



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE ASPECTOS QUE INFLUYEN  
EN EL ÉXITO DE LA ADMINISTRACIÓN DE  
PROYECTOS EN UNA PLANTA DE MANEJO DE RESIDUOS**

**T E S I S**

Que para obtener el título de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**P R E S E N T A:**

**ELIZABETH HERNÁNDEZ TOLENTINO**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. JOSÉ SABINO SÁMANO CASTILLO**



**CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. DE MÉXICO, 2016**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:** M. EN I. JOSÉ ANTONIO ORTIZ RAMÍREZ

**VOCAL:** ING. JUAN MARIO MORALES CABRERA

**SECRETARIO:** DR. JOSÉ SABINO SÁMANO CASTILLO

**1ER. SUPLENTE:** M. EN I. ALEJANDRO ZANELLI TREJO

**2DO. SUPLENTE:** ING. LUIS ÁNGEL MORENO AVENDAÑO

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

SUSTENTABILIDAD EN ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A DE C.V.

**ASESOR DEL TEMA:**

DR. JOSÉ SABINO SAMANO CASTILLO

\_\_\_\_\_

**SUSTENTANTE:**

ELIZABETH HERNÁNDEZ TOLENTINO

\_\_\_\_\_

## ***DEDICATORIAS***

A mi familia porque son lo más importante en mi vida.

A futuras generaciones, pues en nuestras manos está el desarrollo de nuevas fuentes de trabajo, mediante la ejecución de buenas prácticas, que pueden transformar la vida de los trabajadores y evitando daños al ambiente.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Sustentabilidad en Energía y Medio Ambiente S. A. de C. V, por abrirme las puertas para el desarrollo de esta investigación. De igual forma, agradezco a cada uno los integrantes por darme un poco de su tiempo y proporcionarme la información requerida.

A mis padres por todo ese apoyo incondicional a lo largo del camino.

A mi querida hermana que, a pesar de tener algunas diferencias, siempre está ahí.

A mi hermano por levantarme, cuando siento que ya no puedo.

A mis profesores que me han sido una guía a lo largo de mi vida. En especial:

A mi mentor Juan Mario Morales, del cual le debo aparte de sus conocimientos, el amor, la pasión y el compromiso por la carrera.

A mi asesor Dr. Sámano por su tiempo, paciencia, guía en el desarrollo de la investigación, asimismo por inspirarme hacia nuevos caminos y cambios de paradigmas.

A la Dra. Guadalupe Duran por todo su apoyo y sus enseñanzas.

A cada uno de mis sinodales por contribuir y asesorar en este pequeño trayecto de mi vida.

A mis amigos, amigas y grupo de danza, por estar conmigo en las buenas y no tan buenas.

Y finalmente a prima que siempre está cuando la necesito.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1. ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS</b> .....	4
1.1 Influencia de la organización en la dirección de proyectos .....	5
1.1.1 <i>La cultura organizacional</i> .....	5
1.1.2 <i>Estructura de las organizaciones</i> .....	5
1.2 Comunicación en la organización .....	9
1.3 Interesados .....	10
1.4 Recursos Humanos .....	11
1.5 Ciclo de Vida del proyecto .....	12
1.6 Inicio y planificación del proyecto .....	13
1.7 Alcance del proyecto .....	14
1.8 Work Breakdown Structure (Estructura de desglose de Trabajo) .....	15
1.8.1 <i>Programa de fechas clave</i> .....	15
1.8.2 <i>Paquete de trabajo</i> .....	16
1.8.3 <i>Matriz de precedencias de los paquetes de trabajo</i> .....	16
1.9 Gestión del tiempo (Técnicas y herramientas).....	17
1.9.1 <i>Método de ruta crítica</i> .....	17
1.9.2 <i>Método de la cadena crítica</i> .....	17
1.9.3 <i>Gestión de valor ganado</i> .....	18
1.9.4 <i>Programa de diseño</i> .....	18
1.10 Control.....	20
1.10.1 <i>Cumplimiento del programa</i> .....	20
1.10.2 <i>Avance real del trabajo con respecto al programado</i> .....	21
1.10.3 <i>Control en costos</i> .....	21
1.10.4 <i>Información recibida y generada</i> .....	21
1.10.5 <i>Control de la calidad</i> .....	21
1.11 Dirección de proyectos .....	22
1.12 Calidad del proyecto.....	22
1.13 Costo del proyecto .....	23
1.13.1 <i>Estimación análoga</i> .....	24
1.13.2 <i>Estimación paramétrica</i> .....	24
1.13.3 <i>Estimación por tres valores</i> .....	25

1.14 Gestión de riesgos .....	25
1.14.1 <i>Rol de los interesados</i> .....	27
1.14.2 <i>Impacto de riesgos</i> .....	27
1.14.3 <i>Análisis Cualitativo del Riesgo</i> .....	28
1.15 Gestión de compra .....	28
<b>2. CALIDAD</b> .....	30
2.1 Calidad en la empresa.....	31
2.2 Mejora Continua (PDCA).....	33
2.3 ISO 9000 .....	34
<b>3. CASO DE ESTUDIO</b> .....	37
3.1 Descripción de la empresa .....	37
3.2 Descripción del proyecto .....	38
3.3 Metodología .....	40
3.3.1 <i>Observación</i> .....	40
3.3.2 <i>Revisión de la documentación</i> .....	41
3.3.3 <i>Estado de la administración del proyecto</i> .....	41
3.3.4 <i>Estado del proyecto</i> .....	43
<b>4. ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	53
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	55
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	57
<b>ANEXOS</b> .....	59
Anexo I. Entrevistas .....	59
Anexo II. Propuestas .....	62

