

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
(UCI)

ELABORACIÓN DE UNA GUÍA BÁSICA PARA LA EJECUCIÓN DE LOS PROYECTOS  
DE LA COMPAÑÍA SEM BASADA EN EL ESTÁNDAR DEL PMI

RAFAEL ERNESTO VELÁSQUEZ RUIZ

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

San José, Costa Rica

MARZO, 2021

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como requisito parcial para optar al grado de Máster en Administración de Proyectos

---

Ing. Luís Diego Villalobos Yock  
PROFESOR TUTOR

---

Ing. Alvaro Mata Leitón  
LECTOR No.1

---

Ing. Jorge Garzón  
LECTOR No.2

---

Ing. Rafael Ernesto Velásquez Ruiz  
SUSTENTANTE

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por ser mi pilar, mi apoyo y mi motivación.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis profesores de la maestría por su apoyo e inspiración. En especial al Ing. Luís Diego Villalobos por su valiosa tutoría en el desarrollo del presente PFG.

Pero sobre todo a mis compañeros, que juntos supimos sortear obstáculos, siempre con una sonrisa de amistad y compañerismo.

# INDICE

INDICE .....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VII
INDICE DE TABLAS.....	VIII
ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES UTILIZADAS .....	IX
RESUMEN EJECUTIVO .....	1
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 ANTECEDENTES .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 PROBLEMATICA.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....</b>	<b>4</b>
<b>2 MARCO TEORICO .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 MARCO INSTITUCIONAL .....</b>	<b>5</b>
2.1.1 ANTECEDENTES DE LA INSTITUCIÓN .....	5
2.1.2 MISIÓN Y VISIÓN .....	6
2.1.3 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA .....	6
2.1.4 PRODUCTOS QUE OFRECE.....	7
<b>2.2 TEORÍA DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS .....</b>	<b>8</b>
2.2.1 PROYECTO .....	8
2.2.2 ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS.....	8
2.2.3 CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO .....	8
2.2.4 PROCESOS EN LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS.....	9
2.2.5 ÁREAS DEL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS .....	11
<b>3 MARCO METODOLOGICO.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 FUENTES DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>15</b>
3.1.1 FUENTES PRIMARIAS.....	16
3.1.2 FUENTES SECUNDARIAS.....	16
<b>3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>18</b>
3.2.1 MÉTODO ANÁLITICO .....	18
3.2.2 MÉTODO CUALITATIVO.....	18
3.2.3 MÉTODO CUANTITATIVO.....	18
<b>3.3 HERRAMIENTAS .....</b>	<b>20</b>
<b>3.4 SUPUESTOS Y RESTRICCIONES .....</b>	<b>21</b>
<b>3.5 ENTREGABLES .....</b>	<b>22</b>
<b>4 GUÍA BÁSICA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1 ETAPA DE INICIO.....</b>	<b>25</b>
4.1.1 ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO.....	25
4.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS INTERESADOS .....	27
<b>4.2 ETAPA DE PLANIFICACIÓN .....</b>	<b>28</b>
4.2.1 DEFINICIÓN DEL ALCANCE.....	28
4.2.1.1 Definición del alcance y licitación.....	28
4.2.1.2 Crear la EDT .....	28

4.2.2 PLANIFICACIÓN DEL CRONOGRAMA.....	32
4.2.3 PLANIFICACIÓN DE COSTOS .....	33
4.2.4 PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD .....	36
4.2.5 PLANIFICACIÓN DE LAS COMUNICACIONES .....	37
4.2.6 PLANIFICACIÓN DE LOS RIESGOS .....	38
4.2.7 PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS Y ADQUISICIONES.....	40
4.2.8 PLANIFICACIÓN DEL INVOLUCRAMIENTO DE LOS INTERESADOS .....	42
<b>4.3 ETAPA DE EJECUCIÓN Y CONTROL .....</b>	<b>45</b>
4.3.1 EJECUCIÓN Y CONTROL DEL ALCANCE Y CRONOGRAMA .....	45
4.3.1.1 Ejecución y control del alcance .....	45
4.3.1.2 Control del cronograma .....	45
4.3.1.3 Control de cambios .....	45
4.3.2 EJECUCIÓN Y CONTROL DE LOS COSTOS .....	45
4.3.3 EJECUCIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD.....	53
4.3.4 EJECUCIÓN Y CONTROL DE LAS COMUNICACIONES.....	56
4.3.5 EJECUCIÓN Y CONTROL DE LOS RIESGOS .....	57
4.3.6 EJECUCIÓN Y CONTROL DE LOS RECURSOS Y ADQUISICIONES .....	63
4.3.7 EJECUCIÓN Y CONTROL DE LOS INTERESADOS .....	69
<b>4.4 ETAPA DE CIERRE.....</b>	<b>69</b>
4.4.1 CIERRE DEL PROYECTO.....	69
<b>5 CONCLUSIONES .....</b>	<b>72</b>
<b>6 RECOMENDACIONES .....</b>	<b>73</b>
<b>7 BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>74</b>
<b>8 ANEXOS .....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO 1. PROTOCOLO DE PRUEBAS MEDICIÓN DE VOLTAJE DE TRANSFORMADORES .....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO 2. PROTOCOLO DE PRUEBAS DE AISLAMIENTO .....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO 3. PROTOCOLO DE PRUEBAS TOMACORRIENTES .....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO 4. PROTOCOLO DE PRUEBAS GENERADORES.....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO 5. PROTOCOLO DE PRUEBAS PUESTA A TIERRA .....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXO 6. PROTOCOLO DE LIMPIEZA O FLUSHING DEL SISTEMA HÚMEDO CONTRA INCENDIO .....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO 7. PROTOCOLO DE PRUEBA HIDROSTATICA PARA EL SISTEMA DE AGUAS NEGRAS Y VENTILACIÓN .....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXO 8. PROTOCOLO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE .....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXO 9. CHARTER DE LA TESINA .....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO 10. CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....</b>	<b>99</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura organizativa de SEM LTDA. Elaboración propia. ....	6
Figura 2. Ciclo de vida de un proyecto. PMI (2017, p.548) .....	9
Figura 3. Relación entre los grupos de procesos. Elaboración propia. ....	11
Figura 4. Relación entre grupos de procesos y áreas de conocimiento. PMI (2017, p.18) .....	14
Figura 5. Ciclo de vida de un proyecto. Elaboración propia.....	24
Figura 6 Machote de acta de constitución de proyecto. Elaboración propia.....	26
Figura 7 Documento de asistencia a reunión de lanzamiento de proyectos. Elaboración propia. ....	28
Figura 8. Ejemplo de la EDT de un local comercial. Elaboración propia.....	29
Figura 9. Diccionario de la EDT. Elaboración propia. ....	31
Figura 10. Desarrollo del cronograma. Elaboración propia. ....	32
Figura 11. Proceso de elaboración de oferta para licitar. Elaboración propia. ....	34
Figura 12. Diagrama de flujo de estimación de recursos materiales. Elaboración propia. ....	34
Figura 13. Estructura de un presupuesto de SEM. Elaboración propia.....	35
Figura 14. Matriz RBS para SEM. Elaboración propia. ....	39
Figura 15. Diagrama de flujo del proceso de adquisiciones de SEM. Elaboración propia. ....	41
Figura 16. Matriz Poder x Interés. Elaboración propia.....	44
Figura 17 Estrategias de gestión. Elaboración propia.....	44
Figura 18. Proceso de entrega proyecto electromecánico. Elaboración propia. ....	45
Figura 19. Machote de lista de poncho. Elaboración propia. ....	45
Figura 20. Machote de entrega sustancial. Elaboración propia.....	45
Figura 21. Diagrama Gantt típico de un proyecto de construcción. Elaboración propia. ....	45
Figura 22. Machote de control de órdenes de cambio. Elaboración propia. ....	45
Figura 23. Diagrama de flujo de órdenes de Cambio. Elaboración propia. ....	45
Figura 24. Diagrama de flujo del proceso de pedido de materiales. Elaboración propia.....	46
Figura 25. Vista parcial de la Tabla del control de costos. Elaboración propia.....	47
Figura 26. Representación gráfica del método EVM. (Practice Standard For Earned Value Management). .....	50
Figura 27. Propuesta de reporte de desempeño del proyecto. Elaboración propia. ....	52
Figura 28. Plan de control de calidad. Elaboración propia. ....	53
Figura 29. Machote de prueba de control de calidad de Tableros Eléctricos, #SEM-E-004.0. Elaboración propia. ....	54
Figura 30. Machote de prueba de control de calidad de presión de sistema de agua potable, #SEM-M- 004.0. Elaboración propia. ....	55
Figura 31. Muestra de un Submittal para aprobación de compra. Elaboración SEM. ....	64
Figura 32. Propuesta de tabla comparativa. Elaboración propia.....	65
Figura 33. Propuesta de Solicitud de Compra (SDC). Elaboración propia.....	65
Figura 34. Machote entrega final. Elaboración propia.....	70

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fuentes de información utilizadas. ....	16
Tabla 2. Métodos de investigación utilizados. ....	19
Tabla 3. Herramientas utilizadas. Elaboración propia. ....	20
Tabla 4. Supuestos y restricciones. Elaboración propia. ....	22
Tabla 5. Entregables. Elaboración propia. ....	23
Tabla 6 Matriz de interesados. Elaboración propia. ....	27
Tabla 7 Listado de documentos típicos que conforman el alcance. Elaboración propia. ....	28
Tabla 8. Criterios de ponderación matriz Poder x Interés. Elaboración propia. ....	43
Tabla 9. Matriz de comunicaciones de un proyecto. Elaboración propia. ....	57
Tabla 10. Escala de probabilidad de riesgos. Elaboración propia. ....	58
Tabla 11. Escala de impacto de riesgos. Elaboración propia. ....	59
Tabla 12. Matriz probabilidad x impacto. Elaboración propia. ....	59
Tabla 13. Criterios para calificación general del riesgo del proyecto. Elaboración propia. ....	60
Tabla 14. Definición de la escala de cada riesgo de acuerdo con su probabilidad y a su impacto en tiempo, costo y calidad. Elaboración propia. ....	60
Tabla 15. Plan de gestión de riesgos resumida. Elaboración propia. ....	61
Tabla 16. Tabla de control de las adquisiciones. Elaboración propia. ....	67



## ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES UTILIZADAS

CFIA	Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica
CMI	Consortio de Montajes Industriales S.A.
DP	Director de Proyecto
EE	Encargado Eléctrico
EIA	Electronic Industries Association
EM	Encargado Mecánico
EVM	Método del Valor Ganado (Earned Value Management)
IR	Ingeniero Residente
ISSO	Ingeniera de Salud y Seguridad Ocupacional
NEC	Código Eléctrico Nacional
NFPA	National Fire Protection Association
OC	Orden de Compra
PDM	Diagramación por precedencia
RBS	Risk Breakdown Structure
SDC	Solicitud de Compra
SEM	Soluciones Electromecánicas L.T.D.A
TIA	Telecommunications Industry Association

## RESUMEN EJECUTIVO

La implementación de varias normas aprobadas en años recientes por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA) han contribuido en gran medida a que la construcción electromecánica en Costa Rica se profesionalizara y estuviera al nivel de los grandes países industrializados.

Debido a lo anterior los profesionales en ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica y electromecánica han sido cada vez más exigidos en cuanto a calidad técnica y esto ha provocado una cantidad mayor de riesgos para gestionar. Además, la alta competencia en nuestro mercado ha provocado que los contratistas que ofrecen este tipo de servicios se hayan visto obligados a desarrollar dichos proyectos con mayor orden y estructura para maximizar las utilidades manteniendo altos estándares de calidad.

Los presupuestos ajustados, sumado a los cortos plazos de ejecución han agregado una gran cantidad de riesgos, además, si se toma en cuenta que una gran cantidad de equipos y materiales no son de fabricación nacional y por el contrario muchos se importan principalmente desde Estados Unidos, esto le ha sumado otro riesgo importante: el tiempo de importación.

Los aspectos anteriores se han tenido que gestionar de manera profesional y ya no tanto de forma empírica como había sido la tónica en años anteriores.

En la actualidad cada compañía electromecánica gestiona los proyectos de una forma muy personalizada y la mayoría guiándose por experiencia empírica a través de los años de desarrollo de esta tarea. Pero las compañías no cuentan con metodologías que engloben de manera sistemática todo lo que implica gestionar un proyecto. Es decir, no se trabajan las áreas de conocimiento indicadas por el PMI de manera detallada, con todas las implicaciones que cada una de estas áreas de conocimiento tienen para la buena ejecución de un proyecto.

Es por ello que el objetivo general de este trabajo fue elaborar una guía básica para la ejecución de los proyectos de la compañía SEM, de acuerdo a los estándares del PMI. Los objetivos específicos fueron: Elaborar una guía básica para gestionar y ejecutar los proyectos de la empresa SEM contemplando las áreas de conocimiento del estándar del PMI, identificar los flujos de procesos de cada área de conocimiento a ser aplicados a los proyectos de la compañía y por último proponer plantillas estándar para la elaboración de cualquier proyecto de la compañía.

La metodología del presente trabajo fue principalmente analítica, esto debido a que no se cuenta con bases de datos de acceso público, por lo tanto, se basó en experiencias propias y de personal de las siguientes compañías: Consorcio de Montajes Industriales (CMI), Total Protection Electromechanical, R&R Electricidad y Sistemas S.A y Soluciones Electromecánicas (SEM), todas compañías de amplia experiencia en el mercado de la construcción electromecánica, recopilando experiencias mediante entrevistas y reuniones.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 ANTECEDENTES

La aprobación el 23 de febrero del 2010 del “Código Eléctrico Nacional (NEC)”, como código de acatamiento obligatorio para la construcción eléctrica del país marca un hito en la construcción electromecánica. Debido a que anteriormente dicha construcción quedaba ligada a las buenas prácticas y conocimientos de cada ingeniero eléctrico o electromecánico, fue hasta esa fecha que se estandarizan las prácticas correctas en todas las instalaciones.

De forma similar, el Código Hidráulico empezó con su primera versión en 1994. En esa oportunidad, esta versión por diferentes motivos no pasó de ser una norma de consulta y fue hasta el año 2005 que el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (CFIA) la oficializó.

La implementación de las normas anteriores contribuyó en gran medida para que la construcción electromecánica en Costa Rica se profesionalizara y estuviera al nivel de los grandes países industrializados. Prueba de ello es la llegada de la compañía Intel en el año de 1997, lo que demostró que nuestro país estaba a un primer nivel en este tipo de construcciones. Además, hemos sido testigos como las zonas francas en los últimos años, se nutren de compañías de primer nivel en diferentes ámbitos de producción, siendo de las más destacadas la industria médica. Esta última requiere un alto nivel de especialización en sus instalaciones, debido a la criticidad de sus productos y manufactura.

Todo lo anterior conlleva a que los clientes que contratan a los profesionales en ingeniería eléctrica y electromecánica sean cada vez más exigentes.

## 1.2 PROBLEMATICA

Debido a lo anterior los profesionales en ingeniería eléctrica y electromecánica son cada vez más exigidos en cuanto a calidad técnica y esto conlleva una cantidad mayor de riesgos que deben ser gestionados. Además, la alta competencia en el mercado provoca que los contratistas que ofrecen

este tipo de servicios se vean obligados a desarrollar dichos proyectos con mayor orden y estructura para maximizar las utilidades manteniendo altos estándares de calidad técnica.

Los presupuestos ajustados, sumado a los cortos plazos de ejecución conlleva una gran cantidad de riesgos, además, si se toma en cuenta que una gran cantidad de equipos y materiales no son de fabricación nacional y por el contrario muchos se importan principalmente desde Estados Unidos; esto le suma otro riesgo importante, el tiempo de importación.

Los aspectos anteriores necesitan ser gestionados de manera profesional y ya no tanto de forma empírica como ha sido la tónica en los últimos años.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

En la actualidad cada compañía electromecánica gestiona los proyectos de una forma muy personalizada y la mayoría guiándose por experiencia empírica a través de los años de desarrollo de esta tarea. Pero no se cuenta con herramientas que engloben de manera sistemática todo lo que implica gestionar un proyecto. Desde la definición del alcance, pasando por las áreas de conocimiento del cronograma, calidad, adquisición, recursos, etc. Por lo tanto, el implementar herramientas que ayuden a llevar a cabo esta gestión en cada una de las áreas se vuelve cada vez más necesarias e imprescindibles si el deseo es mantenerse competitivo.

En el presente trabajo desarrollaremos herramientas y planes para gestionar las áreas de conocimiento que en mi experiencia son las que llevan mayor riesgo y alta probabilidad de que al no ser gestionados correctamente no se obtenga el producto esperado. Si bien es cierto todas las áreas del conocimiento están estrictamente relacionadas en la construcción electromecánica hay unas más críticas que otras, como la gestión del costo, gestión del alcance y gestión del cronograma.

En mi experiencia, en los proyectos de construcción electromecánica las áreas de recursos y comunicaciones no son de alto riesgo, ya que los recursos están plenamente identificados y su disponibilidad ya no es un tema de planeación sino de recursos económicos, lo cual a veces se limita, pero es algo con lo que hay que trabajar. Por otro lado, el área de comunicación tampoco es un área crítica ya que al estar bajo la contratación de una compañía que realiza la función de

Project Manager, esta maneja una matriz de comunicación bastante clara. A pesar de lo anterior siempre surgen problemas en estas áreas, pero no son los que dan más problemas y las que crean mayores riesgos.

#### **1.4 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar una guía básica para el desarrollo de los proyectos de construcción electromecánica de la compañía SEM, de acuerdo con los estándares del PMI.

#### **1.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Elaborar una guía básica para gestionar y ejecutar los proyectos de la empresa SEM contemplando las 10 áreas de conocimiento del estándar del PMI.
2. Identificar los flujos de procesos de cada área de conocimiento a ser aplicados a los proyectos de la compañía SEM.
3. Proponer plantillas estándar para la elaboración de cualquier proyecto de construcción electromecánica de la compañía SEM.

## **2 MARCO TEORICO**

### **2.1 MARCO INSTITUCIONAL**

#### **2.1.1 ANTECEDENTES DE LA INSTITUCIÓN**

La compañía Soluciones Electromecánicas L.T.D.A. (SEM) nace hace más de 12 años y se incorpora al mercado de la construcción ofreciendo soluciones para la construcción electromecánica y de aire acondicionado en el sector residencial, comercial e industrial.

Sus socios fundadores tienen como objetivo brindar a los clientes soluciones cuyos valores son el compromiso al cliente, de tal forma que pueda ver en nosotros a un aliado de confianza y que le brinde soporte técnico con los más altos estándares de calidad, acatando toda la normativa nacional vigente y también estándares internacionales, ya que muchos de nuestros clientes son compañías transnacionales.

Actualmente ejecutamos proyectos con las principales constructoras y desarrolladoras del país, dando empleo a un aproximado de 18 personas en oficinas y más de 65 personas en labores de campo.

La compañía debido a su buen desempeño se encuentra en una etapa de expansión próxima a iniciar proyectos de gran envergadura, lo cual nos sitúa al mismo nivel de las constructoras electromecánicas de mayor renombre y trayectoria en el sector. Lo cual conlleva un compromiso de la gerencia de profesionalizar los procedimientos de gestión de proyectos.

Actualmente la gestión de proyectos se lleva a cabo de una manera empírica, que, si bien se desarrolla de una forma ordenada y confiable, no se implementan algunas prácticas necesarias para la ejecución de obras mayores, como las que se están a punto de iniciar.

### 2.1.2 MISIÓN Y VISIÓN

A continuación, se detalla la Misión y Visión de la compañía.

Misión:

“Construir sistemas eléctricos, mecánicos y de aire acondicionado, con tecnología de vanguardia, basados en estándares mundiales de seguridad y calidad”. Recuperado de <https://soluciones-em.com/>

Visión:

“Establecerse como uno de los líderes del mercado nacional, en la construcción y montajes de sistemas eléctricos, mecánicos y de aire acondicionado, a través de la excelencia en la ejecución de proyectos y la capacitación constante de nuestro recurso humano.” Recuperado de <https://soluciones-em.com/>

### 2.1.3 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

La estructura organizativa es muy similar al de las mismas compañías en su rama. Específicamente cuenta con un departamento de proveeduría, uno de finanzas, uno de presupuestos y uno de ingeniería.

