y líneas de vida				
7	Planilla reportada a CCSS				
8	Póliza de seguros vigente				
9	Señalización en sitio para tránsito de personas y de vehículos				
10	Rotulación con medidas de seguridad				

11	Espacios adecuados para almacenamiento de materiales peligrosos				
12	Cerramiento perimetral				
13	Personal capacitado para labores especiales (manejo de equipos, trabajos con explosivos, etc.)				
14	Control de ingreso al sitio de la obra				
15	Equipos en buen estado (escaleras, andamios, equipos eléctricos, etc.)				
16	Equipos para transporte de materiales pesados (grúas, montacargas, poleas, etc.)				

Firma de la persona que elabora: _____