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. 5 W's Material .....	47
Tabla 2. 5W's Maquinaria .....	47
Tabla 3. 5 W's Medio de trabajo .....	48
Tabla 4. 5 W's Mano de obra.....	49
Tabla 5. 5 W's Método .....	51
Tabla 6. Entrevista al equipo de trabajo .....	59
Tabla 7. Entrevista al Líder del proyecto .....	60
Tabla 8. Entrevista a la Alta dirección .....	61
Tabla 9. Lista de riesgos .....	72
Tabla 10. Evaluación de riesgos .....	72
Tabla 11. Registro de riesgos .....	73
Tabla 12. Estimación de Horas-Hombre .....	76
Tabla 13. Estimación de Horas-Hombre con especificaciones.....	77
Tabla 14. Estimación por detalles de instalación.....	77

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de Vida del proyecto .....	12
Figura 2. Elementos de la calidad .....	32
Figura 3. Elementos de la Mejora Continua .....	35
Figura 4. Diagrama de Bloques del Proceso .....	39
Figura 5. Avance del proyecto .....	40
Figura 6. Elementos del proceso .....	43
Figura 7. Rotación del personal .....	45
Figura 8. Diagrama de Fish.....	46
Figura 9. Matriz de riesgo .....	73

## RESUMEN

La calidad y la administración de proyectos son estrategias de competencia en las empresas. Durante el desarrollo de la administración de proyectos se tiene involucrada la calidad, sin embargo, esta solo se desarrolla en la parte tangible del proyecto, que son los entregables, los cuales deben estar alineados a las normas correspondientes. No obstante, este no es el único elemento que participa en el proceso, en consecuencia, los errores tienden a aumentar a lo largo del desarrollo del mismo.

De manera que se realizó un estudio a la administración de proyectos que desarrolla una PyME durante un lapso de 9 semanas, evaluando como influye la calidad en la administración de proyectos de forma individualmente, y analizando que otros aspectos repercuten directamente al proyecto.

De hecho, el proyecto presenta un retraso, generado por diversos factores que después se analizó la causa raíz de estos, para después plantear acciones correctivas las cuales traerán mejora al proceso, como son: análisis de riesgo, control utilizando la técnica del valor ganado, planes de comunicación, entre otros.

Palabras clave: Administración de proyectos, calidad, mejora continua.

## ABSTRACT

The quality and project management are competition strategies at the companies, therefore the quality is involved during the project management, and is developed in the tangible part of the project it has the deliverables aligned to corresponding rules but is not the only element involved in the process.

So a study to project management develops an PyME over a period of nine weeks, evaluating how it influences the quality of project management so individually, and analyzing other aspects that directly affect the project was carried out.

In fact, the project presents a delay generated by various factors after the root cause of these, then raise corrective actions which will bring improvement to the process was analyzed, such as: risk analysis, control by using the earned value technique, plans communication, among others.

**Keywords:** Project management, quality, continuous improvement.

## INTRODUCCIÓN

La administración de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas integradas para la obtención de un producto o servicio. Su éxito depende del logro de los objetivos del proyecto, dentro de los siguientes parámetros: tiempo, costo, alcance y calidad.

En efecto el hecho de hacer las cosas bien desde la primera vez adquiere un nuevo significado. Además, no solo se requiere que el producto o servicio sea económico, sino que también sea el mejor. Esto ha generado que las empresas requieran de una certificación ISO 9000. El ISO 9000 es una familia de normas internacionales para la administración y el aseguramiento de la calidad. De hecho, la administración de proyectos parece adaptarse a este sistema, puesto que se desarrolla en un ambiente flexible, dinámico y de mejora continua. No obstante, con el paso del tiempo el mundo se vuelve más competitivo y la importancia de manejar adecuadamente un proceso de administración por proyectos aumenta.

Lo cierto es que desde hace mucho tiempo, el enfoque de proyectos era solamente aplicado en grandes proyectos; hoy en día este concepto es utilizado en varias áreas de trabajo, que van desde proyectos tan diversos como reestructurar un hospital hasta la organización de algún evento. Otro claro ejemplo son los fabricantes de automóviles Toyota, Nissan y BMW en donde atribuyen su capacidad para ganar un segmento importante del mercado automotriz al uso de equipos de administración de proyectos, los cuales desarrollan nuevos vehículos que incorporan lo último en tecnología automotriz (C.F. Gray, 2009).

La administración de proyectos también presenta ciertas dificultades. De acuerdo con un estudio sobre proyectos informáticos, elaborado en todo el mundo por Standish Group, muestra que 31% de los proyectos analizados fueron cancelados antes de su finalización, además en un 88% de los casos, se superó el periodo acordado y lo más importante, el volumen económico de sobre costo alcanza el doble de las estimaciones iniciales. Estas estadísticas sólo se limitan a los proyectos de tecnología de información; sin embargo, al compararlo con el desarrollo de distintos proyectos en otros sectores, el resultado obtenido es el mismo (Rodríguez, 2005).

De manera que se evaluara la calidad de la administración de proyectos, tomando en consideración los siguientes aspectos: ciclo de vida del proyecto, perfil de los integrantes del proyecto, estructura organizacional, habilidades de la administración e influencias económicas. Por lo que el desarrollo de esta investigación se encuentra descrita en cuatro capítulos. En el primer capítulo está referido al proceso de administración de proyectos y los elementos que lo constituyen, mientras que el segundo capítulo hace referencia al tema de calidad considerando lo establecido en la ISO 9000:2015, consecuentemente en el siguiente capítulo se introduce el caso de estudio junto con los elementos evaluados y finalmente el capítulo 4 el cual contiene el análisis de los resultados.