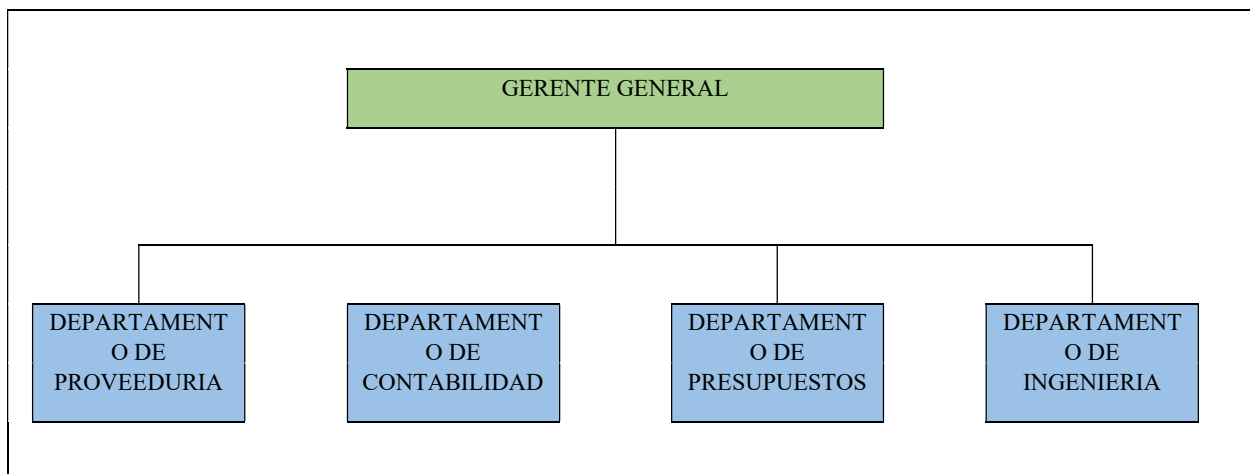


Figura 1. Estructura organizativa de SEM LTDA. Elaboración propia.

#### 2.1.4 PRODUCTOS QUE OFRECE

El producto que SEM ofrece es el servicio de la construcción de proyectos electromecánicos y de aire acondicionado.

Nos encargamos de la compra, instalación y puesta en marcha de todos los sistemas que tienen relación con la ingeniería eléctrica y mecánica.

Específicamente en el área de la ingeniería eléctrica ofrece las siguientes soluciones:

1. Sistemas de potencia de medio voltaje.
2. Sistema de potencia de bajo voltaje.
3. Sistemas de iluminación.
4. Sistemas de tomacorrientes y salidas especiales.
5. Sistemas de detección de incendios.
6. Sistemas de telecomunicaciones.
7. Sistemas de seguridad y monitoreo (CCTV).
8. Sistemas de control de acceso.
9. Sistemas de control y automatización.

En cuanto al área de la ingeniería mecánica ofrece:

1. Sistema de agua potable fría.
2. Sistema de agua potable caliente.
3. Sistemas pluviales
4. Sistemas de aguas negras y ventilaciones.
5. Sistemas contra incendios.
6. Sistemas de aire acondicionado.
7. Sistemas de ventilación forzada.
8. Sistemas de gas LP
9. Sistemas de aire comprimido
10. Sistema de gases nobles.
11. Sistemas especiales de trasiego de alimentos.



## **2.2 TEORÍA DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

### **2.2.1 PROYECTO**

Un proyecto es un esfuerzo único y temporal ejecutado con el fin de conseguir un objetivo. Y los objetivos se logran a través de la obtención de entregables y estos últimos son productos o resultados verificables. Los entregables son productos o servicios únicos, que pueden ser tangibles o intangibles. Esto de acuerdo a la teoría de la Guía del PMBOK (PMI, 2017). Los proyectos son únicos y tienen un inicio y un fin claramente establecido.

Todo proyecto tiene como meta conseguir algo para la organización, que puede ser una mejora operativa, mejor posicionamiento en el mercado, aumentar las utilidades, etc.

### **2.2.2 ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

La administración de proyectos de acuerdo con la Guía del PMBOK “es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo.” (PMI, 2017, p.10)

### **2.2.3 CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO**

El ciclo de vida de un proyecto es el conjunto de fases por las que atraviesa el proyecto desde su concepción hasta su finalización. La Guía del PMBOK (PMI, 2017) identifica 5 tipos de ciclos de vida, el ciclo de vida predictivo, el iterativo, incremental, adaptativos y el modelo híbrido. Típicamente en la construcción electromecánica se utiliza el ciclo de vida predictivo, en el cual se determina el alcance del proyecto, el tiempo de ejecución y su costo en la primera fase de su ciclo de vida. Existe también la modalidad de un ciclo de vida iterativo, el cual consisten en tener el

alcance en la primera fase del proyecto, pero el costo y alcance varia conforme avanza el proyecto y se va detallando. Esta última es poco utilizada en el medio costarricense.

De esta forme el ciclo de vida de un proyecto, tal como lo plantea el La Guía del PMBOK (PMI, 2017) es aplicable perfectamente a un proyecto de construcción electromecánica. Estos tienen un inicio donde se da la autorización de la gerencia para iniciarlos una vez ganada la licitación o adjudicado el mismo. Una fase de organización y planificación, en la cual el equipo del proyecto planea como será ejecutado y controlado en todas sus etapas. Luego una etapa de ejecución, en la cual se desarrolla la ejecución física y se realiza el control del mismo y por último una fase de finalización, en la cual se cierra contractualmente el proyecto y se liberan los recursos asignados

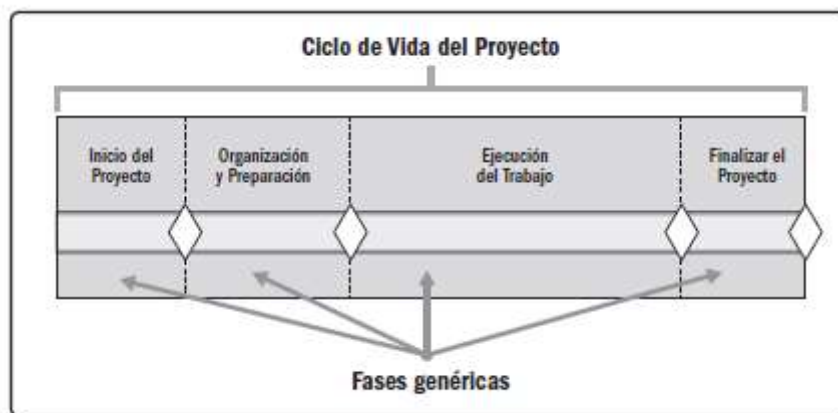


Figura 2. Ciclo de vida de un proyecto. PMI (2017, p.548)

## 2.2.4 PROCESOS EN LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

Los procesos definidos en la Guía del PMBOK son los siguientes:

- Grupo de Procesos de Inicio.

En este grupo de procesos se agrupan todas las acciones que autorizan la ejecución de un proyecto, incluye la designación del director del proyecto y también tiene como fin informar a los interesados de que se trata el proyecto, asignar los recursos necesarios para la consecución del mismo y verificar que los objetivos del proyecto estén alineados con los objetivos estratégicos de la organización.

- Grupo de Procesos de Planificación.

En el Grupo de Procesos de Planificación se refinan los objetivos y se detalla la línea de acción a seguir para la exitosa consecución de los objetivos del proyecto. Se definen cuáles son los documentos de entrada e incluyen todas las áreas de conocimiento, integración, alcance, cronograma, costos, calidad, recursos, comunicación, riesgos, adquisiciones e interesados. Cabe resaltar que conforme se avanza en este proceso es posible que se tengan que ajustar algunos de los elementos desarrollados en el proceso de inicio como parte del monitoreo y control.

- Grupo de procesos de Ejecución.

En esta etapa se coordinan y ejecutan todas las actividades necesarias para cumplir con los objetivos del proyecto, de acuerdo a la línea de acción definida en los procesos de planificación. Se coordinan recursos humanos y materiales y se gestiona el tiempo y el presupuesto. Además, se controlan las solicitudes de cambio, gestionando su aprobación y las implicaciones que estas impliquen, como el tiempo y el costo asociado.

- Grupo de Procesos de Monitoreo y Control.

En este grupo de procesos se da seguimiento al desempeño del proyecto, se recopilan datos de su desempeño y se informa sobre los resultados, además se analizan y como resultado se dan observaciones de mejoras. Lo anterior se logra haciendo una comparación entre el desempeño real y el desempeño planificado, revisando sus variaciones e implicaciones. Con estos datos se informa a los interesados y se sugieren opciones de mejora, también se hacen proyecciones y se proponen acciones de contingencia para poder mitigar algún riesgo detectado. Este grupo de proceso se da en todas las áreas de conocimiento, es un proceso continuo durante toda la vida del proyecto y es fundamental que se realice de manera constante o en los momentos identificados como clave durante la ejecución. Y los documentos de salida de este proceso y sus recomendaciones mantienen al proyecto en el rumbo correcto para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

- Grupo de Procesos de Cierre.

Esta fase de cierre consiste en el finiquito formal y ordenado de un proyecto. Se verifican que los entregables hayan sido recibidos a satisfacción por el cliente incluyendo las solicitudes de cambio aprobada y desarrolladas durante el periodo de ejecución. Se da un cierre del contrato y aceptación por parte del cliente. A lo interno de la compañía, en este proceso se ordena la información

recopilada, tanto las estadísticas como las lecciones aprendidas y por último se liberan los recursos asignados.

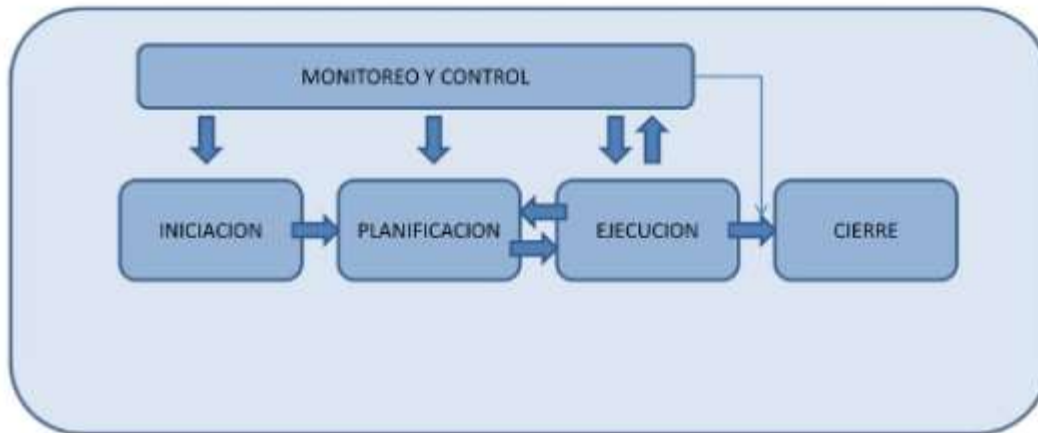


Figura 3. Relación entre los grupos de procesos. Elaboración propia.

## 2.2.5 ÁREAS DEL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

Las áreas del conocimiento definidas en el Guía del PMBOK (PMI, 2017) son las siguientes:

- Gestión de la Integración del Proyecto.

La gestión de integración del proyecto incluye todas las acciones para coordinar todos los demás procesos del proyecto, consiste en recolectar información oportuna para tomar decisiones que pueden ir dirigidas a donde se requiere concentrar esfuerzos o decisiones para anticipar riesgos. Es la forma en cómo se coordinará todo el proyecto.

- Gestión del Alcance del Proyecto.

Incluye las acciones necesarias para definir claramente y sin lugar a duda que se incluye en el proyecto y que no se incluye, de tal forma que absolutamente todo este incluido en los entregables del proyecto para concluirlo con éxito.

- Gestión del Cronograma del Proyecto.

En esta gestión se define como se GESTIONARÁ y controlara el cronograma del proyecto, se definen las actividades, se secuencian y se define su duración, luego se desarrolla y por último se controla el cronograma. Algo importante es que este debe ser suficientemente flexible para poder adaptarse a las situaciones que se puedan ir presentando durante la ejecución.

- Gestión de los Costos del Proyecto.

La gestión de los costos incluye la estimación de los mismo, la elaboración del presupuesto y su forma de presentarlo, ejecutarlo y controlarlo. Por ejemplo, se deben incluir aspectos como la exactitud de las cifras, los montos para contingencias si existiesen, la forma como se va a medir el desempeño y la periodicidad de esta medición, la presentación y periodicidad de los informes, etc.

- Gestión de la Calidad del Proyecto.

Esta área de conocimiento trata sobre la calidad no sólo del proyecto sino también del producto. Es la encargada de definir los estándares bajo los cuales se medirá el cumplimiento del proyecto y sus entregables. Aquí se deben establecer como se demostrará de manera documental el cumplimiento de dichos estándares y de esta forma satisfacer las expectativas del cliente.

- Gestión de los Recursos del Proyecto.

Es la gestión que permite identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la ejecución de un proyecto, desde los recursos económicos, pasando por los recursos materiales y de equipo, hasta los recursos humanos. Un buen plan de gestión de los recursos permitirá tener dichos recursos en el momento y cantidad que se requieran de acuerdo a cada etapa.

- Gestión de las Comunicaciones del Proyecto.

Esta área del conocimiento permite un intercambio eficaz de la información. Saber comunicar y a quien comunicarlo para que se cumpla el objetivo. Algo que a simple vista podría parecer sencillo

y fácil, pero en la práctica en un proyecto de cierta complejidad, si no se gestiona bien puede dar al traste con los objetivos finales. Es por esto que en La Guía del PMBOK (PMI, 2017) define dos etapas en esta gestión, la primera es la de crear una estrategia para una eficiente comunicación y la segunda es la implementación de dicha estrategia.

- Gestión de los Riesgos del Proyecto.

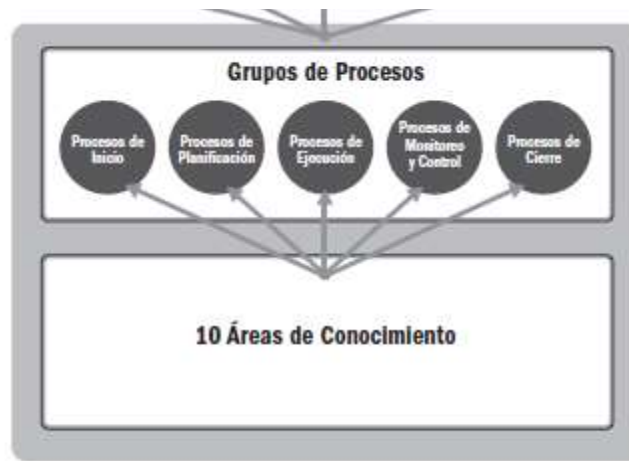
Incluye todos los procesos necesarios para identificar, analizar y prever respuestas a los riesgos que se puedan presentar en un proyecto, tanto para los riesgos generales como también para los riesgos individuales. Una vez identificados se debe concentrar en los de mayor impacto ya que algunos pueden ser inevitables, pero de poco impacto.

- Gestión de las Adquisiciones del Proyecto.

Permite tener los recursos necesarios para la ejecución del proyecto en el momento y la cantidad necesaria. Además de tener claro qué tipo de contratación es la más adecuada, tomando en cuenta si se va a adquirir un bien o servicio, si es por un tiempo corto o largo, etc.

- Gestión de los Interesados del Proyecto.

Permite identificar a los grupos de poder que están directa o indirectamente relacionadas al proyecto y que se deben de tener identificados para poder gestionar sus intereses y encauzarlos para el bien del proyecto.



*Figura 4.* Relación entre grupos de procesos y áreas de conocimiento. PMI (2017, p.18)

### 3 MARCO METODOLOGICO

El marco metodológico es cómo se investigará el problema, es la explicación de los mecanismos y técnicas que se usaron para el análisis y desarrollo del PGF y describe de forma detallada cómo se llevara a cabo el estudio. Diseñar la metodología de un trabajo de investigación significa especificar los detalles y procedimientos acerca de cómo se realizará la recolección de datos, a fin de lograr en forma precisa el objetivo de la investigación.

#### 3.1 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información son definidas por varios autores de la siguiente manera:

En una investigación, hablamos de fuentes de información o fuentes documentales para referirnos al origen de una información determinada, es decir, el soporte en el cual encontramos información y el cual podemos referir a terceros para que, a su vez, la recuperen para sí mismos.

Las fuentes de información pueden ser de muy diverso tipo y pueden brindar datos más o menos fidedignos, lo cual influirá de manera decisiva y determinante en los resultados que vayamos a obtener. Investigar es obtener información, y saber investigar es, por ende, saber cómo recoger la información del modo más confiable posible.

Fuente: <https://concepto.de/fuentes-de-informacion/#ixzz676WKIcEL>

Las fuentes de información son instrumentos para el conocimiento, acceso y búsqueda de la información. Su objetivo principal es el de buscar, fijar y difundir la fuente de la información implícita en cualquier soporte físico. Es un término que con el tiempo ha ido adquiriendo mucha importancia, sobre todo con la aparición de la informática.

Las fuentes de información se pueden clasificar según las diferentes perspectivas, sin embargo cada autor puede elaborar su propia clasificación, una de ellas es la siguiente:

Según el grado de información que brindan: primarias, secundarias y terciarias.

Según el tipo de información que contienen: general y especializada.

Según el formato o soporte: textual o audiovisual.

Fuente: <https://conceptodefinicion.de/fuentes-de-informacion/>



### 3.1.1 FUENTES PRIMARIAS.

Las fuentes primarias son aquella información nueva, que no está editada o resumida, tal como se indica “Las fuentes primarias son también llamadas fuentes de primera mano. Son aquellos recursos documentales que han sido publicados por primera vez, sin ser filtrados, resumidos, evaluados o interpretados por algún individuo.”

(Fuente: <https://www.lifeder.com/fuentes-primarias-secundarias/>)

Otra definición muy clara de lo que son las fuentes primarias es tal como lo describe Bounacore, Domingo (1980) “las que contienen información original no abreviada ni traducida: tesis, libros, monografías, artículos de revista, manuscritos. Se les llama también fuentes de información de primera mano”. (p.229)

### 3.1.2 FUENTES SECUNDARIAS.

Las fuentes secundarias se podrían describir como la información que nos llega a través de otros, algún resumen o interpretación de una fuente primaria. De acuerdo a Guzmán (1982) “Las fuentes secundarias por otra parte permiten conocer hechos o fenómenos a partir de documentos o datos recopilados por otros” (p.1)

El resumen de las fuentes de información utilizadas en este proyecto se presenta en la tabla 1:

Tabla 1. Fuentes de información utilizadas.

Objetivo	Fuentes de información	
	Primarias	Secundarias
Elaborar una guía básica para gestionar y ejecutar los proyectos de la empresa SEM contemplando las 10	Juicio de expertos Recopilación de datos Reuniones Factores ambientales	Lledó, P. (2017). Director de proyectos: Cómo aprobar el examen PMP® sin morir en el intento. Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. (2011). Guía para el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas.

Objetivo	Fuentes de información	
	Primarias	Secundarias
areas de conocimiento del estandar del PMI.		David, F. (2013). Conceptos de Administración estratégica. Project Management Institute Inc. (2017). <i>Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos</i> (Guía del PMBOK®). Pennsylvania: Project Management Institute
Identificar los flujos de procesos de cada área de conocimiento a ser aplicados a los proyectos de la compañía SEM.	Juicio de expertos Recopilación de datos Reuniones Factores ambientales	Lledó, P. (2017). Director de proyectos: Cómo aprobar el examen PMP® sin morir en el intento. Project Management Institute Inc. (2017). <i>Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos</i> (Guía del PMBOK®). Pennsylvania: Project Management Institute
Proponer plantillas estándar para la elaboración de cualquier proyecto de construcción electromecánica de la compañía SEM.	Juicio de expertos Recopilación de datos Reuniones Factores ambientales	Lledó, P. (2017). Director de proyectos: Cómo aprobar el examen PMP® sin morir en el intento. Project Management Institute Inc. (2017). <i>Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos</i> (Guía del PMBOK®). Pennsylvania: Project Management Institute

La tabla 1 muestra las fuentes de información utilizadas, en correspondencia con cada objetivo, y según sean primarias o secundarias. Autoría propia.

## 3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

### 3.2.1 MÉTODO ANÁLITICO

Este método consiste en la aplicación de la experiencia directa (lo propuesto por el empirismo) a la obtención de pruebas para verificar o validar un razonamiento, a través de mecanismos verificables como estadísticas, la observación de fenómenos o la replicación experimental. El método analítico es uno de los modelos propuestos en el Método Científico.

Fuente: <https://concepto.de/metodo-analitico/#ixzz676kDSQBV>

### 3.2.2 MÉTODO CUALITATIVO

Se trata de métodos de base lingüístico-semiótica. Emplean técnicas distintas a la encuesta y al experimento, tales como entrevistas abiertas, grupos de discusión, o técnicas de observación participante.

Todo método cualitativo aspira a recoger los discursos completos sobre un tema específico, para luego proceder a su interpretación, enfocándose así en los aspectos culturales e ideológicos del resultado, en lugar de los numéricos o proporcionales.

Fuente: <https://concepto.de/metodo-cualitativo/#ixzz676kjoA1O>

### 3.2.3 MÉTODO CUANTITATIVO

Los métodos cuantitativos, metodologías cuantitativas o investigaciones cuantitativas son el conjunto de estrategias de obtención y procesamiento de información que emplean magnitudes numéricas y técnicas formales y/o estadísticas para llevar a cabo su análisis, siempre enmarcados en una relación de causa y efecto.

En otras palabras, un método cuantitativo es todo aquel que utiliza valores numéricos para estudiar un fenómeno. Como consecuencia, obtiene conclusiones que pueden ser expresadas de forma matemática.

Fuente: <https://concepto.de/metodo-cuantitativo/#ixzz6761B2HcM>

En la tabla 2, se pueden apreciar los métodos de investigación empleados en el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

Tabla 2. Métodos de investigación utilizados.

Objetivo	Métodos de investigación		
	Análítico	Cualitativo	Cuantitativo
1 Elaborar una guía básica para gestionar y ejecutar los proyectos de la empresa SEM contemplando las 10 áreas de conocimiento del estandar del PMI.	Con base en la experiencia de expertos en el tema de la construcción electromecánica y su errores y aciertos pasados elaborar un plan de integración eficiente.	Entrevistas y conversaciones con expertos en la construcción electromecánica para obtener diversa información y puntos de vista	No aplica ya que no existen bases de datos o registros disponibles al respecto.
2 Identificar los flujos de procesos de cada área de conocimiento a ser aplicados a los proyectos de la compañía SEM.	Con base en la experiencia de expertos en el tema de la construcción electromecánica y su errores y aciertos pasados elaborar un plan de integración eficiente.	Entrevistas y conversaciones con expertos en la construcción electromecánica para obtener aciertos pasados elaborar un plan de integración eficiente.	No aplica ya que no existen bases de datos o registros disponibles al respecto.

Objetivo	Métodos de investigación		
	Analítico	Cualitativo	Cuantitativo
3 Proponer plantillas estándar para la elaboración de cualquier proyecto de construcción electromecánica de la compañía SEM.	Con base en la experiencia de expertos en el tema de la construcción electromecánica y su errores y aciertos pasados elaborar un plan de integración eficiente	Entrevistas y conversaciones con expertos en la construcción electromecánica para obtener diversa información y puntos de vista	Análisis de la gestión de cronogramas de proyectos similares

La tabla 2 muestra los métodos de investigación utilizados, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia

### 3.3 HERRAMIENTAS

Las herramientas básicamente son instrumentos que nos ayudan para realizar un trabajo, en el ámbito del manejo de proyecto estas pueden ser de varios tipos, entre ellas se encuentran estudios comparativos, tormenta de ideas, hojas de verificación, listas de verificación, grupos focales, entrevistas, investigaciones de mercado, cuestionarios y encuestas y muestreos estadísticos, entre otras.

Tabla 3. Herramientas utilizadas. Elaboración propia.

Objetivo	Herramientas
1 Elaborar una guía básica para gestionar y ejecutar los proyectos de la empresa SEM contemplando las 10 áreas de conocimiento del estandar del PMI.	Juicio de expertos Recopilación de datos Reuniones Documentos del proyecto

Objetivo	Herramientas
2 Identificar los flujos de procesos de cada área de conocimiento a ser aplicados a los proyectos de la compañía SEM.	Juicio de expertos Análisis del producto Documentos del proyecto
3 Proponer plantillas estándar para la elaboración de cualquier proyecto de construcción electromecánica de la compañía SEM.	Juicio de expertos Análisis de datos Reuniones Documentos del proyecto

La tabla 3 muestra las herramientas utilizadas, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

### 3.4 SUPUESTOS Y RESTRICCIONES

Los supuestos son suposiciones o hipótesis para iniciar una investigación, en este caso son suposiciones de las que partimos y que deberán ser confirmados conforme se avanza en el desarrollo del proyecto. Por otro lado, las restricciones son limitaciones que nos pueden limitar el desarrollo de una actividad o etapa del proyecto, las cuales hay que tener en cuenta para que no se conviertan en riesgos que den al traste con la consecución de los objetivos planteados.

Los supuestos y restricciones, y su relación con los objetivos del proyecto final de graduación, se ilustran en la tabla 4, a continuación.

Tabla 4. Supuestos y restricciones. Elaboración propia.

Objetivos	Supuestos	Restricciones
1 Elaborar una guía básica para gestionar y ejecutar los proyectos de la empresa SEM contemplando las 10 áreas de conocimiento del estandar del PMI.	Se cuenta con el compromiso de la gerencia. Se cuenta con el compromiso de los involucrados.	Limitada experiencia en la organización en el manejo profesional de proyectos.
2 Identificar los flujos de procesos de cada área de conocimiento a ser aplicados a los proyectos de la compañía SEM.	Se cuenta con el compromiso de las jefaturas de departamento, contabilidad, proveeduría, presupuesto y recursos humanos.	Limitada experiencia en la organización en el manejo profesional de proyectos.
3 Proponer plantillas estándar para la elaboración de cualquier proyecto de construcción electromecánica de la compañía SEM.	Se cuenta con el compromiso del departamento de ingeniería.	Limitada experiencia en la organización en el manejo profesional de proyectos.

La tabla 4 muestra supuestos y restricciones utilizados, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

### 3.5 ENTREGABLES

Los entregables de un proyecto son el producto final o el resultado del proyecto. Aquello que se espera obtener después de todo el análisis desarrollado en el proyecto. Este debe ser verificable y

se pueden obtener entregables no sólo al final del proyecto sino también al final de una etapa o fase intermedia.

En la tabla 5, se definen los entregables para cada objetivo propuesto.

*Tabla 5. Entregables. Elaboración propia.*

Objetivos	Entregables
1 Elaborar una guía básica para gestionar y ejecutar los proyectos de la empresa SEM contemplando las 10 áreas de conocimiento del estandar del PMI.	Plan de Gestión Estándar.
2 Identificar los flujos de procesos de cada área de conocimiento a ser aplicados a los proyectos de la compañía SEM.	Guía metodológica y conjunto de procesos por cada área de conocimientos de acuerdo con el PMI.
3 Proponer plantillas estándar para la elaboración de cualquier proyecto de construcción electromecánica de la compañía SEM.	Conjunto de planillas a implementar como parte del plan de gestión.

La tabla 5 muestra los entregables del proyecto, en correspondencia con cada objetivo.

Elaboración propia.



## 4 GUÍA BÁSICA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS

En este capítulo se desarrolla una guía básica del plan de gestión para la planeación, ejecución y control de proyectos de construcción electromecánicos de la compañía SEM. Es un plan de gestión estándar, de tal forma que se puede aplicar a cualquier proyecto de la compañía, indistintamente de su magnitud en costo, tiempo y alcance.

La compañía SEM presenta bastantes oportunidades de mejora en varios aspectos gerenciales, las cuales serán tratadas en el presente plan.

Esta guía básica está basada en el estándar del PMI, sin embargo, se desarrolla de tal forma que es de fácil su implementación para alguien no experto en el mismo.

Todo proyecto de la compañía se puede enmarcar en un ciclo de vida como el indicado en la figura 5. En este se muestra básicamente el inicio, la planificación, la ejecución, control y la finalización de cualquier tipo de proyecto. Los nombres y magnitud de las etapas pueden variar, pero el esquema es el mismo.

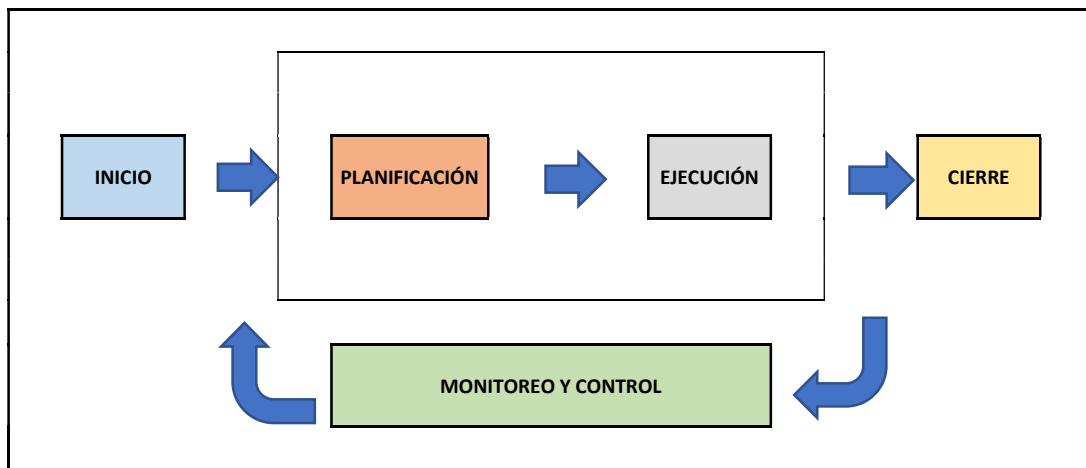


Figura 5. Ciclo de vida de un proyecto. Elaboración propia.

Integrar todos los procesos necesarios para unificar y darle una sola línea conductora a todo el plan de gestión del proyecto en sus diferentes áreas, es tarea principalmente del DP, que tiene como fin mantener un sólo hilo conductor del proyecto, verlo siempre en su conjunto y tomar las decisiones para implementar las medidas necesarias para volverlo a alinear con sus objetivos si en algún momento se desvía de ellos. Y esto es una responsabilidad que se da desde el inicio y hasta su conclusión.

También es responsabilidad del DP tener el alcance claro y además entenderlo en su totalidad y con él todas sus implicaciones; transmitir este alcance al resto del equipo del proyecto y, además, realizar todas las gestiones necesarias para cumplir con los entregables, así como controlar y medir el avance del proyecto. También, una parte fundamental de todo buen DP es procurar las acciones para mantener a su equipo motivado y en un proceso de mejora continua. Un equipo motivado es mucho más productivo y eficiente.

## **4.1 ETAPA DE INICIO**

### **4.1.1 ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO**

El acta de constitución del proyecto o Chárter por su traducción al idioma inglés, es el documento que le da vida al proyecto dentro de la compañía. Es un documento indispensable para iniciar el proyecto. En él se plasman aspectos como el nombre del proyecto, sus objetivos, el nombre del DP, sus restricciones principales, supuestos principales, hitos en el cronograma y otros aspectos necesarios para tener una claridad bastante amplia del proyecto. Con este documento se le está informando a los diferentes involucrados, miembros de la compañía, que el proyecto existe y que se le está dando autoridad al DP para su dirección y también para que dé inicio la coordinación de obtener los recursos de la compañía necesarios para su ejecución.

La compañía SEM no posee un machote de acta de constitución de proyecto. Por lo que se propone la que se muestra en la figura 6 (p.26). La misma muestra los elementos principales que debe contener un acta de constitución, a la cual se le pueden perfectamente agregar más elementos si así lo considera oportuno el DP. Sin embargo, es importante estandarizar este documento para todos los proyectos.

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO	
FECHA DEL ACTA DE CONSTITUCIÓN	NOMBRE DEL PROYECTO
AREAS DE CONOCIMIENTO	AREA DE APLICACIÓN
FECHA DE INICIO CONTRACTUAL DEL PROYECTO	FECHA DE FINALIZACIÓN CONTRACTUAL DEL PROYECTO
OBJETIVOS DEL PROYECTO	
JUSTIFICACIÓN O PROPOSITO DEL PROYECTO	
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO (ENTREGABLES)	
SUPUESTO	
RESTRICCIONES	
IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	
PRESUPUESTO	
PRINCIPALES HITOS Y FECHAS	
INFORMACIÓN HISTORICA RELEVANTE	
IDENTIFICACIÓN DE GRUPOS DE INTERES (INVOLUCRADOS)	
DIRECTOR DE PROYECTO	FIRMA
GERENTE GENERAL	FIRMA

Figura 6 Machote de acta de constitución de proyecto. Elaboración propia.

#### 4.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS INTERESADOS

La identificación de interesados puede realizarse de diversas formas, como lo son reuniones, tormenta de ideas, cuestionarios, encuestas, etc. Para esto se debe llenar la siguiente tabla una vez se tengan identificados.

#ID	Puesto	Organización	Responsabilidad	Contacto
001				
002				
003				
004				
005				
006				
007				
008				
009				
010				
011				
012				
013				
014				
015				

Tabla 6 Matriz de interesados. Elaboración propia.

Una vez identificados se debe determinar cómo serán gestionados y esto depende de su influencia o poder que puedan tener hacia el proyecto de forma directa o indirecta. Es necesario un conocimiento mayor de un interesado para poder implementar planes o estrategias que nos permitan acercarnos a él.

## **4.2 ETAPA DE PLANIFICACIÓN**

### **4.2.1 DEFINICIÓN DEL ALCANCE**

4.2.1.1 Definición del alcance y licitación

4.2.1.2 Crear la EDT

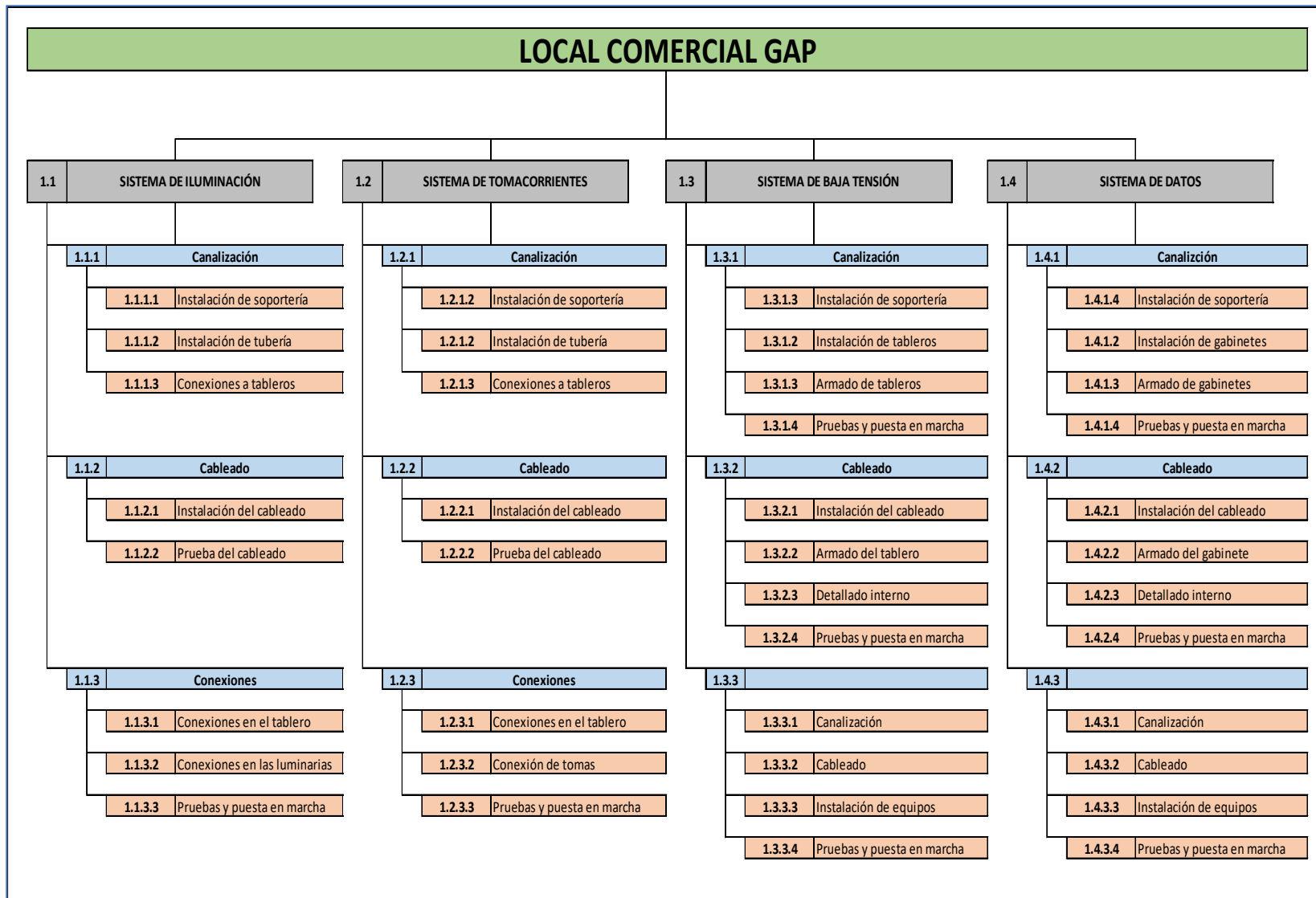


Figura 8. Ejemplo de la EDT de un local comercial. Elaboración propia.

El diccionario de la EDT es la documentación que detalla la EDT. En este se muestra el detalle de cada paquete de trabajo, la descripción detallada del mismo, responsables, recursos asignados, tiempo de ejecución y demás aspectos que lo describen. Este será uno de los documentos claves para controlar el alcance, de ahí la importancia de detallarlo tanto como sea posible indicando claramente sus criterios de aceptación y otra información útil para la etapa de control.

Este diccionario comprende todos los paquetes de trabajo que se indicaron en la EDT, todos tienen un responsable de su ejecución y un responsable de aprobación de lo que ahí se detalla.

En la figura 9 (p.34) se muestra uno de los elementos del diccionario a manera de ejemplo. Los restantes deben seguir una estructura similar. Es importante recordar que se debe hacer un elemento de estos para cada paquete de trabajo definido en la EDT, ya que como se mencionó, se utilizarán para controlar el alcance y el costo.

El diccionario de la EDT es la documentación que detalla la EDT. En este se muestra el detalle de cada paquete de trabajo, la descripción detallada del mismo, responsables, recursos asignados, tiempo de ejecución y demás aspectos que lo describen. Este será uno de los documentos claves para controlar el alcance, de ahí la importancia de detallarlo tanto como sea posible indicando claramente sus criterios de aceptación y otra información útil para la etapa de control.

Este diccionario comprende todos los paquetes de trabajo que se indicaron en la EDT, todos tienen un responsable de su ejecución y un responsable de aprobación de lo que ahí se detalla.


<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		 <b>SOLUCIONES ELECTROMECANICAS</b>	
Nombre del paquete de trabajo:	Canalización del sistema de iluminación del Centro de Servicios		
# ID del paquete de trabajo:	1.1.1.1	Fecha de actualización:	05-abr-20
# Cuenta de control:	1.1	# de Versión:	1
Responsable de la realización:			
Responsable de la revisión:			
Responsable de la aprobación:			
Descripción:			
Actividad predecesora:			
Actividad sucesora:			
Criterio de aceptación:			
Entregables:			
Recursos asignados:			
Duración media			
Costo estimado			
Firma del Director del Proyecto			

Figura 9. Diccionario de la EDT. Elaboración propia.