### **Planteamiento del problema**

El éxito de un proyecto depende de diversos factores, lo cierto es que administrarlo no es nada fácil, ya que en la práctica se pueden presentar diversas limitaciones como son un número reducido de mano de obra, falta de capacitación al personal, problemas de comunicación, equipo o material insuficiente, entre otros. De forma que se realizará un estudio a la administración de proyectos que desarrolla en una PyME denominada Sustentabilidad en Energía y Medio Ambiente S.A. de C.V. (SUEMA), enfocado al desarrollo de una planta de tratamiento de residuos sólidos ubicado a un costado del Centro de Acopio de Nopal-Verdura delegación Milpa Alta.

### **Hipótesis**

Para que la administración de proyectos sea ejecutada de la mejor forma es necesario tener un manejo adecuado de los recursos humanos y materiales, asimismo se requiere contar con conocimientos técnicos, administrativos, orden, sistemas y experiencia para poder llevar a cabo su desarrollo.

También se requiere de dirección durante el desarrollo del mismo y debe ser aplicado de manera global para la obtención de los objetivos planteados. De igual forma se debe tener una evaluación constante para determinar el estado del proyecto y en caso de detectar errores corregirlos; asimismo se puede implementar el proceso de mejora continua de manera iterativa, cuyo principal objetivo es generar cambios que beneficien a la organización, para finalmente poder estandarizar algunos procesos, eliminando actividades innecesarias, buscando la secuencia más lógica y sencilla, siempre y cuando se asegure el cumplimiento del objetivo.

## Objetivo

Determinar y analizar cuáles son las variables indispensables para llevar a cabo el mejor desarrollo de la administración de proyectos para el caso de estudio, al mismo tiempo realizar una evaluación de la misma, corroborando si se cumplen con las especificaciones del cliente; asimismo con base en los resultados obtenidos proponer alternativas con base a la mejora continua.

## 1. ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

La administración de proyectos es la forma de planear, organizar, dirigir y controlar una serie de actividades realizadas por un grupo de personas que tienen un objetivo específico en cuanto al cumplimiento del tiempo, costo, alcance y calidad (Cervantes, 2016). Este a su vez se encuentra enfocada en dos puntos clave. El primero es la integración del proyecto con el plan estratégico de la organización y el segundo es lograr una unificación dentro del proceso de administración.

No obstante, primero se debe definir que es un proyecto. Un proyecto es un conjunto de actividades, interrelacionadas dirigidas hacia un objetivo temporal creado para realizar un producto o servicio específico. Tiene la particularidad de ser único y por ello, es fundamental la rigurosidad de una metodología (Leslie W. Rue, 1986).

Las principales características de un proyecto son:

- a. Un objetivo establecido.
- b. Un ciclo de vida definido, por lo tanto, tiene un principio y un fin.
- c. Es multidisciplinario, puesto que está conformado por varias áreas.
- d. Presenta requerimientos específicos.
- e. Recursos limitados (dinero, personas, equipos, etc.).
- f. Criterios de calidad medibles.

Además, está formado por cinco etapas principales, las cuales se describirán más adelante, en el ciclo de vida del proyecto.

El proceso de administración de proyectos se encuentra dividido en cuatro secciones, que a su vez se describirá en dos áreas. La primera aborda el aspecto técnico del proceso administrativo, el cual comprende la parte formal, disciplinada y lógica del proyecto. En este punto se redactan las especificaciones y las pautas sobre el alcance, asimismo se establece la planeación para definir con detalle lo que se pretende lograr; mediante una programación lógica y alcanzable. De igual forma se encuentra contemplada la parte de dirección, la cual es la encargada de integrar cada proceso del producto y del proyecto, de manera que estén alineados y conectados de forma adecuada; asimismo se integran sistemas de control, para evaluar el cumplimiento de los entregables del proyecto; el avance real del trabajo con respecto al programado, costos con respecto al presupuesto inicial, entre otros.

Mientras que la segunda parte se enfoca al aspecto organizacional, por lo que es importante crear un ambiente de trabajo donde se combine el talento del personal e integración. Por lo que el desarrollo de este estudio considera ambas partes, iniciando con el aspecto organizacional.

## 1.1 Influencia de la organización en la dirección de proyectos

Los proyectos y la dirección de los mismos se desarrollan en un entorno muy amplio. La comprensión de este, contribuye a asegurar que el trabajo se lleve de acuerdo con los objetivos de la organización.

Existen varios factores que influyen la forma en que se desarrollan los proyectos como es la cultura y la estructura organizacional.

### 1.1.1 La cultura organizacional

Es definida como la suma de valores y normas, compartidas por personas y grupos de una organización, las cuales controlan la manera en que interaccionan unos con otros; y este a su vez se verá afectado por la participación de entidades externas. En consecuencia, se debe comprender los diferentes estilos y culturas que pueden intervenir, de igual forma se necesita saber quiénes toman las decisiones o influyen dentro de la organización y trabajar con ellos para asegurar el éxito.

### 1.1.2 Estructura de las organizaciones

Una organización se genera cuando dos o más personas trabajan juntas para lograr un resultado, posteriormente se establecen los objetivos, las funciones y necesidades. Al mismo tiempo esta agrupación debe estar coordinada por un diseño estructural basada en sus necesidades. De ahí la importancia de seleccionar una adecuada estructura y conocer cómo funciona, que ventajas y desventajas presenta, que interés persigue y si esta se encuentra alineada con las necesidades de la organización.

Existen diferentes tipos de estructuras organizacionales, las cuales se describen a continuación:

Organización funcional: Consiste en dividir el trabajo y establecer la especialización. De manera que cada subordinado reporte a sus superiores su especialidad. La comunicación se efectúa directamente sin necesidad de algún intermediario, además existe una separación de las funciones de acuerdo a sus especialidades.

*Ventajas:* Aumenta la capacidad y eficiencia de los cargos superiores, debido a una especialización, además descompone y separa las actividades complejas, en tareas más simples.