#### 4.2.2 PLANIFICACIÓN DEL CRONOGRAMA

Durante la etapa de licitación se suministra el tiempo que el cliente desea que se ejecute el proyecto que patrocina. Por lo tanto, los recursos deben ir en función de este tiempo de ejecución.

La manera de gestionar correctamente el cronograma del proyecto debe definir las políticas de cómo se va a elaborar y controlar. En esta etapa debemos secuenciar las actividades, asignarles prioridades, duración y criticidad.

Para lo anterior se debe tener claro qué tipo de ciclo de vida tiene el proyecto en cuestión. En nuestro caso tenemos un ciclo de vida predictivo. Y así lo es en la generalidad de los proyectos de construcción. Ya que en la etapa licitatoria se definen el alcance, los costos y la duración del proyecto, estos al final de la etapa licitatoria quedan claramente definidos.

En la figura 10 se muestra el diagrama de flujo del desarrollo de un cronograma. En este se muestran los pasos a seguir, excluyendo la etapa de control la cual se da durante todo el proceso.

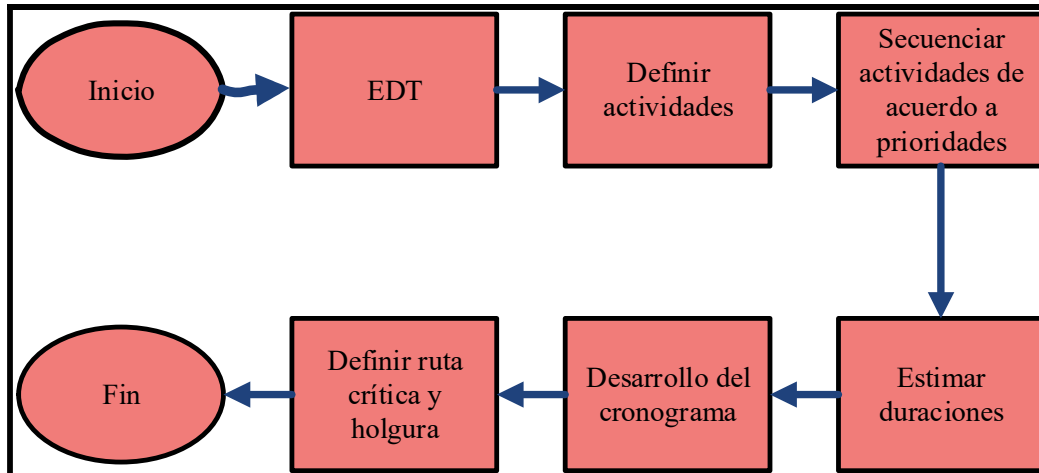


Figura 10. Desarrollo del cronograma. Elaboración propia.

Un correcto cronograma nos sirve como un medio de comunicación, por medio del cual le podemos transmitir a nuestro equipo cuando se deben tener listos los distintos entregables. Además, es útil para transmitirle al cliente el rumbo a seguir de una manera muy clara y concisa. De igual forma

se puede utilizar como una forma para medir el desempeño del proyecto. Este debe ser flexible, ya que difícilmente las cosas salen como se planearon originalmente.

Debe incluir el nivel de exactitud esperado y por lo tanto poder advertir en el momento en que ese nivel de exactitud se sobrepasa, para que se puedan tomar las medidas correctivas correspondientes. Además, debe indicar cuales serían los momentos más oportunos para la medición e indicarnos los umbrales de control para hacer la comparación con la línea base del cronograma. Dicha línea base debe ser aprobada con las fechas de inicio y finalización de las actividades, y dada a conocer a todos los miembros del equipo del proyecto, ya que es contra esta línea base que se medirá el rendimiento de la ejecución del proyecto. Al mismo, se le aprobarán de antemano cuanto es la desviación máxima permitida sin necesidad de implementar acciones correctivas

#### 4.2.3 PLANIFICACIÓN DE COSTOS

La gestión de costos consiste en establecer la planificación y control de todo lo relacionado con los costos del proyecto para lograr obtener los rendimientos esperados.

En la figura 11 (p.37), se muestra el proceso por el que atraviesa un proyecto típico, desde que se invita a la compañía a participar de la licitación hasta que el proceso finaliza.

La primera etapa de este proceso es la preparación de la oferta para la licitación. En esta se incluyen la totalidad de los costos necesarios para la ejecución del proyecto de acuerdo con los documentos de licitación en el tiempo que esta dicte.

La estimación de costos y el presupuesto es parte del proceso licitatorio.

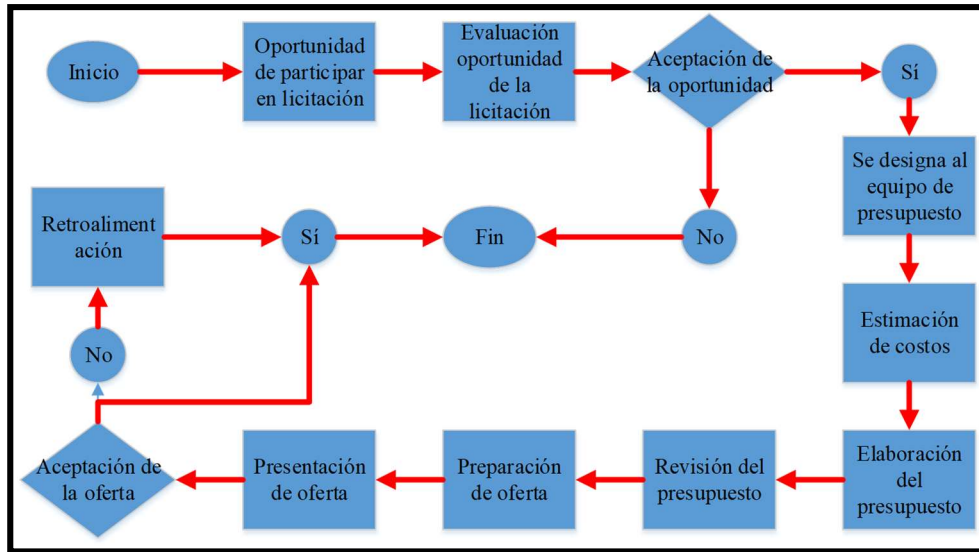


Figura 11. Proceso de elaboración de oferta para licitar. Elaboración propia.

Debido a que los tiempos para la licitación son sumamente cortos y el recurso humano en el departamento de presupuestos es limitado, sumado a que habitualmente se participa en dos o tres licitaciones de forma simultánea, el detalle de la estimación de costos y por ende el presupuesto no es tan detallado como debería. De ahí la importancia de hacer una buena evaluación de la oportunidad de licitar, para definir si se participa o no y así maximizar el recurso humano de este departamento en las licitaciones con mayor oportunidad de ganarlas.

La estimación de costos se hace cotizando los equipos principales, la mano de obra se estima como un porcentaje de los costos de los materiales y los indirectos como una estimación analógica de proyectos previos.

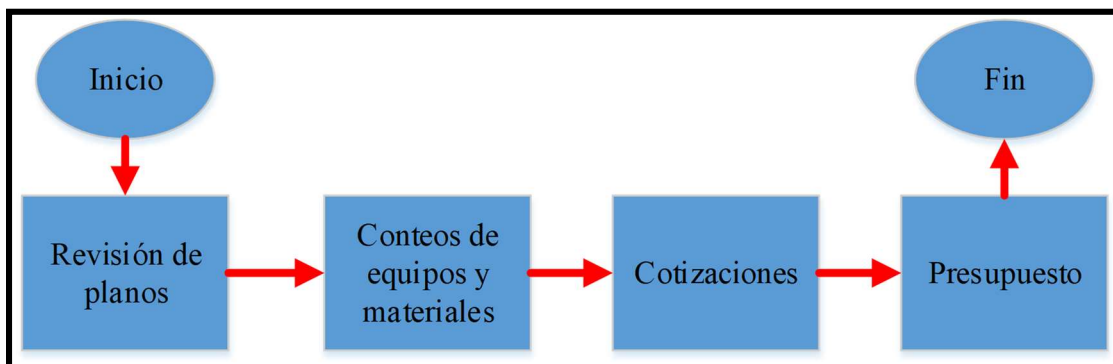


Figura 12. Diagrama de flujo de estimación de recursos materiales. Elaboración propia.

En la figura 12 (p.37) podemos ver que todos los recursos materiales directos son estimados en la etapa que culmina con la elaboración del presupuesto, durante la ejecución lo que se hace es una validación. Esta validación básicamente consiste en volver a hacer los conteos y estimaciones de materiales, pero esta vez por el equipo humano que directamente va a construir el proyecto. Es muy común encontrar variaciones entre la estimación de presupuestos y la estimación del equipo de construcción, estas pueden ser a favor o en contra de los costos. Esto no es motivo de alarma, solamente se le transmite la retroalimentación al equipo de presupuestos ya que pocas veces son errores significativos y como se mencionó se encuentran errores positivos y errores negativos, los cuales muchas veces llegan a un cierto balance. Estos puntos de mejora son constantes, sin embargo, el motivo se tiene bien identificado y es muy difícil de corregirlo, y es el poco tiempo del que dispone el equipo de presupuestos para elaborar la oferta de cada licitación. Esto conlleva conteos o estimaciones apresuradas que al final se traducen en errores en el presupuesto.

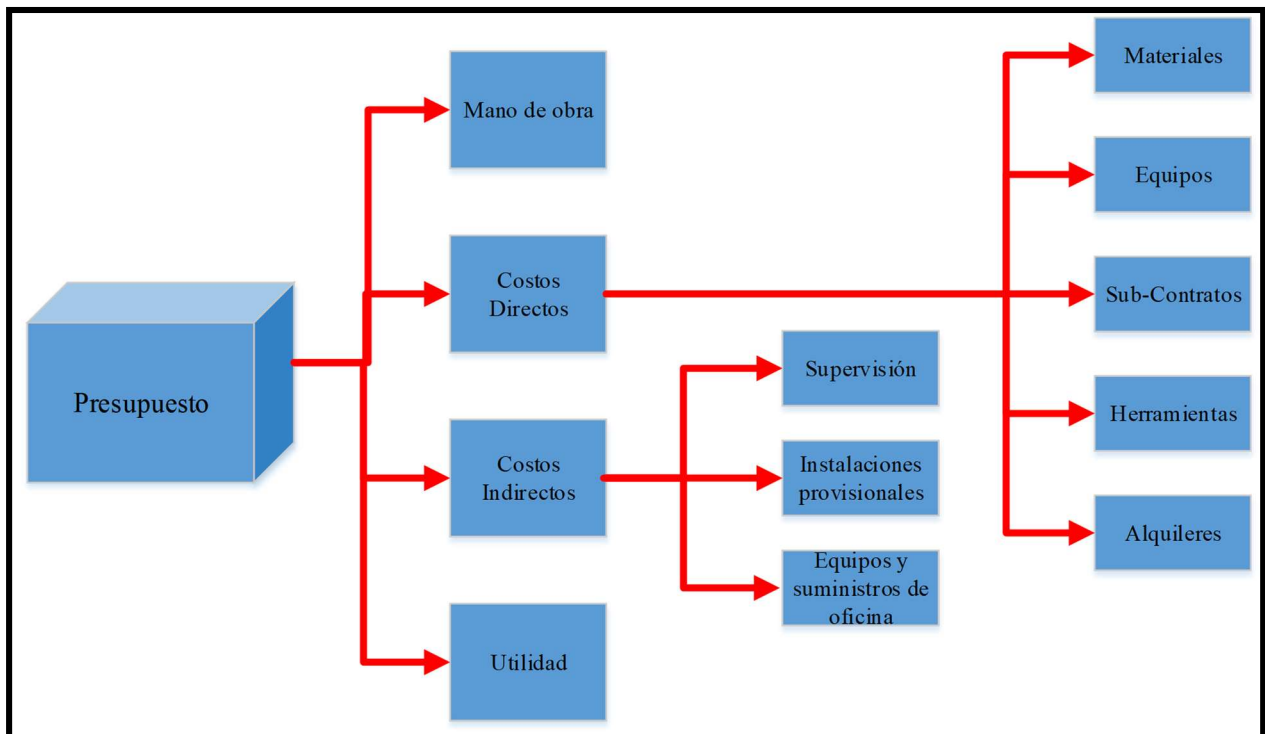


Figura 13. Estructura de un presupuesto de SEM. Elaboración propia.

La figura 13 (p.38) muestra el detalle de los rubros incluidos en los presupuestos electromecánicos de SEM. La experiencia nos dice que en el rubro de costos directos es donde más se falla y es a esos rubros a los cuales se le pone mayor atención en la etapa constructiva. El segundo lugar se lo lleva el rubro de mano de obra. Puede ser difícil de creer, pero a pesar de que la compañía SEM o cualquier otra del mismo ramo, hace proyecto tras proyecto, todavía se falla mucho a la hora de calcular los recursos necesarios de mano de obra.

Y, por último, el rubro de mejor exactitud es el de indirectos. Estos son mucho menores y mucho más controlables, y rara vez se tiene algún inconveniente con este rubro.

Para controlar los costos se propone la utilización del método del EVM, tal como se ha mencionado en secciones anteriores.

Para esto, nuevamente, no es el objetivo de esta guía profundizar en este método ya que se cuenta con amplia y especializada información gratuita en diversas páginas de internet. Solamente haremos algunos acercamientos generales en la etapa de ejecución, especialmente para profundizar su aplicación en la compañía SEM.

#### 4.2.4 PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD

Este plan de gestión pretende evitar posibles errores durante la ejecución, para que no se tengan que realizar trabajos innecesarios o retrabajos, y si suceden aprender de ellos para no repetirlos, su fin es prevenir los errores antes de que se cometan y no estar en una constante corrección de estos. Para lograr lo anterior se implementará el enfoque de Satisfacción al Cliente y el de Mejora continua.

Las principales normativas que se deben cumplir de manera obligatoria son:

1. Código Eléctrico Nacional (NEC). El cual rige toda edificación eléctrica del país de acuerdo con su última versión en español.
2. Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones. Este manual, al igual que el anterior, es un manual de seguridad y buenas prácticas para sistemas mecánicos.

Adicionalmente existen normas para otros sistemas relacionados, por ejemplo, para las instalaciones de cableado estructurado o para los sistemas de protección contra incendio, las cuales no son de acatamiento obligatorio, pero típicamente en los documentos licitatorios se pide su obligatoriedad, debido a que son de amplia aceptación y reconocimiento internacional, principalmente en América y Europa. Estas son variadas, cada una aplicada para diversas áreas o etapas y son publicados por:

1. EIA/TIA - Electronic Industries Association (EIA) y Telecommunications Industry Association (TIA).
2. IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers.
3. ANSI - American National Standards Institute.
4. NFPA – National Fire Protection Association.
5. BICSI - Building Industry Consulting Service International.

Controlar la calidad conlleva un proceso documental de todo el desarrollo del proyecto, realizar mediciones constantes, documentarlas, analizarlas y tomar acciones correctivas lo más efectivas y oportunas posibles.

#### 4.2.5 PLANIFICACIÓN DE LAS COMUNICACIONES

Las comunicaciones deben desarrollarse de tal forma que la información llegue a la persona correcta en el momento correcto y de la forma correcta. Para esto podemos echar mano de la tabla 6 Matriz de interesados (p.27). En las etapas tempranas del proyecto cuando se inicia con las reuniones de coordinación de todos los involucrados entendidas, cliente (o su representante), equipo de diseño y equipo de construcción, se deben aclarar las responsabilidades y roles de cada uno. Definir quien aprobara que aspectos y cuales se deben de tramitar de manera formal y cuales se puede manejar de manera no formal.

Por ejemplo, algo tan sencillo como la reubicación de un tomacorrientes 30 cm a la izquierda, se puede definir en los recorridos de inspección semanales, sin que prive una documentación formal, por otro lado el agregar o quitar también un tomacorriente si debería aplicar una comunicación formal ya que esto implica un cambio en el alcance que puede involucrar un costo asociado.

#### 4.2.6 PLANIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

Todo proyecto conlleva riesgos de uno u otro tipo, estos son inevitables, pero con un adecuado plan de riesgos se pueden mitigar sus efectos negativos y si estos riesgos son oportunidades, pues podemos maximizar sus posibles beneficios.

Primero es importante hacer una distinción entre dos conceptos importantes la incertidumbre y el riesgo. El primero es cuando no podemos conocer la probabilidad de que cierto evento ocurra, mientras que para el segundo si podemos estimar esa probabilidad. En ambos se pueden planear acciones de mitigación, pero la probabilidad de que un determinado evento ocurra y su impacto es lo que define cual priorizaremos.

La compañía SEM no cuenta con ningún tipo de plan o gestión de riesgos, por lo tanto, se propone uno que contemple los siguientes aspectos:

1. Identificación de riesgos.
2. Análisis de los riesgos identificados.
3. Planificación de respuesta a los riesgos identificados.
4. Monitoreo de los riesgos identificados.

La identificación de los riesgos se propone hacer mediante sesiones de trabajo con los ingenieros a cargo del proyecto. Como resultado de estas sesiones de trabajo se debería obtener una matriz Risk Breakdown Structure (RBS) por sus siglas en inglés, la cual es una matriz que agrupa los riesgos de un proyecto. La del presente trabajo, figura 14 (p.42), se divide en 3 grandes áreas de riesgo, a saber, financiera, ejecución y técnicas. Y a su vez en cada área se detallan todos los riesgos encontrados o por lo menos los más recurrentes en proyectos anteriores de la compañía o las que los expertos hayan identificado con base en su experiencia. Hay que tener claro que no es factible identificar todos los riesgos posibles, se identifican los más recurrentes y los que han causado en proyectos previos, mayor impacto, ya sea en costo, tiempo o alcance.

Item	Tipo de riesgo	Detalle
1.1	1. FINANCIERO	Errores en cálculo de cantidades de materiales en presupuesto
1.2		Equipos indicados en planos no incluidos en el presupuesto
1.3		Equipos, subcontratos y/o materiales adquiridos a un precio mayor que el presupuestado
1.4		Errores en cálculo de mano de obra en presupuesto
1.5		Error en cálculo de costos indirectos en presupuesto
1.6		Incidentes ocurridos en el proyecto que tienen un impacto económico alto y no se tiene un seguro que lo cubra.
1.7		Bajo rendimiento mano de obra
1.8		Error en cálculo de costos de mano de obra
1.9		Aumento del plazo de ejecución sin reconocimiento de indirectos
1.10		Aplicación de multas
1.11		Problemas flujo caja empresa
1.12		Problemas flujo caja proyecto (no presentar tablas de pago en la periodicidad establecida en el contrato)
1.13		Errores en tabla de pagos o falta de firmas
1.14		Cliente no paga en fecha establecida
1.15		Otros (especificar)
2.1	2. EJECUCIÓN	Submittals presentados tarde
2.2		Submittals presentados a tiempo, pero Inspección se demoró en tiempo de aprobación
2.3		Material o equipo solicitado tarde
2.4		Fabricante y/o proveedor no cumplió tiempo de entrega
2.5		No había dinero para pagar el pedido o el adelanto en el momento de poner la orden de compra
2.6		Proveedor envió material o equipo diferente a lo solicitado
2.7		Condiciones climatológicas adversas, afectan rendimiento pero no son justificables ante el cliente.
2.8		Bajo rendimiento mano de obra
2.9		Falta de herramienta
2.10		Atraso causado por otros contratistas
2.11		Contratista general atrasado con la obra civil
2.12		Otros (especificar)
3.1	3. TÉCNICO	Mano de obra con poca experiencia
3.2		Materiales de mala calidad
3.3		Instalación no cumple con las especificaciones
3.4		Falta de conocimiento técnico
3.5		Falta de supervisión
3.6		Materiales que no cumplen con la especificación solicitada o productos obsoletos
3.7		Equipos mal calibrados
3.8		No cumplimiento de regulaciones ambientales
3.9		No cumplimiento de regulaciones seguridad ocupacional
3.10		No cumplimiento de regulaciones establecidas por el cliente
3.11		Errores de diseño
3.12		Omisiones de diseño no contempladas en presupuesto
3.13	Otros (especificar)	

Figura 14. Matriz RBS para SEM. Elaboración propia.