Así mismo la división del trabajo es planeada y permite una mejor supervisión técnica y el desarrollo de la comunicación es más rápidas y con menos distorsiones.

*Desventajas:* Presenta dificultad para definir la autoridad de cada jefe, en los aspectos que son comunes, además de que se genera la duplicidad de mando. Del mismo modo existe una subordinación múltiple, lo que puede generar fuga de responsabilidades y se genera un instinto de competencia entre especialistas.

La organización tipo funcional es altamente recomendable para empresas de gran tamaño, algunos ejemplos de organizaciones de este tipo son: Hoteles Sheraton, Hewlett-Packard. Apple, automotriz Fiat, Chevrolet, entre otras.

Organización lineal: Este tipo de organización también es conocida como piramidal y constituye la forma estructural más simple y antigua, su origen data en la organización de los antiguos ejércitos de los tiempos medievales.

La forma mediante la cual se rige es a través de la jerarquización de la autoridad en la cual los superiores reciben obediencia de sus respectivos subordinados.

*Ventajas:* Es sencillo y claro además de que no hay conflicto de autoridad ni fuga de responsabilidades, también crea una disciplina donde cada jefe adquiere toda la autoridad y facilita la rapidez de acción.

*Desventajas:* La organización carece de especialización, además de que no se presenta la flexibilidad para expansiones futuras.

Algunos tipos de organizaciones que utilizan esquemas lineales son: el ejército, iglesia o empresas muy pequeñas.

Modelo adhocrático: Este tipo de estructura se antepone al sistema de la burocracia pues tiende a otorgar poder a los profesionales o expertos. En su mayoría se agrupan a los especialistas en pequeños equipos para que realicen su trabajo, su principal objetivo es innovar y evitar divisiones de trabajo, comportamientos formalizados y un sistema de control. La toma de decisiones lo realizan los expertos.

Esta estructura es difícil de mantener por que no se formalizan los comportamientos y a la vez no se tienen asegurados un flujo de proyectos.

Organización por grupo especial de proyecto o “*Task Force*”: Es una organización formada por un grupo especial de proyectos, casi todos los recursos necesarios humanos y materiales requeridos son separados de su estructura funcional formando una unidad encabezada por un líder de proyecto el cual tiene la responsabilidad y todo el personal queda bajo su autoridad directamente durante el tiempo de desarrollo y se organizan en grupos o especialidades.

*Ventajas*: Este tipo de organización solo tiene un objetivo, un solo proyecto. De manera que el entendimiento es claro y permanente, se desarrolla un espíritu de grupo debido al mismo enfoque; además la comunicación se facilita e inclusive de forma informal resulta efectiva.

*Desventajas*: Crea dentro de una organización una estructura nueva de carácter temporal que altera el funcionamiento de la organización normal y por otro lado, al término del proyecto, el personal que participo, perdió su lugar dentro de la estructura lo que ocasiona una falta de seguridad en el trabajador; además gestionar los recursos es difícil, de manera que el proceso se alarga, asimismo está estructura se encuentra enfocada en los objetivos a corto plazo, descuidando los objetivos a largo plazo de los departamentos funcionales.

Algunas empresas que se rigen bajo este tipo son: la Organización Internacional de las Entidades Fiscalizadoras Superiores, Internet Engineering Task Force, International Medical Products Anti Counterfeiting, entre otros.

Organización matricial: Este tipo de organización fue diseñada con el objetivo de maximizar las ventajas de la organización funcional, buscando como resultado tener el mejor manejo de los conocimientos tecnológicos, el uso más eficiente de los recursos y la planeación, control y coordinación requeridos para los diferentes proyectos al menor costo posible.

Esta organización consiste en una estructura funcional vertical a la cual se le superpone una estructura horizontal encabezada por un coordinador o jefe de proyecto (cuya función básica es la integración) con el objeto de lograr un balance de los objetivos tecnológicos del departamento funcional con los objetivos de tiempo y costo del proyecto.

*Ventajas:* La organización permite reunir a varios expertos en un equipo, además de presentar una mayor flexibilidad, permite asignar los recursos de mayor importancia desde el punto estratégico y contribuye a aumentar la implicación y el compromiso de los integrantes.

*Desventajas:* El doble flujo de autoridad en ocasiones origina conflicto y puede propiciar estrés en los miembros de los equipos al tener que rendir cuentas a dos jefes.

Coca Cola es un ejemplo de este tipo de organización.

Debido al grado de importancia que tiene la estructura organizacional dentro de la administración de proyectos, a continuación, se enlista algunos parámetros de referencia, que son contemplados al momento de seleccionar la estructura (Younker., 1977).

- a. Complejidad del proyecto. Se considera el número de departamentos funcionales que están involucrados y la interrelación en el flujo de información. En general, cuando el proyecto se torna complejo, la administración matricial y de grupo se vuelven atractivas.
- b. Tecnología del proyecto: se evalúa el grado de avance de tecnología del proyecto. Si el porcentaje es alto, se recomienda una organización matricial, la cual podrá garantizar una alta calidad técnica.
- c. Tamaño del proyecto. En general, un proyecto grande favorece a la organización de grupo. No obstante, para un proyecto pequeño y no muy complejo también es manejado con una organización en grupo.
- d. Duración. Una duración amplia favorece a la organización matricial.
- e. Tipo de cliente. En muchas ocasiones la decisión se puede inclinar a una u otra organización, dependiendo de la opinión o peticiones de los clientes.
- f. Frecuencia de cambios al proyecto. La organización matricial presenta mayor flexibilidad en este aspecto, comparada con las otras organizaciones.
- g. Número de proyectos simultáneos. La organización matricial favorece altamente al manejo de varios proyectos simultáneos, en virtud de un mejor aprovechamiento de los recursos humanos.
- h. Dificultad. La organización funcional es la más simple, siguiendo la de grupo y finalmente la matricial que es la más difícil de establecer y operar.

Actualmente en las organizaciones no se presenta solo una estructura organizacional, sino una combinación de estas, para obtener un mejor resultado.

La estructura organizacional presenta una guía que define los límites para que opere el personal y al mismo tiempo nos señala las rutas de comunicación.

## 1.2 Comunicación en la organización

Los líderes de proyecto emplean la mayor parte de su tiempo comunicándose con los miembros del equipo y otros interesados; y estos a su vez se comunican entre ellos mismos. Por lo que el éxito en la dirección de proyectos depende en gran medida de un estilo de comunicación efectiva.

Una comunicación efectiva significa que la información se suministra en el momento preciso, a la audiencia correcta y con el impacto deseado.

Durante el desarrollo de un proyecto es fundamental realizar de forma temprana un plan de comunicación, lo cual permite la asignación de los recursos adecuados.

La comunicación dentro de un proyecto se puede dar de la siguiente manera:

Interna (dentro del proyecto) y externa (cliente, proveedores, otros proyectos, organizaciones, el público).

Formal (informes, actas) e informal (correo electrónico, entre otros).

Vertical (hacia arriba y hacia abajo) y horizontal.

Oficial (boletines, informe anual) y no oficial (comunicaciones extraoficiales).

Escrita y oral, verbal y no verbal.

De manera que al momento de realizar el plan de proyectos se debe considerar quienes son los interesados, que es lo que se debe de comunicar y que cantidad de canales o vías de comunicación se tiene.

Para establecer el número total de canales de comunicación que se debe tener, sea hace a partir de la siguiente ecuación:  $n(n-1) / 2$ , donde n representa el número de interesados (PMBOK, 2013).

Hoy en día los canales de comunicación más utilizados se encuentran estrechamente ligados a la tecnología, sin embargo, antes de seleccionarla, se tiene que evaluar la urgencia de la necesidad de información, puesto que varía de un proyecto a otro tanto en tamaño, tipo, localización, etc.

En algunos casos, aunque se reproduzca un proyecto no siempre se conservan los mismos factores y en consecuencia hay cambios, los cuales deben ser contemplados, asimismo ocurre entre las etapas de un mismo proyecto.

De esta manera se debe considerar la disponibilidad de la tecnología para asegurar que esta es compatible y accesible para todos los interesados a lo largo del proyecto. En consecuencia, se eligen varias alternativas para que la comunicación fluya en todas direcciones y hacia todas las personas interesadas.

### 1.3 Interesados

Un interesado es un individuo, grupo u organización que puede afectar o verse afectado por una decisión o resultado de un proyecto (PMBOK, 2013).

Dentro de los interesados se incluyen a todos los miembros del equipo del proyecto, así como todas las entidades internas o externas que participan durante el desarrollo del mismo.

En consecuencia, se debe administrar las influencias de los distintos interesados en relación a los requisitos del proyecto para asegurar un resultado exitoso.

A continuación, se presentan algunos de los interesados que se encuentran presentes en el proyecto:

Patrocinador. Persona o grupo que provee recursos y apoyo para el proyecto.

Clientes y usuarios. Son aquellas personas u organizaciones que aprobarán el producto o servicio.

Proveedores. Son compañías externas que proporcionan componentes o servicios necesarios.

Socios. Son organizaciones externas que tienen una relación especial con la empresa. Estos proporcionan un rol específico puesto que pueden ser apoyo, entre otros.

Grupo de la organización. Son los interesados internos que se ven afectados por las actividades del equipo de proyectos. Estos grupos pueden contribuir en la especificación de los requisitos.

Líder de proyecto. Es la persona asignada para el desarrollo del proyecto, es el responsable de alcanzar los objetivos del mismo de manera eficaz y eficiente.

Gerentes funcionales. Son personas clave que desempeñan el rol de gestores dentro de un área administrativa. Cuentan con personal asignado para el desarrollo de las tareas dentro de su área.

Otros interesados. Tales como instituciones financieras, organismos reguladores, consultores, entre otros.

El proceso de identificar a los interesados se realiza para determinar el rol que tiene cada uno de ellos y evaluar cuál es el grado de participación durante el desarrollo del proyecto.

Esto permite generar diferentes estrategias para lograr la participación eficaz de los interesados.

#### 1.4 Recursos Humanos

El equipo de proyecto está compuesto por las personas a las que se les han asignado diversas responsabilidades. De forma que pueden estar de tiempo completo o de tiempo parcial, este último punto se refiere a que desde hace tiempo diversas organizaciones tienden a subcontratar servicios, sobre todo cuando se requieren algunos trabajos especializados; puesto que a la empresa le costaría más, si cuenta con especialistas. Algún ejemplo de este tipo de trabajo se encuentra en el desarrollo de la Ingeniería básica para el desarrollo de procesos nuevos, en consecuencia, se requiere contar con personal con experiencia y especializada en el área.

Así mismo durante el desarrollo del proyecto cada uno de los integrantes tiene responsabilidades específicas, sin embargo, la participación de todos los miembros en la toma de decisiones y en la planificación es favorable, pues cada uno aporta su experiencia en el proceso y fortalece su compromiso con el proyecto.

La creación de relaciones de trabajo es la interacción formal e informal con otras personas dentro de una organización, industria u entorno social.