#### 4.2.7 PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS Y ADQUISICIONES

Las adquisiciones están claramente indicadas en los documentos del proyecto, planos, especificaciones técnicas, cartel de licitación y aclaraciones. En estos documentos se detallan absolutamente todos los equipos que el proyecto requiere para cumplir las necesidades y expectativas del cliente.

A menos que sea un equipo sumamente especializado, viene detallada una marca específica que se debe adquirir o porque es una decisión corporativa del cliente que desea X o Y marca. Pero en la gran mayoría de los casos, solamente se detallan las características técnicas y un modelo de referencia.

Es justo ahí donde entran en juego los distintos proveedores de los equipos de características iguales o similares a las indicadas en los documentos. El proceso de compra de estas adquisiciones es como se muestra en la figura siguiente.

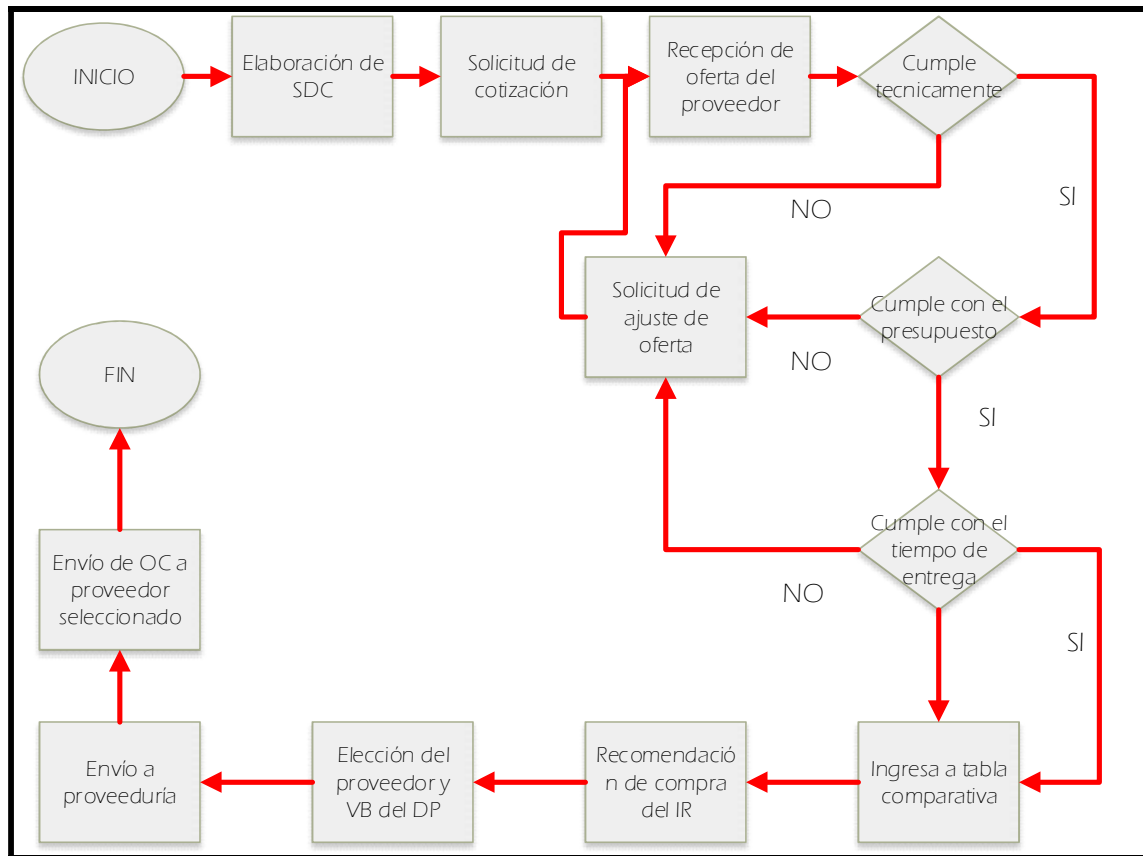


Figura 15. Diagrama de flujo del proceso de adquisiciones de SEM. Elaboración propia.

En esta etapa también se decide cuándo se debe comprar determinado equipo. Esto se hace teniendo en mente el cronograma del proyecto, el cual nos indica la fecha estimada de instalación de todos los equipos. Y como estos tienen diferentes tiempos de entrega, se propone establecer una tabla de control en la que se indiquen todos los equipos y materiales a comprar y la fecha de las distintas etapas. Esta tabla se detalla en la tabla 16 (p. 80)

El Ingeniero Residente debe enviar la solicitud de cotización a los proveedores de los equipos requeridos. Una vez que pasa por los filtros de requerimientos técnicos, de cumplimiento costos y tiempo de entrega, se procede a elaborar una tabla comparativa que debe incluir al menos tres ofertas. Una vez evaluadas el IR hace una recomendación y le pasa la información al DP. Esta información si bien no está establecida detalladamente en los procedimientos de SEM, se propone que deben contener sin falta los siguientes documentos:

1. Submittal aprobado.
2. Tabla comparativa con 3 proveedores.
3. Ofertas de los 3 proveedores.
4. Recomendación de compra.
5. Solicitud de compra

El submittal, es un documento formal por medio del cual se le solicita aprobación al responsable del diseño eléctrico o mecánico de la adquisición de un determinado equipo. En este documento se indican solamente las características técnicas ofrecidas, así como la marca y el modelo. El tiempo de entrega y costos no se muestran en este documento.

#### 4.2.8 PLANIFICACIÓN DEL INVOLUCRAMIENTO DE LOS INTERESADOS

Una vez identificados los interesados del proyecto se debe planear como serán involucrados para que sean un aspecto positivo. Para ello se debe mejorar el conocimiento de los mismo, lo cual se puede lograr a través del desarrollo de una matriz de poder interés. En esta se le asigna a cada interesado una calificación de alto o bajo en su interés o su influencia y de acuerdo con su posición así se gestiona vigilando su evolución a lo largo del proyecto.

En la tabla 8 se muestran los criterios de ponderación. Se seleccionan cuatro involucrados al azar para ejemplificar el método. Lo mismo se debe hacer con todos los involucrados identificados.

ID#	Involucrados	Poder		Interés		Ponderación	
		Influencia sobre el proyecto	Autoridad sobre el proyecto	Impacto sobre el proyecto	Motivación hacia el proyecto	Poder	Interés
		Alto (2)	Alto (2)	Alto (2)	Alto (2)	Alto (2)	Alto (2)
		Bajo (1)	Bajo (1)	Bajo (1)	Bajo (1)	Bajo (1)	Bajo (1)
005	Ing. De Seguridad Ocupacional. Representante del cliente. ISORC	2	2	2	2	2	2
008	Ing. Civil 3. Equipo de construcción civil. IC3T	2	2	2	2	2	2
015	Comunidad de San Rafael de Alajuela	1	1	1	1	1	1
020	CFIA	1	1	1	2	1	2

Tabla 8. Criterios de ponderación matriz Poder x Interés. Elaboración propia.

En la tabla se observa como a cada involucrado se le asignó un valor de alto o bajo para su poder y su interés hacia o en el proyecto. Lo que al final da como resultado una ponderación que es la que va a definir su ubicación en la matriz de poder interés y que a su vez definirá cómo será la gestión hacia él. No se debe olvidar que esté involucrado puede ser una persona individual o un grupo que merezca nuestra atención.

De esta forma con los criterios definidos y asignándoles una puntuación se les puede ver de una manera gráfica para mayor comprensión. Ubicando los que obtuvieron alto poder y alto interés en el cuadrante superior derecho. A los que obtuvieron alto poder y bajo interés en el cuadrante inferior izquierdo. A los que obtuvieron alto interés y bajo poder en cuadrante inferior derecho y a los que obtuvieron alto poder y bajo interés en el cuadrante superior izquierdo, que en este caso ninguno de los que se seleccionó ocuparon esa posición. Sin embargo, hay que tener cuidado de no estar haciendo una asignación equivocada producto de una subjetividad que sin duda es parte del proceso, porque es necesario la participación de todos los miembros del equipo, en cuanto a su percepción de todos los involucrados.

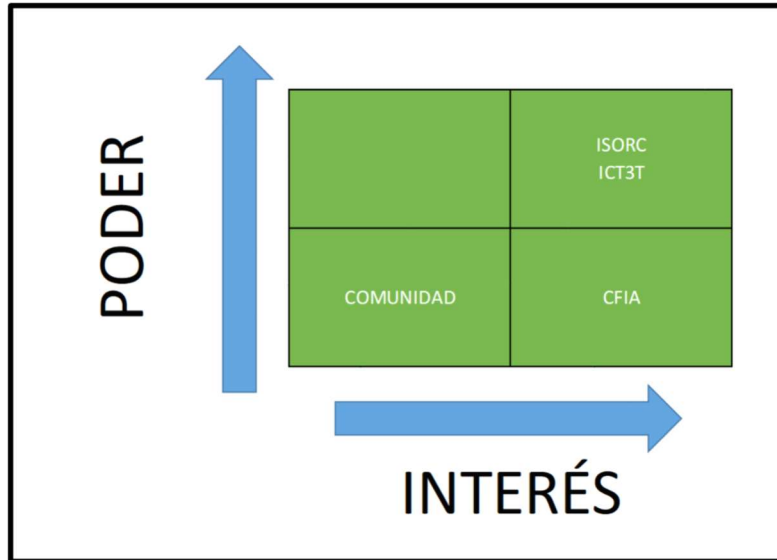


Figura 16. Matriz Poder x Interés. Elaboración propia.

De esta forma se le puede asignar a cada cuadrante las formas de gestión que se consideren conveniente, tal como se muestra en la Figura 17.

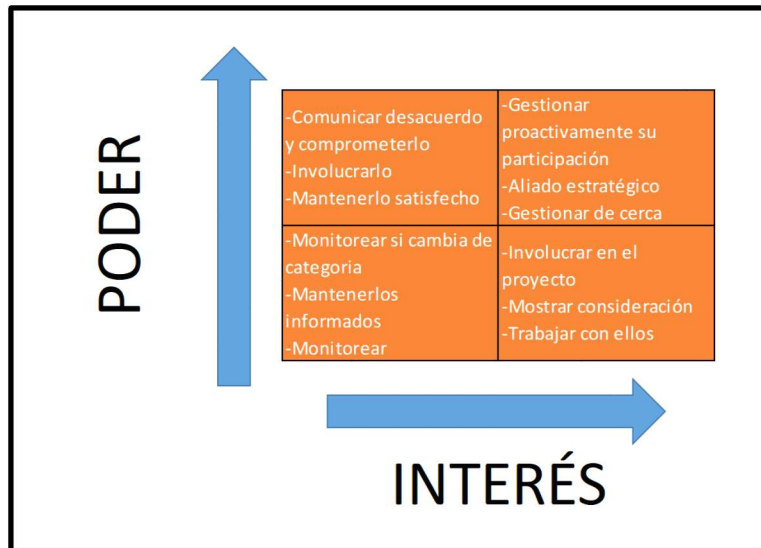


Figura 17 Estrategias de gestión. Elaboración propia.

Los que se ubican en el cuadrante superior derecho son a los que por lo general se debe mantener informados y se debe tratar de que se sientan lo más complacidos con el proyecto y su ejecución. Y por el lado opuesto, los que se ubican en el cuadrante inferior izquierdo son aquellos de los que menos hay que ocuparse, pero que se deben mantener monitoreados por si varían de posición en la cuadrícula y no se identifica y eso puede ser un riesgo para el proyecto.

### **4.3 ETAPA DE EJECUCIÓN Y CONTROL**

#### **4.3.1 EJECUCIÓN Y CONTROL DEL ALCANCE Y CRONOGRAMA**

##### **4.3.1.1 Ejecución y control del alcance**

##### **4.3.1.2 Control del cronograma**

##### **4.3.1.3 Control de cambios**

#### **4.3.2 EJECUCIÓN Y CONTROL DE LOS COSTOS**

Para comprender mejor el proceso de control de costos, primero es necesario tener claro el proceso de compras, el cual es tal como se detalla en el siguiente diagrama de flujo.



Figura 24. Diagrama de flujo del proceso de pedido de materiales. Elaboración propia.

Una vez definido el proceso de compra, pasamos a definir el proceso de control de los costos. Los cuales se llevan a cabo mediante la asignación de las cuentas de control de acuerdo con el N° de ID de la EDT, en donde se encuentran todas las tareas para poder llevar a cabo los distintos entregables. Estas tareas están definidas a tal grado de detalle que se pueda volver manejable todos los recursos asignadas a ellas, tanto en recursos humanos, como materiales, herramientas y recursos económicos para su finalización.

Cada vez que se solicite la compra o alquiler de material o equipos, así como el recurso humano, estos costos serán asignados a la tarea para la que fueron destinados por medio de la cuenta de control correspondiente, de esta forma podremos saber en todo momento cuanto tenemos disponible para cada actividad, cuanto llevamos gastado a la fecha, cuanto es el estimado que nos falta por gastar y el saldo estimado al finalizar la actividad. Para ello se ha diseñado una tabla en el programa informático Excel de Microsoft Windows y poder controlar de esta forma los costos. En esta tabla se muestra cada actividad indicada en la EDT, así como su N° de Cuenta Contable asignada y el monto económico asignado, el cual se toma del monto del presupuesto. Además, se incluyen el espacio para indicar el monto económico acumulado a la fecha, el cuál es la estimación del falta por gastar, la proyección del gasto total y con esto, el saldo económico esperado.

CUENTA CONTABLE	DESCRIPCION	MONTO EN PRESUPUESTO	MONTO ACUMULADO	FALTA POR GASTAR	PROYECCION DE GASTO	SALDO
<b>1.1</b>	<b>CENTRO DE SERVICIOS GENERALES</b>	<b>\$1 635 955</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$1 636 339</b>
<b>1.1.1</b>	<b>SISTEMA DE ILUMINACIÓN</b>	<b>\$132 950,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$132 950,0</b>
1.1.1.1	Canalización	\$26 000,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$26 000,0
1.1.1.2	Cableado	\$38 500,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$38 500,0
1.1.1.3	Instalación de equipos	\$64 950,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$64 950,0
1.1.1.4	Pruebas y puesta en marcha	\$3 500,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$3 500,0
					\$0,0	\$0,0
<b>1.1.2</b>	<b>SISTEMA DE TOMACORRIENTES</b>	<b>\$68 100,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$68 100,0</b>
1.1.2.1	Canalización	\$15 000,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$15 000,0
1.1.2.2	Cableado	\$35 600,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$35 600,0
1.1.2.3	Instalación de equipos	\$12 500,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$12 500,0
1.1.2.3	Pruebas y puesta en marcha	\$5 000,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$5 000,0
					\$0,0	\$0,0
<b>1.1.3</b>	<b>SISTEMA DE SALIDAS ESPECIALES</b>	<b>\$156 000,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$156 000,0</b>
<b>1.1.4</b>	<b>SISTEMA DE MALLA A TIERRA Y PARARRAYOS</b>	<b>\$17 100,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$17 100,0</b>
<b>1.1.5</b>	<b>SISTEMA DE BAJA TENSIÓN</b>	<b>\$358 000,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$358 384,2</b>
<b>1.1.6</b>	<b>SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS</b>	<b>\$278 972,5</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$278 972,5</b>
<b>1.1.7</b>	<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>	<b>\$58 200,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$58 200,0</b>
<b>1.1.8</b>	<b>SISTEMA DE AGUAS NEGRAS Y VENTILACIÓN</b>	<b>\$49 500,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$49 500,0</b>
<b>1.1.9</b>	<b>SISTEMA DE AGUAS NEGRAS Y VENTILACIÓN</b>	<b>\$64 500,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$64 500,0</b>
<b>1.1.10</b>	<b>SISTEMA DE AGUA DE CONDENSADOS</b>	<b>\$19 838,7</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$19 838,7</b>
<b>1.1.11</b>	<b>SISTEMA DE AGUAS PLUVIALES</b>	<b>\$21 047,9</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$21 047,9</b>
<b>1.1.12</b>	<b>SISTEMA DE SUPRESIÓN DE INCENDIOS</b>	<b>\$411 745,7</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$0,0</b>	<b>\$411 745,7</b>

Figura 25. Vista parcial de la Tabla del control de costos. Elaboración propia.

En esta misma tabla, en la columna del Monto Acumulado a la fecha se incluyen todos los gastos, incluyendo materiales, herramientas, alquileres de equipos, mano de obra, supervisión, indirectos, subcontratos, etc.

Hasta el momento se tienen todos los valores presupuestados de las tres variables de la triple restricción, como lo son el tiempo, costo y alcance. También se tienen las herramientas para poder hacer la medición de estas tres variables en cualquier momento del proyecto y con esto implementar el método del EVM

Este método tiene como principales ingredientes los valores estimados vs. los valores reales y con esto podemos obtener lo siguiente:

De los datos planeados se tiene:

Valor Planeado (PV, Planned Value): Es el presupuesto autorizado que se ha asignado al trabajo planificado.



Costo Real (AC, Actual Cost): Costo incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un período de tiempo específico con respecto al avance y con respecto al avance realizado a la fecha de corte.

Valor Ganado (EV, Earned Value): Medida del trabajo realizado en términos del presupuesto autorizado para dicho trabajo.

Presupuesto hasta la conclusión (BAC, Budget At Completion): Es la suma de todos los presupuestos establecidos para el trabajo a realizar en el proyecto.

#### Medidas de desempeño:

Variación del cronograma (SV, Schedule Variance): Determina en qué medida el proyecto está adelantado o retrasado en relación con la fecha de entrega, en un momento determinado.

$$SV = EV - PV$$

Variación del costo (CV, Cost Variance): Es el monto del déficit o superávit presupuestario en un momento dado.

$$CV = EV - AC$$

Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI, To Complete Performance Index): Medida del desempeño del costo que se debe alcanzar con los recursos restantes a fin de cumplir con un determinado objetivo.

$$TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)$$

$$TCPI = (BAC - EV) / (EAC - AC)$$

### Medidas de eficiencia:

Índice de desempeño del cronograma (SPI, Schedule Performance Index): Medida de eficiencia con que el equipo del proyecto está utilizando el tiempo.

$$SPI = EV / PV$$

Índice de desempeño del costo (CPI, Costo Performance Index): Mide la eficiencia del costo para el trabajo completado.

$$CPI = EV / AC$$

### Proyecciones:

Variación a la conclusión (VAC Variance At Completion): Proyección del déficit o superávit presupuestario.

$$VAC = BAC / EAC$$

Estimación a la conclusión (EAC, Estimate At Completion): El costo total previsto de completar todo el trabajo. Suma del costo real a la fecha y la estimación hasta la conclusión.

$$EAC = BAC / CPI$$

$$EAC = AC + ETC$$

$$EAC = AC + BAC - EV$$

$$EAC = AC + ((BAC - EV) / CPI)$$

Estimación para completar (ETC, Estimate To Complete): Costo previsto para terminar todo el trabajo restante del proyecto.

$$ETC = EAC - AC$$

$$ETC = (BAC - EV) / CPI$$

Gráficamente tendríamos algo similar a lo siguiente:

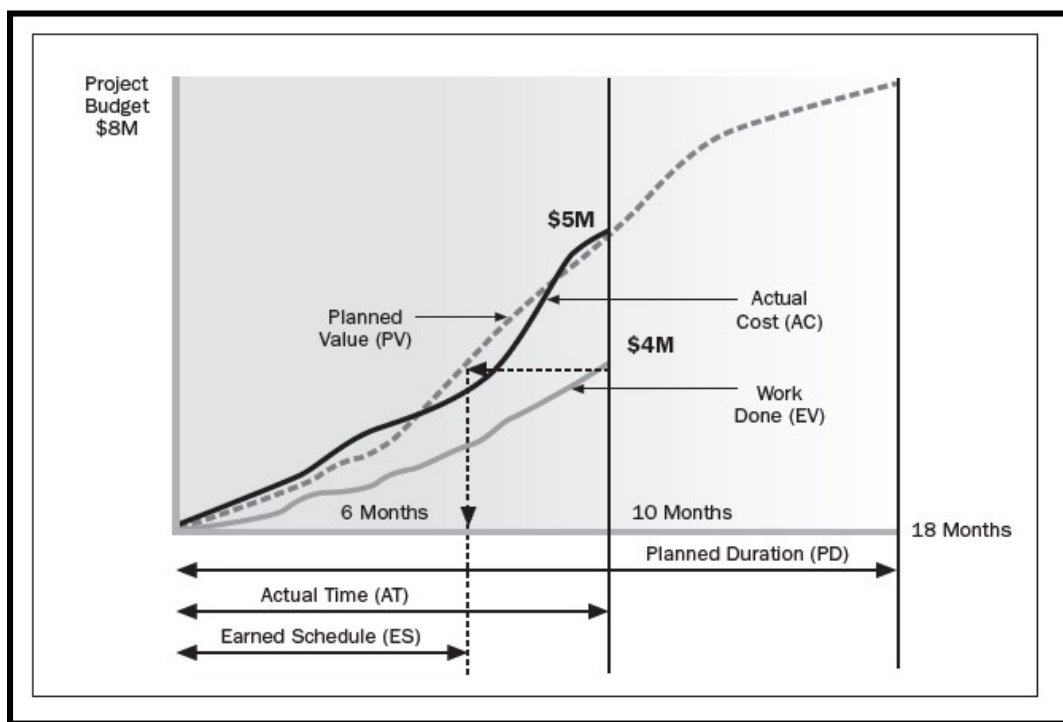


Figura 26. Representación gráfica del método EVM. (Practice Standard For Earned Value Management).