En consecuencia, durante el proyecto se debe adquirir la habilidad de identificar, conformar, mantener, motivar, liderar e inspirar a los equipos de proyecto para que logren un alto desempeño y alcancen los objetivos. El trabajo en equipo es un factor crítico para el éxito, y el desarrollo de los equipos eficaces es una de las responsabilidades fundamentales del líder. Mientras tanto los directivos de área se encargan de crear un ambiente que facilite el trabajo en equipo, motivarlos constantemente proporcionando desafíos y oportunidades, brindando retroalimentación y apoyo de manera oportuna.

Esto desarrollara un alto desempeño del equipo mediante una comunicación abierta y efectiva, fomentando la toma de decisiones y la resolución de problemas en equipo.

Otro punto a considerar es la distancia que existe entre la organización y el desarrollo del proyecto, ya que esto genera una descoordinación y falta de visibilidad entre lo desarrollado del proyecto y lo estipulado en los entregables del avance del mismo. Debido a ello las organizaciones buscan alternativas de integración y generar una comunicación efectiva.

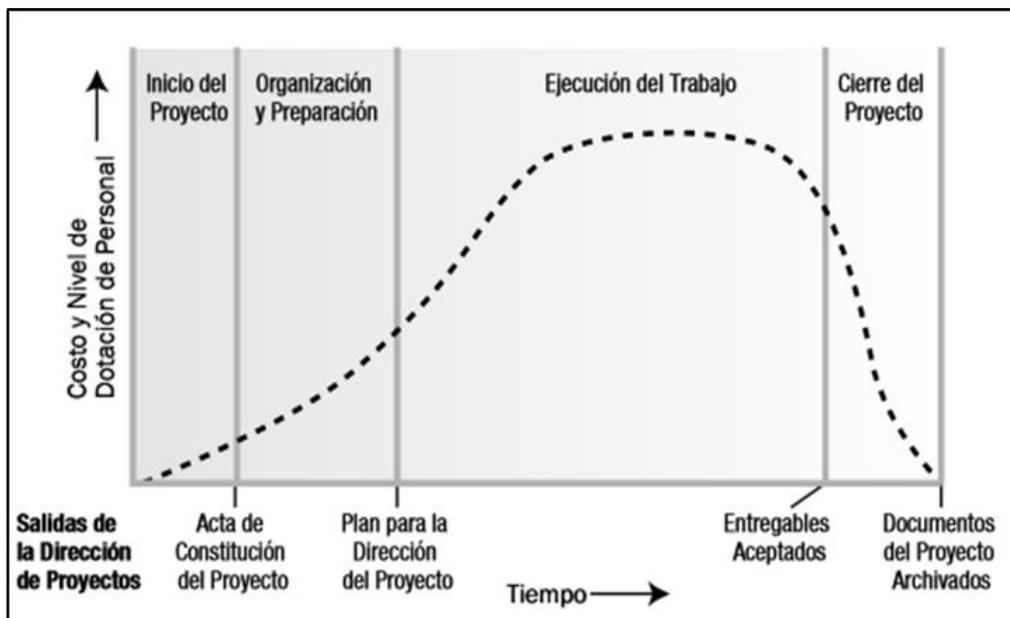
Ahora bien, se describirá el desarrollo de la parte técnica del proyecto. Para ello como primer punto se debe conocer cuales las principales características principales del mismo, ventajas y desventajas que presenta, entre otros.

### 1.5 Ciclo de Vida del proyecto

Describe las fases por las que se atraviesa desde su inicio hasta su cierre. Estas fases se encuentran limitadas en el tiempo, con un inicio y un final y este a su vez proporciona un marco de referencia básico para dirigirlo.

Estas etapas son: inicio, planeación, ejecución, control y cierre.

La Figura 1 muestra un diagrama típico del ciclo de vida del proyecto, no obstante, este puede variar por el tamaño y la complejidad del mismo. Además, durante su desarrollo se generan diversos cambios los cuales deben ser gestionados cuidadosamente.



**Figura 1.** Ciclo de Vida del Proyecto. Fuente: (PMBOK, 2013).

La estructura común de un ciclo de vida presenta las siguientes características:

Niveles de costo y personal. Al inicio son bajos y conforme avanza el proyecto aumentan y caen rápidamente al cierre.

La curva que se observa en la Figura 1, no siempre se presenta en todos los proyectos, puesto que puede ocurrir que por la misma naturaleza del proyecto al inicio de su desarrollo requiera una mayor cantidad de personal.

Los riesgos y la incertidumbre que se presentan son mayores al inicio y tienden a disminuir a lo largo del proyecto.

### 1.6 Inicio y planificación del proyecto

Este rubro forma parte de la primera etapa del ciclo de vida del proyecto y tiene como propósito establecer que se debe hacer, cuando, a que costo y una vez definido, se detalla un medio de control.

Esta planeación se encuentra ligada al alcance y representa un punto importante del proyecto pues es donde finalmente se realiza un análisis de viabilidad y se determina si el proyecto es rentable.

Para poder llevar a cabo la planificación del proyecto se debe considerar los siguientes aspectos:

- a. Cuál es el objetivo.
- b. Meta y requerimientos.
- c. Identificación de las tareas principales del proyecto.
- d. Evaluación de recursos disponibles.
- e. Compras.
- f. Planificación de las tareas.
- g. Elaboración de presupuesto.

Además, es conveniente que se realice la programación del desglose de las áreas que participan, para que la responsabilidad este claramente definidas, junto con el tiempo de ejecución, para lograr una operación continúa del personal y un menor costo. Una vez que el proyecto es aprobado se construye un contrato en donde se plasman los términos del acuerdo.

La planeación se ejecuta al inicio, sin embargo, este se mantiene actualizado durante todo el proyecto, reprogramando lo que no fue posible realizar o bien agregando cambios de alcance y revisando el presupuesto.

### 1.7 Alcance del proyecto

En el alcance se especifica que se va hacer y se encuentra definido de lo general a lo particular, es de suma importancia puesto que es la base para el éxito o fracaso del proyecto.

Durante su desarrollo se hace una descripción detallada del producto o servicio, puntualizando los límites del mismo, mediante la especificación de los requisitos que serán incluidos y cuales estarán excluidos; además como no es posible identificar todos los requisitos lo que se hace es describir los que son definitivos a partir de la documentación.

La descripción del alcance es fundamental y se elabora a partir de los entregables principales, los supuestos y las restricciones. Para el desarrollo de los entregables es necesario contar con un análisis de productos, pues dará la pauta al proceso de producción junto con el análisis de requisitos.

Otro de los documentos que se genera al inicio es el Acta de Constitución del proyecto en este se define el alcance, los objetivos y los participantes del proyecto. Da una visión preliminar de los roles y responsabilidades, de los objetivos, de los principales interesados y definen la autoridad del Líder del proyecto. Este documento también incluye:

- a. Propósito y descripción del proyecto.
- b. Alcance.
- c. Objetivos.
- d. Requerimientos.
- e. Entregables.
- f. Costos.
- g. Recursos.
- h. Bases de Diseño.

La diferencia entre el Acta de Constitución del proyecto y el alcance es que el primero se detalla información de alto nivel, mientras que el segundo contiene una descripción detallada de los entregables que se elaboraran a lo largo del proyecto.

Durante el desarrollo del proyecto pueden existir cambios de alcance los cuales deben de ser informadas “*inmediatamente*” al cliente y todos los interesados, estos cambios deben ser efectuados mediante un procedimiento claro y entendible, puesto que repercuten directamente al costo del proyecto y a su vez se relaciona con problemas de comunicación.

Después de la planeación sigue la fase de ejecución, en este punto las empresas desarrollan su Know How y se establece la asignación de las tareas y tiempos. La clave de este proceso está en proporcionar una visión estructurada de lo que se debe de entregar a lo largo del proyecto. Esto se realiza a partir de Work Breakdown Structure; en donde se subdividen los entregables y el trabajo en componentes más pequeños, para un mejor manejo de los entregables.

### 1.8 Work Breakdown Structure (Estructura de desglose de Trabajo)

Es una técnica utilizada para dividir y subdividir el alcance del proyecto y los entregables, en partes más pequeña y manejables.

Esta división a su vez dependerá de los tipos de entregables, la estructura y organización de la empresa y de la desintegración de los niveles en componentes detallados.

Todos estos entregables deberán ser programados; esta programación es un proceso dinámico que se retroalimenta periódicamente con base al avance del trabajo. Los programas se elaboran a diferentes niveles de desglose. Como se muestra a continuación (Ríos, 1984):

#### 1.8.1 Programa de fechas clave

Tiene como objetivo establecer las fechas de iniciación y terminación de las etapas principales del proyecto. Normalmente abarcan lo siguiente:

- a. Estudios de pre-inversión.
- b. Adquisición de tecnología
- c. Ingeniería básica.
- d. Ingeniería de detalle.
- e. Procura.
- f. Construcción.
- g. Instalación del equipo.
- h. Pruebas.
- i. Arranque y puesta en marcha.

En este tipo de programas solo se define las fechas de inicio y termino de cada etapa, considerando la secuencia, las posibilidades de traslape y los factores limitantes como pueden ser épocas de lluvias, plazos de fabricación de equipo, escasas de material, etc.

### *1.8.2 Paquetes de trabajo*

Los paquetes de trabajo se definen de acuerdo con el alcance del trabajo y con la organización del proyecto. Cada paquete desglosa en los documentos: la descripción del sistema, diagramas, listas de especificaciones, planos, detalles de instalación, lista de materiales, isométricos, entre otros. Además en cada documento se especifica las Horas-Hombre (H-H) estimadas y las fechas de inicio y termino de cada paquete.

### *1.8.3 Matriz de precedencias de los paquetes de trabajo*

El objetivo de la matriz de precedencia es establecer la interdependencia de los paquetes de trabajo con el propósito de establecer la secuencia lógica de la ejecución del proyecto.

Para estimar el tiempo del proyecto es necesario tener establecido los documentos siguientes (Ríos, 1984):

- a. Cronograma. En este documento se establecen las políticas, los procedimientos y la documentación para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el proyecto.
- b. Definición de las actividades. Proceso mediante el cual se identifica y documentan las actividades a realizar (entregables).
- c. Secuencia de actividades. Se relacionan las actividades a realizar.
- d. Estimación de Recursos. Como su nombre lo indica se determina la cantidad de recurso humano y material, por cada una de las actividades.
- e. Duración de las actividades. Se construye por periodos de tiempos necesarios para finalizar las actividades señaladas.

Los componentes de cada actividad evolucionan a lo largo del tiempo. Sin embargo, dentro del desarrollo del proyecto se tienen actividades las cuales son obligatorias, estas tareas se les conoce con el nombre de hito. Un hito es un punto o evento significativo del proceso de proyecto, estos son un factor clave para la estimación del tiempo.

La duración de cada paquete de trabajo se determina con base al estimado global de las H-H por área, esto es la fecha de inicio y termino de cada una de ellas y de los recursos humanos y materiales disponibles.

La duración estimada de los paquetes de trabajo está en función de los recursos humanos asignados y de la precedencia con otros paquetes, de manera que se hace una primera estimación y se va ajustando con los resultados.

También se puede aplicar la Red lógica la cual se deriva de la matriz de precedencia, en la cual se establece que paquetes deben estar terminados para iniciar el siguiente, o bien que paquetes pueden hacerse simultáneamente y cuales requieren terminar para pasar al siguiente.

Asimismo, se maneja un programa maestro considerando la red lógica, la duración estimada de los paquetes de trabajo y del programa de fechas y claves. En caso de que no se cumplan los plazos de terminación, se ajusta la duración de los paquetes de trabajo modificando los recursos asignados.