Para un mayor detalle de este método se pueden revisar las referencias bibliográficas.

Una vez obtenidos estos valores, se puede hacer un reporte del estado del proyecto, se puede hacer directamente desde Project, pero se propone un tipo de reporte distinto en donde se muestren otros datos de interés para la organización, como el que se muestra en la figura 18 (p.60). En ella se ve el estatus del proyecto y se puede comparar con el estatus previo. La periodicidad de cada estatus depende del tipo de proyecto, su magnitud y duración. Dependiendo de la duración del proyecto se recomienda que mientras menos dure el proyecto más seguido deben ser los puntos de control.

En el machote de reporte de la figura 27 (p.65) se presenta un reporte ejecutivo con los datos e indicadores relevantes, que da una clara idea de cómo va el proyecto y como se espera finalizar. De una manera metodológicamente científica.

CONTROL DEL PROYECTO				
NOMBRE DEL PROYECTO				
Elaborado por: Ing. Rafael Velásquez				
		ACTUAL	ANTERIOR	TRASANTERIOR
		25-Apr-20	11-Apr-20	28-Mar-20
Fecha de inicio contractual		02-Mar-20	02-Mar-20	02-Mar-20
Fecha de cierre contractual		17-Apr-21	17-Apr-21	17-Apr-21
Fecha de cierre con ampliación de plazo		17-Apr-21	17-Apr-21	17-Apr-21
% de Tiempo transcurrido		13%	10%	6%
% de Avance eléctrico		9,0%	6,0%	2,0%
% de Avance mecánico		8,0%	5,0%	3,0%
% de Avance general		8,5%	5,5%	2,5%
% de Avance esperado				
Monto del contrato original		\$3 600 000	\$3 600 000	\$3 600 000
Monto de ordenes de cambio		\$0	\$0	\$0
Monto del contrato actualizado		\$3 600 000	\$3 600 000	\$3 600 000
Facturación a la fecha	\$	\$10	\$5	\$0
	%	0%	72%	72%
Fecha de próxima facturación		08-May-20	24-Apr-20	10-Apr-20
Monto de próxima facturación		\$35 000	\$50 000	\$30 000
Gasto a la fecha		\$65 000	\$45 800	\$29 254
Saldo de gasto disponible		\$3 535 000	\$3 554 200	\$3 570 746
% Gasto a la fecha		2%	1%	1%
Utilidad presupuestada	\$	\$288 000	\$288 000	\$288 000
	%	8,0%	8,0%	8%
Utilidad esperada	\$	\$288 000	\$288 000	\$288 000
	%	8,0%	8,0%	8%
Indicadores:				
SV				
CV				
TCPI				
SPI				
CPI				
VAC				
EAC				
ETC				

Figura 27. Propuesta de reporte de desempeño del proyecto. Elaboración propia.

### 4.3.3 EJECUCIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD

Para los sistemas electromecánicos tenemos la figura 24 que nos muestra las diferentes pruebas de control de calidad, su número de identificación, periodicidad, equipos y/o materiales requeridos, responsable de aplicar la prueba, responsable de supervisarla y otros aspectos de interés.



PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE PRUEBAS TECNICAS								
<b>PROYECTO:</b> _____ <b>Elaborador por:</b> _____ <b>Fecha:</b> _____ <b>Revisado por:</b> _____ <b>Fecha:</b> _____ <b>Aprobado por:</b> _____ <b>Fecha:</b> _____								
								
ITEM	ACTIVIDAD	# PROCEDIMIENTO	MOMENTO DE LA INSPECCIÓN	EQUIPOS Y/O MATERIALES REQUERIDOS	RESPONSABLE DE LA APLICACIÓN	RESPONSABLE DE LA SUPERVISIÓN	REQUIERE APROBACIÓN PRESENCIAL DEL CLIENTE O SU REPRESENTANTE	REQUIERE REPORTE ESCRITO
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>								
1	Revisión de la soportería y canalización de sistemas generales	SEM-E-001.0	Inspección visual diaria y un final cuando la canalización este terminada.	Nivel torpedo	EE	IR	NA	Sí
2	Revisión de la soportería y canalización de sistemas de telecomunicaciones	SEM-E-002.0	Inspección visual diaria y un final cuando la canalización este terminada.	Nivel torpedo	EE	IR	NA	Sí
3	Prueba de aislamiento de acometidas de baja tensión	SEM-E-003.0	Despues de la instalación del cableado	Megger	EE	IR	Sí	Sí
4	Revisión de tableros eléctricos	SEM-E-004.0	Despues de la instalación y armado y previo a la energización	Multimetro, torquímetro	EE	IR	Sí	Sí
5	Revisión de tomacorrientes	SEM-E-005.0	Previo a la energización final	Probador de polaridad / Multimetro	EE	IR	Sí	Sí
6	Revisión de salidas de telecomunicaciones	SEM-E-006.0	Despues de la instalación	Certificador	EE	IR	NA	Sí
7	Prueba de resistencia de la puesta a tierra	SEM-E-007.0	Despues de la instalación	Telurometro	EE	IR	NA	Sí
8	Revisión de transformadores de pedestal	SEM-E-008.0	Despues de la instalación y conexión de cables	Torquímetro	EE	IR	NA	Sí
9	Revisión de Generador	SEM-E-009.0	Despues de la instalación y conexión de cables	Torquímetro	EE	IR	NA	Sí
10	Revisión del sistema de detección de incendio	SEM-E-010.0	Despues de la instalación	Magneto o spray de humo	EE	IR	Sí	Sí
11	Revisión del sistema de CCTV y seguridad	SEM-E011.0	Despues de la instalación		EE	IR	Sí	Sí
<b>SISTEMA MECÁNICO</b>								
1	Revisión de la soportería y canalización de sistemas generales	SEM-M-001.0	Inspección visual diaria y un final cuando la canalización este terminada.	Nivel torpedo	EM	IR	NA	Sí
2	Prueba de presión al sistema de agua potable	SEM-M-002.0	Pruebas por secciones completas	Bomba de agua/ manómetro	EM	IR	Sí	Sí
3	Limpieza y desinfección del sistema de agua potable	SEM-M-003.0	Una vez conluida toda la instalación	Bomba de agua/ manómetro	EM	IR	Sí	Sí
4	Prueba de presión al sistema húmedo contra incendio	SEM-M-004.0	Pruebas por secciones y una final	Bomba de agua/ manómetro	EM	IR	Sí	Sí
5	Limpieza o flushing del sistema húmedo contra incendio	SEM-M-005.0	Una vez concluida toda la instalación y previo a la puesta en marcha del sistema de bombeo	Bomba de agua	EM	IR	Sí	Sí
6	Pruebas hidrostáticas al sistema de aguas negras y ventilación	SEM-M-006.0	Pruebas por secciones completas	Marcador	EM	IR	Sí	Sí
7	Pruebas hidrostáticas al sistema de aguas pluviales	SEM-M-007.0	Pruebas por secciones completas	Marcador	EM	IR	Sí	Sí

Figura 28. Plan de control de calidad. Elaboración propia.

En la siguiente figura se muestra el machote de la prueba de control de calidad SEM-E-004.0, la cual es básicamente una lista de verificación o check list.

**SOLUCIONES ELECTROMECANICAS S.A.**



**SOLUCIONES  
ELECTROMECANICAS**

**ENERGIZACIÓN DE TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN  
ELECTRICA**

Proyecto: \_\_\_\_\_ Nombre de equipo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Localización: \_\_\_\_\_

Marca y modelo: \_\_\_\_\_

ITEM	ASPECTOS A REVISAR	APROBADO	RECHAZADO	N/A	OBSERVACIONES
1	Soporte del Tablero adecuado				
2	Altura y nivel correctos				
3	Diámetros de tubería de acuerdo a planos				
4	Tubería ordenada y aplomada				
5	Conectores de presión socados				
6	Perforaciones en tableros sin fillos vivos que dañen el forro del cable				
7	Verificación de calibre de acometida de acuerdo a planos				
8	Verificación de cables de circuitos ramales de acuerdo a planos				
9	Verificación de colores de cable de acuerdo a la fase correspondiente (Color de forro o cinta de vinil)				
10	Peinado de tablero correcto, con gasas plásticas				
11	Cable de acometida torquedados en breaker principal según fabricante				
12	Cables de circuitos ramales debidamente colocados en breakers y socados				
13	Revisión de tornillos que sujeten los breakers a las barras del tablero				
14	Revisión de cables en barras de neutros y tierras debidamente colocados				
15	Revisar el tipo y valor de los breakers según el directorio de circuitos				
16	Correcta identificación y el etiquetado en la tubería				
17	Correcto etiquetado en los cables de acometida				
18	Correcto etiquetado de los cables de los circuitos ramales (Fases, neutro, tierra)				
19	Placa de identificación del equipo				
20	Directorio del tablero				
21	Espacios libres con tapa espacios				
22	Tapa de tablero con todos los tornillos				
23	Pintura del equipo en buen estado				

EL EQUIPO ESTA LISTO PARA ENERGIZAR:	SI	NO
--------------------------------------	----	----

Encargado Eléctrico: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Ing. Residente: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Insp. Eléctrico \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

SEM-E-004.0

Figura 29. Machote de prueba de control de calidad de Tableros Eléctricos, #SEM-E-004.0. Elaboración propia.

La siguiente es una muestra del machote de la prueba de control de calidad SEM-M-004.0, la cual es básicamente una hoja de verificación o check sheets.


<b>SOLUCIONES ELECTROMECÁNICAS S.A</b>								
<b>PRUEBA DE PRESION A LOS SISTEMAS MECANICOS</b>								
Proyecto:	_____	Sistema probado:	_____					
Fecha:	_____	Localización:	_____					
Ubicación en planos del tramo probado:								
Registro fotografico:								
Inicio	Final							
Presión inicial:		Presión final:						
Hora de inicio:		Hora de final:						
<b>DATOS OBTENIDOS:</b>								
Tiempo de prueba:		Variación de presión:						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <b>RESULTADO DE LA PRUEBA:</b> </td> <td style="text-align: center;">Aprobada</td> <td style="text-align: center;">Rechazada</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>				<b>RESULTADO DE LA PRUEBA:</b>	Aprobada	Rechazada		
<b>RESULTADO DE LA PRUEBA:</b>	Aprobada	Rechazada						
Encargado Mecánico: _____	Fecha: _____	Firma: _____						
Ing. Residente: _____	Fecha: _____	Firma: _____						
Insp. Mecánico _____	Fecha: _____	Firma: _____						
SEM-M-002.0								

Figura 30. Machote de prueba de control de calidad de presión de sistema de agua potable, #SEM-M-004.0. Elaboración propia.



Las anteriores son sólo unas muestras para ejemplificar el tipo de pruebas de control de calidad que se proponen realizar. Este es otro punto de mejora importante para SEM, ya que no se cuenta con un machote estándar para cada prueba, el ingeniero a cargo de cada proyecto implementa sus propios machotes.

Además, la figura 28 (p.66) muestra las pruebas mínimas que se deben de realizar en cada proyecto y cuyo resultado debe ser aprobado para poder avanzar. En los anexos se muestran las propuestas para las pruebas restantes.

En los anexos se muestran otras pruebas, como lo son Pruebas de medición de voltaje de transformadores, Protocolo de pruebas de aislamiento, Pruebas a tomacorrientes, Pruebas a generadores, Prueba de puesta a tierra, Prueba de limpieza, Pruebas hidrostáticas, Prueba de desinfección. Las cuales son necesarias para asegurar la calidad de los sistemas instalados.

#### 4.3.4 EJECUCIÓN Y CONTROL DE LAS COMUNICACIONES

Para propiciar una mejor comunicación se propone la siguiente matriz de comunicaciones. En la cual se indican los principales reportes e informes que se deben desarrollar durante la ejecución de un proyecto y sus características.

Tipo de información	Contenido	Tipo de presentación	Nivel de detalle	Resp.	Dirigido a	Frecuencia
Estado del proyecto	Estatus del proyecto: Informe de EVM Nivel de avance del cronograma Reporte de calidad Informe de los costos Estatus de los riesgos	Escrito electrónico	Bajo	DP	Cliente	Mensual

Tipo de información	Contenido	Tipo de presentación	Nivel de detalle	Resp.	Dirigido a	Frecuencia
Coordinación del proyecto	Estatus del proyecto: Informe de EVM Nivel de avance del cronograma Reporte de calidad Informe de los costos Estatus de los riesgos	Escrito	Medio	DP	Gerencia SEM	Mensual
Coordinación del proyecto	Estatus del proyecto: Informe de EVM Nivel de avance del cronograma Reporte de calidad Informe de los costos Estatus de los riesgos	Escrito	Alto	DP	Equipo de ingeniería	Quincenal
Coordinación del proyecto	Nivel de avance del cronograma Reporte de calidad	Escrito - Visual	Alto	IR	Equipo de proyecto	Semanal
Coordinación del proyecto	Informe de Salud y Seguridad Ocupacional	Escrito - Visual	Alto	ISSO	Equipo de proyecto	Semanal

Tabla 9. Matriz de comunicaciones de un proyecto. Elaboración propia.

#### 4.3.5 EJECUCIÓN Y CONTROL DE LOS RIESGOS

Una vez identificados los riesgos del proyecto, de acuerdo con la figura 14 (p.42), se procede a su análisis. Para esto existen varios métodos, incluso programas de software altamente

especializados. Para fines de un proyecto de SEM, se utilizará un procedimiento fácil de implementar para cualquier ingeniero del equipo. Este consiste en los siguiente:

1. Establecer una escala de probabilidad. Tabla 10.
2. Establecer una escala de impacto. Tabla 11.
3. Realizar la matriz probabilidad x impacto. Tabla 12.
4. Criterios para calificación general del riesgo del proyecto. Tabla 13.
5. Criterios para evaluar la escala del impacto y probabilidad de cada riesgo. Tabla 14.
6. Plan de gestión de riesgos. Tabla 15.

Primero se debe establecer para cada riesgo, la probabilidad de que este ocurra. Si se dispone de registros históricos, estos son una excelente fuente, sino lo dejamos al criterio experto. Para el caso general de un proyecto de SEM, de los riesgos identificados en la figura 14 (p.42) se elige uno y se desarrollara a modo de ejemplo y se propone que se realice el mismo procedimiento con los restantes riesgos identificados.

El riesgo elegido como ejemplo es uno de tipo financiero, el 1.2 “Equipos indicados en planos no incluidos en el presupuesto”.

Se define la escala de probabilidad de la siguiente forma, la cual es una propuesta y debe ser validada por el panel de expertos.

Altamente probable	0.90
Muy probable	0.75
Probable	0.60
Poco probable	0.40
Baja probabilidad	0.15

*Tabla 10.* Escala de probabilidad de riesgos. Elaboración propia

Luego se establece la escala de impacto a la que se vería afrontado el proyecto si es riesgo realmente se materializa.

Muy alto	0.90
Alto	0.75
Moderado	0.60
Bajo	0.40
Muy bajo	0.15

Tabla 11. Escala de impacto de riesgos. Elaboración propia.

¿Ahora como definimos de manera objetiva la probabilidad y el impacto de que un riesgo ocurra? Si tenemos registros históricos es muy fácil sacar esta probabilidad, pero si no los tenemos y lo dejamos solamente al criterio de los ingenieros, esto se puede volver demasiado subjetivo. Por lo tanto, se propone utilizar las siguientes matrices con los criterios de evaluación probabilidad e impacto.

Impacto → Probabilidad ↓	Muy bajo (0.15)	Bajo (0.4)	Moderado (0.6)	Alto (0.75)	Muy alto (0.9)
Altamente probable (0.9)	0.135	0.360	0.540	0.675	0.810
Muy probable (0.75)	0.113	0.300	0.450	0.563	0.675
Probable (0.6)	0.090	0.240	0.360	0.450	0.540
Poco probable (0.4)	0.060	0.160	0.240	0.300	0.360
Baja probabilidad (0.15)	0.023	0.060	0.090	0.113	0.135

Tabla 12. Matriz probabilidad x impacto. Elaboración propia.

Para la evaluación de cada riesgo utilizamos la siguiente tabla.

Alto	0.510 – 0.999
Moderado	0.110 – 0.500
Bajo	0.010 - 0.100

*Tabla 13.* Criterios para calificación general del riesgo del proyecto. Elaboración propia.

Cuando se analiza un riesgo y este cae en una casilla verde se considera bajo, si cae en una amarilla se considera moderado y si cae en una roja se considera alto. Nuevamente los criterios indicados nacen de la experiencia de los ingenieros participantes en el panel de expertos.

Debido a que la subjetividad y la imprecisión están a la orden del día, se debe buscar el método para minimizarlos y para ello se propone la siguiente escala de probabilidad e impacto para definir en cual estatus se encuentra cada riesgo, tomándose como escala elegida la que dé más crítica. Es decir, si para un determinado riesgo el impacto en tiempo es de 22 días (impacto alto) y su impacto en costo es 6% (impacto muy alto) se elige como impacto para este riesgo: Muy alto.

Escala	Probabilidad	Impacto		
		Tiempo	Costo	Calidad
Muy alta	0.90	≥ 30 días	≥ 5.1%	≥ 15 reportes de inconformidad
Alta	0.75	21 - 30 días	3.1% - 5%	10 -14 reportes de inconformidad
Moderado	0.60	=20 días	2% - 3%	6 – 9 reportes de inconformidad
Bajo	0.40	10 - 19 días	1.1% - 2%	3 – 5 reportes de inconformidad
Muy bajo	0.15	≤ 10 días	≤ 1%	≤ 2 reportes de inconformidad

*Tabla 14.* Definición de la escala de cada riesgo de acuerdo con su probabilidad y a su impacto en tiempo, costo y calidad. Elaboración propia.

Una vez definidos los riesgos y su nivel de probabilidad de que suceda y su impacto en el costo, tiempo y alcance, se tabulan en una matriz que indique su criticidad y de ahí se empieza a evaluar uno a uno para asignarle un método de mitigación. Estos pueden ser de acuerdo con la Guía del PMBOK (PMI, 2017), de los siguientes tipos:

Escalar: Elevar el riesgo a una autoridad superior cuando la respuesta apropiada excede la autoridad del Equipo del proyecto.

Evitar: Cuando se toman medidas para eliminar el riesgo.

Transferir: Cuando se transfiere el riesgo a un tercero. Por ejemplo, a un contratista o a una aseguradora.

Mitigar: Cuando se toman medidas para minimizar su probabilidad de ocurrencia y/o minimizar su impacto en el proyecto.

Aceptar: Cuando se acepta el riesgo. Y esto es efectivo cuando el riesgo es de muy baja prioridad y los recursos y/o planes que se podrían implementar para mitigarlo no compensan el posible daño a los objetivos del proyecto.

Código	Causa	Descripción del riesgo	Sin plan de riesgos			Estrategia	Acción preventiva	Disparador	Resp.	Post-Plan de riesgos		
			Probab.	Impacto	PxI					Probab.	Impacto	PxI
1.4	Financiero	Error en cálculo de mano de obra en presupuesto	0,90	0,90	0,81	Transferir	Subcontratos	Realización de histograma	IR	0,60	0,60	0,36
2.1	Ejecución	Submittals presentados tarde	0,75	0,75	0,56	Evitar	Realizar un cronograma de presentación de submittals		IR	0,15	0,15	0,02
3.7	Técnico	Equipos mal calibrados	0,40	0,75	0,30	Evitar	Mantener un registro de calibraciones de equipos al día		EE /EM	0,15	0,15	0,02
					0,56						0,14	

Tabla 15. Plan de gestión de riesgos resumida. Elaboración propia

En la tabla 15 podemos ver el resultado de la metodología propuesta para el plan de gestión de riesgos. En ella vemos, de izquierda a derecha, el código de identificación de la matriz RBS, luego la causa del riesgo, la descripción del riesgo y luego tenemos las columnas de la probabilidad e impacto en donde se le asigna el valor correspondiente de acuerdo a la tabla 10 (p.71) y la tabla 11 (p.67), en donde se definió su escala, luego con la multiplicación de estas últimas dos columnas obtenemos el puntaje resultante para cada riesgo de forma individual, y en la parte inferior de la columna P<sub>x</sub>I se obtiene el puntaje general del proyecto. En este caso se obtuvo un 0.56, lo cual equivale a un proyecto con un puntaje de riesgo Muy alto de acuerdo con la tabla 13 (p.73). Un DP experimentado al ver este puntaje automáticamente se enfoca en el plan de riesgos para bajarle el riesgo al proyecto. Que fue precisamente lo que se hizo. En las columnas subsiguientes se establecieron planes de mitigación para cada riesgo, se indicaron disparadores y se le asignaron responsables lo que hizo que su puntaje en probabilidad e impacto bajara, lo que a su vez dio como resultado que el riesgo del proyecto bajara a 0.14 lo que lo lleva a un nivel de riesgo Moderado.

Cabe resaltar que se acaba de desarrollar el plan de riesgos con 3 ejemplos de riesgos seleccionados al azar. En el plan completo deben de indicarse todos los riesgos identificados y mientras más planes de mitigación y disparadores se le agreguen mejor será su resultado. Este resultado de riesgo del proyecto debe ser tal que sea aceptable para el DP y para la Gerencia General, este puede o no estar preestablecido para cada tipo de proyecto, dependiendo de su complejidad, tamaño, duración, etc. Lo que también es cierto es que no debe quedar sólo a criterio del DP cuál es el nivel de riesgo aceptable, este debe ser parte de una estrategia organizacional. En la compañía SEM, este es otro punto de mejora, y se propone afinar el plan de gestión de riesgos a tal nivel que el resultado de riesgo sea Bajo, de acuerdo con los parámetros de la tabla 13 (p.73).

Algo que ayuda a este monitoreo son los disparadores de riesgos que están contemplados en el plan, como se puede ver en la Tabla 15 (p.74). Estos disparadores son indicadores que el riesgo identificado está próximo a suceder y al que hay que prestarle atención. Mientras más disparadores se logren identificar, más oportuna será la implementación de respuesta.

Además de los disparadores, se tiene que evaluar la efectividad de la estrategia seleccionada para cada riesgo, así como su acción preventiva. Se tiene que evaluar su efectividad y si se va en camino de lograr la optimización esperada del resultado de la probabilidad y el impacto. Sin perder de vista que el objetivo final es lograr bajar el nivel de riesgo general del proyecto. Pero también se

debe tener en cuenta que un solo riesgo catalogado como alto puede dar al traste con todo el proyecto. De ahí la importancia de ordenar los riesgos del que presenta mayor riesgo al menor, para así enfocarse en los más críticos. Por atacar riesgos catalogados como de pequeño impacto no se va a descuidar los catalogados como de mayor impacto.

Algo que todo DP y todo miembro del equipo debe conocer es la ley de Pareto, o la ley 80/20, la cual indica que el 80% de las consecuencias proviene del 20% de las causas. En nuestro caso se puede decir que el 80% de los dolores de cabeza en la construcción electromecánica proviene del 20% de los riesgos. De ahí la importancia de hacer una buena identificación de ese 20%, de analizar bien sus causas y establecer las mejores medidas de mitigación posibles.

#### 4.3.6 EJECUCIÓN Y CONTROL DE LOS RECURSOS Y ADQUISICIONES

La figura 31 (p.77) muestra un ejemplo típico de un submittal que utiliza la compañía SEM. En él se detalla el equipo que se desea adquirir y para el cual se está pidiendo aprobación. Además, muestra los datos de quien presenta este submittal y los datos de quien aprueba, así como las fechas correspondientes. Este documento, como se indicó en la etapa de planificación, es un elemento fundamental y punto de partida para el inicio de las adquisiciones, sin este documento debidamente aprobado no se procede con ninguna adquisición.



Proyecto: 

 No. SAM 

Solicitud de aprobación del material o equipo descrito en esta formula para ser utilizado en el proyecto.

 Para aprobar: 

 Marca: 

Descripción (incluye paginas adicionales en caso necesario)

Luminaria de emergencia, 120V/277V, bateria de respaldo 90min. Marcka ILUKON. UL

Rótulo de salida E-50G, 120v/277v, letras color verde. Marca Sylvania. UL

Se adjuntan especificaciones técnicas: ( PÁGINAS INCLUYE PORTADA)

Comentarios de la solicitud (Incluye páginas adicionales de ser necesario)

Se adjuntan:

- documentos
- muestras físicas

Fechas :

Solicitada por :	Ing. Rafael Velásquez	Se requiere su instalación antes del :	11-jun-20
En condición de :	Ing. de Proyecto	Se requiere hacer el pedido antes del :	27-abr-20
En Fecha :	16-abr-20	Se solicita su aprobación antes del :	23-abr-20
Firma :			

**APROBADA tal como se presenta :**

**NO APROBADA :**

Debido a :

**APROBADA CON RESTRICCIONES :**

Restricciones :

Aprobado o no aprobada por:

En su condición de :

En fecha :

Firma :

Figura 31. Muestra de un Submittal para aprobación de compra. Elaboración SEM.

Luego tenemos la tabla comparativa. En este se muestran los aspectos requeridos, los cuales son tiempo, costo y calidad técnica.

Proyecto: Centro de Distribución		Cliente: Cargill		Fecha de actualización: 21-abr-20			
CUADRO COMPARATIVO DE TRANSFORMADORES							
Item	Proveedor	Costo	Ahorro	Tiempo de entrega	Cumple técnicamente	Observaciones	
	Presupuesto	\$7 850,0					
1	Rymel	\$5 800,0	\$2 050,0	4 semanas	Sí		
2	Cooper	\$7 890,0	-\$40,0	4 semanas	Sí		
3	Schneider Electric	\$11 530,0	-\$3 680,0	6 semanas	Sí		
4	ABB	\$6 350,0	\$1 500,0	4 semanas	Sí		

Figura 32. Propuesta de tabla comparativa. Elaboración propia.

Y es en este documento de la figura 29 donde se expresa la recomendación del IR sobre la compra de las opciones indicadas en la tabla comparativa. Por último, se tiene el documento de Solicitud de Compra (SDC), que, si bien la compañía SEM tiene un formato, se propone uno mejorado. El cual se muestra en la siguiente figura.


			SOLICITUD DE COMPRA		SDC N° 53	Fecha requerida 12-jul
Proyecto: UNA		Fecha SDC: miércoles, 05 de julio de 2017		<u>Observaciones importantes:</u>		
Item	Cantidad	Unidad de medida	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	Stock en Bodega	Faltantes por comprar	
1	28	tubo	Tubería PVC SDR26 de 4"			
2	9	tubo	Tubería PVC SDR26 de 3"			
3	36	tubo	Tubería PVC SDR26 de 2"			
4	2	tubo	Tubería PVC SDR26 de 1-1/2"			
5	76	un	Yee PVC SDR26 de 4"			
6	15	un	Yee PVC SDR26 de 3"			
7	40	un	Yee PVC SDR26 de 2"			
8	4	un	Tee PVC SDR26 de 4"			
9	4	un	Tee PVC SDR26 de 3"			
10	40	un	Tee PVC SDR26 de 2"			
SOLICITÓ: C. Sánchez		Revisó: J.Vargas	AUTORIZÓ: U.Vindas	Recibe en proyecto: A.Salas (Bodeguero)		
FECHA: 4 de julio de 2017		FECHA: 5 de julio de 2017	FECHA: 5 de julio de 2017			

Figura 33. Propuesta de Solicitud de Compra (SDC). Elaboración propia.

Con estos tres documentos se deja constancia documental del proceso de efectuar las adquisiciones. El DP debe decidir si todas las SDC deben ser aprobadas expresamente por él o solamente las compras mayores a cierto monto o solamente las compras de equipos especiales. Esto queda a su discreción.

El documento del Submittal que se muestra en la figura 31 es un documento externo, es decir es un documento que se le presenta al equipo de diseño. Los demás como la tabla comparativa de la figura 32, la solicitud de compra, figura 33, así como las cotizaciones, son documentos internos, es decir que son documentos a los que sólo tienen acceso los miembros del equipo del proyecto.

Todas las adquisiciones que realiza la compañía SEM y en general la mayoría de las compañías constructoras electromecánicas, las realiza mediante lo que se llama Orden de Compra (OC) el cual es un documento legalmente válido, en el que se detallan las condiciones de la compra, por ejemplo, descripción exacta que se va a comprar, normalmente respaldada con una cotización, la cantidad de equipos o materiales, términos de pago, plazos de entrega, lugar de entrega, etc.

Una vez efectuadas las adquisiciones, las cuales van sucediendo durante la primera etapa del proyecto, lo que sigue es controlarlas. Esto es velar que todo el proceso de adquisición desde que se presenta el Submittal, hasta que el equipo llega al proyecto, marche de acuerdo con lo esperado. Aquí se va un poco más allá y se propone una tabla de control que llega hasta el momento en que el equipo está instalado y un sencillo control de costos. Todo lo anterior debe ir en estricto apego al cronograma del proyecto. La fecha de instalación debe estar de acuerdo con lo indicado en el cronograma para todos los equipos y materiales, de otra forma no tendría sentido.

En la tabla 16 que se muestra a continuación, debemos tener todos los equipos y materiales que pueden presentar cierto nivel de complejidad en su adquisición, y cierto nivel de complejidad se refiere a si presenta características como si es de importación, tiempo de entrega o fabricación prolongada, equipos y/o materiales que se necesiten para cumplir actividades en la ruta crítica, etc.

No vale la pena crear un plan de seguimiento para equipos y/o materiales menores, por ejemplo, tornillos, ya que estos se pueden adquirir en cualquier ferretería. Por lo tanto, no representan una compra de un nivel de complejidad y riesgo alto, ni siquiera riesgo medio.

Ítem	Nombre	Área	SUBMITTALS		COMPRA				ENTREGA			COSTO				Comentario		
			Fecha de presentación	Fecha de aprobación	# de SDC	Fecha de SDC	Proveedor	Fecha de OC	N° OC	Tiempo entrega CR (días)	En sitio	Duración instalación (días)	Instalado	Presupuesto	Real		Balance	Costo
1	Luminarias	E	13-jul	20-jul		25-Jul		28-Jul		3	31-Jul	1	01-Aug	\$0	\$0	\$0	\$0	
2	Cable de aluminio de acometidas	E	13-jul	20-jul		25-Jul		28-Jul		3	31-Jul	1	01-Aug	\$0	\$0	\$0	\$0	
3	Tableros	E	13-jul	20-jul		25-Jul		28-Jul		3	31-Jul	1	01-Aug	\$0	\$0	\$0	\$0	
4	Tuberías EMT y accesorios	E	13-jul	20-jul		25-Jul		28-Jul		3	31-Jul	1	01-Aug	\$0	\$0	\$0	\$0	
5	Tomacorrientes	E	13-jul	20-jul		25-Jul		28-Jul		3	31-Jul	1	01-Aug	\$0	\$0	\$0	\$0	

Tabla 16. Tabla de control de las adquisiciones. Elaboración propia.

Una vez identificadas todas las adquisiciones del proyecto, estas se deben detallar en la tabla en la columna de “Nombre”, luego se revisa la fecha en la que de acuerdo con el cronograma debe estar instalado y se anota en la última columna de “Instalado”, de ahí con una simple formula en Excel se van definiendo las fechas predecesoras hasta llegar a la primera fecha necesaria que hay que cumplir, que sería la de presentación del submittal. De esta forma si se cumple esta fecha se tiene una mayor probabilidad de que el equipo va a llegar en el momento necesario de acuerdo con el cronograma.

Cabe indicar que como es natural, que estos procesos muchas veces sufren retrasos de diversa índole, por ejemplo, atrasos de fábrica, atrasos en aduanas, transportes, a la hora de girar el adelanto, etc. Por eso es necesario contemplar tiempos de holgura para prever este tipo de situaciones.

En la tabla 16, además se dispone de columnas en donde se pueden monitorear los costos de estas compras. En donde se muestra el monto disponible para cada compra, el monto real de la compra y al final el saldo. Esto es un doble chequeo ya que en la sección de control de costos en la tabla que se muestra en la figura 22 (p.58) también se lleva el detalle de este control.

En la tabla 16 son equipos y/o materiales específicos y en la figura 22 es un panorama general de los costos del proyecto.

### 4.3.7 EJECUCIÓN Y CONTROL DE LOS INTERESADOS

En el apartado 4.2.8 se indicó como se debe gestionar el involucramiento de los interesados. Además de lo indicado, algunas herramientas necesarias para una buena gestión de interesados son las llamadas habilidades blandas, como lo son la influencia, el liderazgo y las habilidades interpersonales. A la hora de analizar a los interesados se deben de tomar en cuenta aspectos como la diversidad de estos, su complejidad, que tecnologías o sistemas de comunicación podemos utilizar con ellos. No es lo mismo llegarle a una población estudiantil, que, a una población de adultos mayores, a los primeros se les puede acercar utilizando los medios tecnológicos de última generación, al segundo grupo probablemente se requiera un contacto más tradicional.

Como la mayoría de los procesos en la administración de proyectos, este requiere un monitoreo constante. Los grupos de interés pueden variar de un estatus a otro sin previo aviso y si no nos percatamos y estamos atentos a estos cambios, se pueden volver agentes negativos hacia el proyecto. Por ejemplo, si la ejecución del proyecto se da en una zona comercial, este podría afectar el tránsito y la comodidad de los transeúntes a la hora de hacer sus compras y este grupo de comerciantes se puede sentir gravemente perjudicado, aunque a futuro el proyecto pueda proveerle una mayor clientela y mejores ingresos.

Durante esta etapa de monitoreo el DP debe ir ajustando la estrategia de gestión hacia los interesados.


Recordemos que el objetivo prioritario del plan de gestión de los interesados es lograr para todos una relación ganar – ganar.

## 4.4 ETAPA DE CIERRE

### 4.4.1 CIERRE DEL PROYECTO

El proceso mediante el cual el cliente acepta formalmente el entregable del proyecto se denomina cierre del proyecto.

Una vez subsanados todos los aspectos indicados en la lista de poncheo y luego en el acta de recepción sustancial, el proyecto se entrega finalmente mediante un acta de recepción final.

 <b>SOLUCIONES ELECTROMECANICAS</b>	
Proyecto: _____	Fecha: _____
<b><i>Asunto: Recepción Final de Proyecto</i></b>	
<p>Estimados señores,</p> <p>Por medio de la presenta hacemos constar de la finalización de la obra Electromecánica, incluyendo las ordenes de cambio aprobadas a la fecha.</p>	
_____ Responsable de SEM	_____ Responsable del Diseño e Inspección

*Figura 34.* Machote entrega final. Elaboración propia.

Como parte del proceso de cierre del proyecto se le entrega al cliente un documento que debe incluir toda la información técnica y comercial para que su departamento de mantenimiento se haga cargo de todos los sistemas y equipos de la forma correcta.

Este documento denominado “Manual de Usuario” debe contener la siguiente información mínima:

1. Listado de equipos entregados.
2. Contacto de los proveedores de cada equipo instalado.
3. Certificado de garantía de los proveedores de dichos equipos.
4. Listas de verificación de calidad realizadas a los sistemas y equipos.
5. Manual de mantenimiento preventivo de cada equipo para que la garantía se mantenga vigente.
6. Acta de recepción sustancial firmada, haciendo constar por parte del cliente, que todos los aspectos indicados en dicha acta fueron subsanados.

Una vez finalizada la entrega formal del proyecto, se debe realizar una reunión de cierre a lo interno de la compañía, en la cual se deben tocar aspectos como los siguientes:

1. Cierre contable.
2. Aspectos de mejora del presupuesto.
3. Aspectos de mejora de la ejecución.
4. Lecciones aprendidas.

La anterior, a diferencia de la reunión de lanzamiento en la que sólo participan el equipo de presupuestos, jefes de departamento y el DP, en esta deben estar presentes todos los ingenieros de proyectos de la compañía, para lograr una retroalimentación a toda la compañía.



## 5 CONCLUSIONES

1. Se culminó con éxito la elaboración de una guía básica para el desarrollo de proyectos de construcción electromecánica de la compañía SEM, de acuerdo con los estándares del PMI. Con la cual se podrán ejecutar los proyectos de una manera profesional, en marcados en un estándar internacional que ha demostrado su eficiencia.
2. La implementación efectiva de la presente guía depende del apoyo que la Gerencia de SEM le dé a la misma.
3. Se establecieron los flujos de procesos de las áreas de conocimiento de acuerdo con el PMI que serán aplicados en los proyectos de la compañía SEM. Con esto se facilitará la comprensión de cada proceso para así lograr una mejor implementación de estos.
4. Se establecieron planillas estándar para la ejecución de los diferentes procesos, las cuales deben ser aplicadas a cada proyecto. Lo que facilitará y mejorará el control de los proyectos.
5. La compañía SEM tiene una excelente oportunidad de mejora en la aplicación de mejores y más detallados controles de costos como los que se propusieron en el desarrollo de este trabajo. Como compañía en crecimiento y con altas expectativas, esta mejora no puede faltar.
6. En el análisis de riesgos es otro punto donde la compañía SEM tiene otra gran oportunidad de mejora, identificando, analizando y gestionando todos los riesgos que se puedan presentar, utilizando las herramientas desarrolladas en el presente trabajo. Con esto se podrán minimizar los riesgos y gestionarlos de una forma eficiente.

## 6 RECOMENDACIONES

1. La compañía SEM tiene valiosas oportunidades de mejora en todos los procesos de gestión desarrollados en el presente trabajo. Por lo tanto, se le recomienda a la gerencia de SEM implementar un proceso de mejora continua, dentro del cual se enmarque la profesionalización de la administración de proyectos. Este es un proceso que se debe ir dando paulatinamente y tomar en cuenta las condiciones ambientales propias. No todas las organizaciones avanzan al mismo ritmo, pero sobreviven las que avanzan en este proceso.
2. Se recomienda a la Gerencia de SEM iniciar con un proceso paulatino de Administración de Proyectos guiados por los lineamientos del PMI. Y se debe hacer énfasis en un control eficiente y práctico del control de costos.
3. Al ser la compañía SEM una organización cuya área de acción es exclusivamente el desarrollo de proyectos, se recomienda a la Gerencia iniciar con la implementación de una Oficina de Gestión de Proyectos o Project Management Office (PMO, por sus siglas en inglés) cuya función principal es lograr un exitoso desarrollo de proyectos.
4. La presente guía deberá ayudar a desarrollar de manera más ordenada los proyectos de la compañía SEM, para lo cual la Gerencia de SEM debe mantener en una constante evaluación y retroalimentación para implementar un proceso de mejora continua y así mantener la guía vigente a través del tiempo.

## 7 BIBLIOGRAFIA

- Alvarado, A. (2018). *Guía Metodológica para la gestión de riesgos en la empresa Construcciones Peñaranda S.A.* (Tesis de Maestría). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.

Justificación: Se utiliza esta tesis como referencia de riesgos similares a los que se busca gestionar.

- Arguedas, A. (2019). *Estrategia metodológica para el mejoramiento de la dirección de proyectos electromecánicos para Refritec S.A.* (Tesis de Maestría). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.

Justificación: Se utiliza esta tesis como referencia de riesgos similares a los que se busca gestionar.

- García, J. (2019). *Estandarización de la gestión de proyectos para la empresa Constructora Electromecánica COELME S.A.* (Tesis de Maestría). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.

Justificación: Se utiliza esta tesis como parámetro de comparación en gestión de proyectos similares.

- Lledó, P. (2017). *Cómo aprobar el examen del PMP sin morir en el intento.*

Justificación: Se utiliza este libro como referencia de conceptos y metodologías.

- Project Management Institute Inc. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos* (Guía del PMBOK®). Pennsylvania: Project Management Institute.

Justificación: Se utiliza este libro como referencia de conceptos y metodologías.

- El Diccionario de la EDT. (2017). NEXTOP

<https://nextop.es/como-es-y-como-se-alimenta-el-diccionario-de-la-edtwbs/>

<https://nextop.es/plan-de-gestion-del-alcance/>

- Proyectum

<https://www.proyectum.com/sistema/plan-de-gestion-del-alcance/>

- Recursos en Project Management

<https://www.recursosenprojectmanagement.com/plan-de-gestion-del-alcance/>

- Project Management Institute. (2011). Practice Standard for Management. Pennsylvania, USA.

Project Management Institute.

## **8 ANEXOS**

**ANEXO 1. PROTOCOLO DE PRUEBAS MEDICIÓN DE VOLTAJE DE  
TRANSFORMADORES**

**PROTOCOLO DE PRUEBAS  
MEDICIÓN DE VOLTAJE DE TRANSFORMADORES**

Proyecto: \_\_\_\_\_

Sistema probado: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Localización: \_\_\_\_\_

**Detalles del equipo de medición**

Marca \_\_\_\_\_

Incertidumbre: \_\_\_\_\_

Modelo \_\_\_\_\_

**Detalles del equipo a medir**

Equipo: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Voltaje: \_\_\_\_\_

Viene de: \_\_\_\_\_

Potencia: \_\_\_\_\_

Va hacia: \_\_\_\_\_

Amperaje: \_\_\_\_\_

Conexión: \_\_\_\_\_

**RESULTADOS**

H1 \_\_\_\_\_

H2 \_\_\_\_\_

H3 \_\_\_\_\_

X1 \_\_\_\_\_

X2 \_\_\_\_\_

X3 \_\_\_\_\_

X0 \_\_\_\_\_

TIERRA \_\_\_\_\_

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Aprobada	Rechazada

Encargado Mecánico: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Ing. Residente: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Insp. Mecánico \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

## **ANEXO 2. PROTOCOLO DE PRUEBAS DE AISLAMIENTO**



## PROTOCOLO DE PRUEBAS DE AISLAMIENTO

Proyecto: \_\_\_\_\_ Sistema probado: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_ Localización: \_\_\_\_\_

### Detalles del equipo de medición

Marca \_\_\_\_\_ Incertidumbre: \_\_\_\_\_  
 Modelo \_\_\_\_\_ Voltaje de prueba: \_\_\_\_\_

### Detalles del equipo a medir

Equipo: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_  
 Voltaje: \_\_\_\_\_ Viene de: \_\_\_\_\_  
 Potencia: \_\_\_\_\_ Va hacia: \_\_\_\_\_  
 Amperaje: \_\_\_\_\_ Conexión: \_\_\_\_\_

### RESULTADOS

A-B \_\_\_\_\_  
 A-C \_\_\_\_\_  
 C-B \_\_\_\_\_  
 N-A \_\_\_\_\_  
 N-B \_\_\_\_\_  
 N-C \_\_\_\_\_  
 N-T \_\_\_\_\_  
 T-A \_\_\_\_\_  
 T-B \_\_\_\_\_  
 T-C \_\_\_\_\_

RESULTADO DE LA PRUEBA:	Aprobada	Rechazada

Encargado Eléctrico: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_  
 Ing. Residente: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_  
 Insp. Mecánico \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

### **ANEXO 3. PROTOCOLO DE PRUEBAS TOMACORRIENTES**

**REVISIÓN DE TOMACORRIENTES**

Proyecto: \_\_\_\_\_

Localización: Localización: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Marca y mod Marca y modelo: \_\_\_\_\_

ITEM	# CIRCUITO	# DE TOMACORRIENTES EN EL CIRCUITO	# DE TOMACORRIENTES EN EL CIRCUITO	VOLTAJE DEL CIRCUITO	POLARIDAD	GFCI	NIVELADO	ETIQUETADO
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								

EL EQUIPO ESTA LISTO PARA ENERGIZAR:

SI

SI

NO

Encargado Eléctrico: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Ing. Residente: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Insp. Eléctrico \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

SEM-E-005.0

## **ANEXO 4. PROTOCOLO DE PRUEBAS GENERADORES**

**REVISIÓN DE GENERADORES**

Proyecto: \_\_\_\_\_

Localización Localización: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Marca y modelo: Marca y modelo: \_\_\_\_\_

ITEM	PUNTOS DE REVISIÓN	APROBADO			OBSERVACIONES
		SI	NO	NA	
1	Gabinete no presenta golpes ni raspones				
2	Loza de concreto de acuerdo al plano de taller				
3	Revisión de cada una de las puertas y cerraduras del gabinete				
4	Correcta canalización de la acometida				
5	Se instalo tubería flexible entre la tubería PVC y el breaker				
6	Revisión de batería (conexión y estado)				
7	Existe alimentación eléctrica para el calentador de camisas				
8	Existe alimentación eléctrica para el cargador de baterías				
9	Revisión de cableado de control hasta la transferencia				
10	Los cable de potencia cuentan con revisión de aislamiento				
11	Anclaje correcto del generador al pedestal				
12	Revisión de la conexión de la acometida al breaker (torque, identificación y etiquetado)				

EL EQUIPO ESTA LISTO PARA ENERGIZAR:

SI

SI

Encargado Eléctrico: \_\_\_\_\_

Fecha: Fecha: \_\_\_\_\_

Ing. Residente: \_\_\_\_\_

Fecha: Fecha: \_\_\_\_\_

Insp. Eléctrico \_\_\_\_\_

Fecha: Fecha: \_\_\_\_\_

SEM-E-009.0

## **ANEXO 5. PROTOCOLO DE PRUEBAS PUESTA A TIERRA**

**REVISIÓN DE PUESTA A TIERRA**

Proyecto: \_\_\_\_\_

Localización Localización: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Marca y modelo Marca y modelo: \_\_\_\_\_

METODO DE CAÍDA DE POTENCIAL O TRES ELECTRODOS

# MEDICIÓN	DISTANCIA ELETRODOS			VALOR DE RESISTENCIA EN OHMS ( $\Omega$ )
	#1	#2	#3	

MEDICIÓN DIRECTA MEDIDOR TIPO GANCHO

LUGAR DE MEDICIÓN	VALOR DE RESISTENCIA EN OHMS ( $\Omega$ )

Encargado Eléctrico: \_\_\_\_\_

Fecha: Fecha: \_\_\_\_\_

Ing. Residente: \_\_\_\_\_

Fecha: Fecha: \_\_\_\_\_

Insp. Eléctrico \_\_\_\_\_

Fecha: Fecha: \_\_\_\_\_

**ANEXO 6. PROTOCOLO DE LIMPIEZA O FLUSHING DEL SISTEMA  
HÚMEDO CONTRA INCENDIO**



SOLUCIONES ELECTROMECANICAS S.A.



## LIMPIEZA O FLUSHING DEL SISTEMA HUMEDO CONTRA INCENDIO

Proyecto: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Tramo probado: \_\_\_\_\_

Tiempo de prueba: \_\_\_\_\_

RESULTADO DE LA LIMPIEZA:

Aprobada

Rechazada

OBSERVACIONES:

Supervisor: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Ing. de proyecto: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Insp. Mecánico \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

SEM-M-005.0

**ANEXO 7. PROTOCOLO DE PRUEBA HIDROSTATICA PARA EL  
SISTEMA DE AGUAS NEGRAS Y VENTILACIÓN**

SOLUCIONES ELECTROMECANICAS S.A.



## PRUEBA HIDROSTATICA A LOS SISTEMAS DE AGUAS NEGRAS Y VENTILACIÓN

Proyecto: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Tramo probado: \_\_\_\_\_

Altura inicial: \_\_\_\_\_

Altura final: \_\_\_\_\_

Diferencia de altura: \_\_\_\_\_

RESULTADO DE LA LIMPIEZA:

Aprobada	Rechazada

OBSERVACIONES:

Supervisor: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Ing. de proyecto: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Insp. Mecánico \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

SEM-M-006.0

**ANEXO 8. PROTOCOLO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL  
SISTEMA DE AGUA POTABLE**

## LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

Proyecto: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Capacidad del tanque de  
agua potable:

Duración de la cloración:

#	PUNTOS DE REVISIÓN DEL SISTEMA / PROCESO	APROBADO			OBSERVACIONES
		SI	NO	NA	
1	Se realizó lavado de paredes interiores del tanque con una solución de 150 a 200 mg/l de hipoclorito de cloro				
2	Se llenó el tanque con una solución de cloro de 50mg/l como mínimo				
3	La solución de cloro permaneció en el tanque mínimo 12 horas				
4	Se dejó fluir agua a las tuberías del sistema para limpieza				
5	Se inyectó la solución de cloro a la totalidad de las tuberías del sistema de agua potable				
6	La solución de cloro permaneció en las tuberías mínimo 3 horas				
7	Se informó de la desinfección por medio de avisos en lugares con acceso al agua potable				

OBSERVACIONES:

Supervisor: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Ing. de proyecto: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Insp. Mecánico \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

## **ANEXO 9. CHARTER DE LA TESINA**

ACTA DEL PROYECTO	
<b>Fecha</b>	<b>Nombre de Proyecto</b>
24 de agosto del 2020	Elaboración de una guía básica para la ejecución de los proyectos de la compañía SEM basada en el estándar del PMI.
<b>Areas de conocimiento / procesos:</b>	<b>Area de aplicación (Sector / Actividad):</b>
<b>Grupos de Procesos:</b> Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control. <b>Areas de Conocimiento:</b> Integración, Alcance, Cronograma, Costo, Calidad, Recursos, Comunicaciones, Riesgos, Adquisiciones, Interesados.	<b>Sector:</b> Construcción. <b>Actividad:</b> Construcción electromecánica.
<b>Fecha de inicio del proyecto</b>	<b>Fecha estimada de finalización del proyecto</b>
01 de setiembre del 2020	Enero del 2021
<b>Objetivos del proyecto</b>	
<b>Objetivo general</b> Elaborar una guía básica para el desarrollo de los proyectos de construcción electromecánica de la compañía SEM, de acuerdo con los estándares del PMI.	
<b>Objetivos específicos</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaborar una guía básica para planificar y ejecutar los proyectos de la empresa SEM contemplando las 10 areas de conocimiento del estandar del PMI.</li> <li>2. Identificar los flujos de procesos de cada área de conocimiento a ser aplicados a los proyectos de la compañía SEM.</li> <li>3. Proponer plantillas estándar para la elaboración de cualquier proyecto de construcción electromecánica de la compañía SEM.</li> </ol>	
<b>Justificación o propósito del proyecto</b>	
En la actualidad cada compañía electromecánica gestiona los proyectos de una forma muy personalizada y la mayoría guiándose por experiencia empirica a través de los años de desarrollo de esta tarea. Pero no se cuenta con herramientas que engloben de manera sistemática todo lo que implica gestionar un proyecto. Desde la definición del alcance, pasando por las áreas de	

conocimiento del cronograma, calidad, adquisición, recursos, etc. Por lo tanto, el implementar herramientas que ayuden a llevar a cabo esta gestión en cada una de las áreas se vuelve cada vez más necesarias e imprescindibles si el deseo es mantenerse competitivo.

En el presente trabajo desarrollaremos herramientas y planes para gestionar las áreas de conocimiento que en mi experiencia son las que llevan mayor riesgo y alta probabilidad de que al no ser gestionados correctamente no se obtenga el producto esperado. Si bien es cierto todas las áreas del conocimiento están estrictamente relacionadas en la construcción electromecánica hay unas más críticas que otras, como la gestión del costo, gestión del alcance y gestión del cronograma.

En mi experiencia, en los proyectos de construcción electromecánica las áreas de recursos y comunicaciones no son de alto riesgo, ya que los recursos están plenamente identificados y su disponibilidad ya no es un tema de planeación sino de recursos económicos, lo cual a veces se limita, pero es algo con lo que hay que trabajar. Por otro lado, el área de comunicación tampoco es un área crítica ya que al estar bajo la contratación de una compañía que realiza la función de Project Manager, esta maneja una matriz de comunicación bastante clara. A pesar de lo anterior siempre surgen problemas en estas áreas, pero no son los que dan más problemas y las que crean mayores riesgos.

**Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto**

El entregable final consiste en una guía básica para la ejecución de los proyectos de la compañía SEM basada en el estándar del PMI.

**Supuestos**

Se estima un período de desarrollo del proyecto de 2 meses y medio y 1 mes de revisiones de los lectores y correcciones.

Se cuenta con la información necesaria para abarcar todos los aspectos necesarios para que la guía sea completa y de fácil implementación.

Se desarrollaran planes de gestión aplicables al sector de la construcción electromecánica en Costa Rica, incluyendo sus particularidades.

**Restricciones**

Tiempo limitado para el desarrollo del proyecto, debido a ocupaciones laborales.



Se cuenta con tres meses para la elaboración del Proyecto Final de Graduación.

Se cuenta con tres meses para la elaboración del Proyecto Final de Graduación.

### Identificación de riesgos

Limitada experiencia en la organización en la ejecución de proyecto de gran magnitud.

Resistencia a una apertura total de los procesos internos de la compañía SEM.

Limitada experiencia en la organización en el manejo profesional de proyectos, lo que puede traducirse en una reacción al cambio difícil de vencer.

### Presupuesto

Para la elaboración del Proyecto Final de Graduación no se destina recurso económico.

### Principales hitos y fechas

Nombre hito	Fecha inicio	Fecha final
Presentación y aprobación del charter	31 de agosto 2020	07 de setiembre 2020
Presentación y aprobación del cronograma	08 setiembre 2020	14 setiembre 2020
Avance 1 (70%)	15 setiembre 2020	26 setiembre 2020
Revisión de Avance 1 y correcciones	27 setiembre 2020	03 octubre 2020
Avance 2 (100%, incluyendo correcciones del avance 1)	04 octubre 2020	15 octubre 2020
Revisión de Avance 2 y correcciones	16 octubre 2020	22 octubre 2020
Avance 3 (PFG final)	23 octubre 2020	31 octubre 2020
Revisión de Avance 3 y correcciones	01 noviembre 2020	07 noviembre 2020
Presentación final	01 diciembre 2020	01 diciembre 2020
Aprobación del tutor	07 diciembre 2020	07 diciembre 2020
Revisión de los lectores	10 diciembre 2020	08 enero 2021
Correcciones sugeridas por los lectores	11 enero 2021	15 enero 2021
Aprobación de los lectores	18 de enero 2021	22 enero 2021
Aprobación final del PFG	25 enero 2021	25 enero 2021

### **Información histórica relevante**

El 23 de febrero del 2010 se aprueba el “Código Eléctrico Nacional (NEC)”, como código de acatamiento obligatorio para la construcción eléctrica del país.

El Código Hidráulico se oficializa en el año 2005 por parte del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (CFIA).

Es hasta las fechas citadas anteriormente que la construcción electromecánica se rige por normas técnicas aprobadas por el CFIA y de acatamiento obligatorio. Adicionalmente a esas normativas, existen otras relacionadas como las normas para cableado estructurado que no son de acatamiento obligatorio, pero sí de uso recomendado y en la práctica se suelen seguir como si fueran obligatorias, también tenemos otras normas para la construcción de gases médicos, aire comprimido, sólo por citar algunas. Toda esta normativa viene a complementar los conocimientos técnicos adquiridos en las universidades, para una correcta ejecución de los proyectos electromecánicos del país.

Se cuenta con bibliografía similar a este PFG en forma de documentos de grado o post-grado, pero no su evaluación final o retroalimentación a la hora de llevarlo a la práctica.

### **Identificación de grupos de interés (involucrados)**

#### **Involucrados Directos:**

Profesor del Seminario de Graduación

Profesor Tutor del Proyecto Final de Graduación (PFG)

Lectores del PFG

Estudiante Administrador del PFG

#### **Involucrados Indirectos:**


Departamento de Aquisiciones de la empresa

Departamento de Ingeniería de la empresa

Director de proyectos de la empresa

Gerente General de la empresa

Encargados técnicos del desarrollo de la instalación electromecánica

<b>Director de proyecto:</b> Rafael Velásquez Ruiz	 <b>Firma:</b>
<b>Autorización de:</b>	<b>Firma:</b>

## **ANEXO 10. CRONOGRAMA DEL PROYECTO**

Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predece	Semestre 2, 2020							Semestre 1, 2021				
						A	S	O	N	D	E	F	M				
	<b>▲ Cronograma PFG</b>	<b>118 días</b>	<b>lun 31/8/20</b>	<b>mié 10/2/21</b>													
	<b>▲ 1 Tutoría de desarrollo</b>	<b>58 días</b>	<b>lun 31/8/20</b>	<b>mié 18/11/20</b>													
	1.1 Asignación y comunicación con el Tutor	5 días	lun 31/8/20	vie 4/9/20													
	2.2 Aprobación del Tutor para continuar	6 días	lun 7/9/20	lun 14/9/20	3												
	2.3 Avance 1	14 días	mar 15/9/20	vie 2/10/20	4												
	2.4 Avance 2	14 días	lun 5/10/20	jue 22/10/20	5												
	2.5 Avance 3	30 días	vie 23/10/20	jue 3/12/20	6												
	2.6 Aprobación del tutor	7 días	vie 4/12/20	lun 14/12/20	7												
	<b>▲ 3 Revisión de lectores</b>	<b>39 días</b>	<b>mar 15/12/20</b>	<b>vie 5/2/21</b>													
	3.1 Revisión por parte de lectores	20 días	mar 15/12/20	lun 11/1/21	8												
	3.2 Retroalimentación de lectores	7 días	mar 12/1/21	mié 20/1/21	10												
	4.2 PFG corregido y enviado a lectores	7 días	jue 21/1/21	vie 29/1/21	11												
	4.3 Segunda revisión de lectores	5 días	lun 1/2/21	vie 5/2/21	12												
	<b>▲ 5 Evaluación</b>	<b>3 días</b>	<b>lun 8/2/21</b>	<b>mié 10/2/21</b>													
	5.1 Aprobación de lectores	2 días	lun 8/2/21	mar 9/2/21	13												
	5.2 Calificación	1 día	mié 10/2/21	mié 10/2/21	15												
	5.3 Aprobación final de PFG	0 días	mié 10/2/21	mié 10/2/21	16												