## 1.9 Gestión del tiempo (Técnicas y herramientas)

Para la administración del tiempo se emplean diversas herramientas y técnicas las cuales se describirán a continuación (Ríos, 1984):

### 1.9.1 Método de ruta crítica

Es empleado para estimar la duración mínima del proyecto y determinar el nivel de flexibilidad en la programación. Esta técnica calcula la fecha de inicio y de término, mediante la secuencia de las actividades a realizar utilizando el camino más largo y determinar la menor duración del mismo; no considera las limitaciones de los recursos. Además, esta técnica se caracteriza por tener una holgura igual a cero.

### 1.9.2 Método de la cadena crítica

Es un método que permite al equipo del proyecto colocar holguras en cualquier ruta del cronograma del proyecto para tener en cuenta los recursos y las incertidumbres del proyecto.

Este método agrega holguras de duración, que son actividades del cronograma que no requieren trabajo y que se utilizan para manejar incertidumbre.

Una de las holguras es colocada al final de la cadena crítica, de manera que protege la fecha de finalización, de igual forma se coloca otra al inicio y en los puntos críticos del proceso.

El tamaño de cada holgura se maneja de acuerdo a la incertidumbre que se genera en cada tarea. En consecuencia, en lugar de gestionar las holguras se centra en administrar el tiempo con base a las holguras restantes.

### *1.9.3 Gestión de valor ganado*

Es un método objetivo para medir el desempeño del proyecto en lo referente al alcance, tiempo y costo, además evalúa el estado del proyecto y aplica un tipo de métrica para dirigir el proyecto.

El valor ganado también es utilizado como una forma eficaz de comunicar a los interesados del proyecto el estado del mismo, el cual es medido con base al costo, tiempo y alcance.

De manera que al final de cada semana o periodo de reporte, el gerente puede preparar un reporte resumido indicando el estado actual del proyecto.

El análisis de valor ganado se realiza considerando lo siguiente:

- a. Que tanto trabajo se planeó (Valor planeado)
- b. Que tanto trabajo actualmente se ha completado (Valor Ganado)
- c. Que tanto ha costado completar el trabajo actual (Costo actual).

### *1.9.4 Programa de diseño*

Tiene como propósito definir cuándo y por quien serán realizadas cada una de las actividades de todas las disciplinas que participan en el proyecto.

Durante su ejecución, en cada disciplina se realiza una lista de actividades clasificada por paquetes de trabajo y área, asimismo se obtienen las fechas de inicio y término de cada uno de estos paquetes y se obtiene el estimado de horas hombre por actividad, a partir de la lista de documentos, este a su vez es definido en el calendario de entrega de información del cliente.

Comúnmente a cada actividad se le asigna una clave del personal que la realizara, con el fin de determinar y elaborar el programa de necesidades del personal.

Periódicamente se registra el avance de las actividades, se reprograman, las actividades que por alguna razón no fueron realizadas en la fecha indicada.

Además, es necesario que se realice un programa de avance por cada disciplina, esto es con el fin de integrar el presupuesto y el avance programado del trabajo con el plazo de ejecución del proyecto.

En este documento se especifica la fecha de inicio y termino; en caso de presentar algún traslape se indica mediante un porcentaje.

Después del programa es necesario elaborar el reporte de avance del proyecto con el objetivo de analizar el estado actual del proyecto contra el plazo y costos programados. En cada periodo se registra el avance real acumulado y se compara con el avance programado para el mismo periodo, en caso de que el real sea diferente al programado, se analizan los reportes de cada disciplina para determinar las causas y responsabilidades para tomar acciones correctivas.

Las causas más comunes de desviaciones negativas en programas y presupuestos son:

- a. Programaciones optimistas.
- b. Estimaciones irreales de las H-H por documento.
- c. Desconocimiento de la ruta crítica.
- d. Falta de un análisis adecuado de las precedencias de las actividades.

De forma paralela a la ejecución del proyecto se realiza el seguimiento y el control del mismo, el cual verificara el cumplimiento y la calidad del trabajo realizado; de modo que se detecten desviaciones antes de que se conviertan en un problema.

Algunas de las razones por las cuales existen desviaciones en el control del proyecto son:

- a. Personal inexperto
- b. Falta de información externa oportuna.
- c. Alto grado de dificultad de trabajo.
- d. Mal control en el presupuesto y en las actividades a realizar.
- e. Falta de herramientas.
- f. Falta de capacitación.
- g. Incidencias a lo largo del proyecto.
- h. Descontrol de los entregables.

## 1.10 Control

El propósito de los sistemas de control de proyectos es establecer procedimientos para evaluar el cumplimiento de los planes del proyecto, con respecto a los plazos de ejecución, costo y calidad de trabajo; y en caso de desviaciones tomar medidas correctivas oportunas.

El sistema de control abarca los siguientes aspectos:

- a. Cumplimiento del programa.
- b. Avance real del trabajo con respecto al avance programado.
- c. Control de costos del proyecto con respecto al presupuesto inicial o revisado.
- d. Control de la información recibida y generada.
- e. Control de calidad.

### 1.10.1 Cumplimiento del programa

Se efectúa indicando el trabajo realizado en el programa, para ello se especifica el porcentaje de avance en la misma actividad, partiendo de lo particular a lo general.

Para que el avance sea significativo, es necesario que exista la posibilidad de ir agrupando las actividades en paquetes de trabajo y estos a su vez en sistemas del programa maestro, en los casos que no exista relación directa.

Un aspecto importante que debe considerarse al revisar el cumplimiento del programa es el avance de las actividades críticas, ya que son estas, las que en un momento dado impiden el inicio de otra actividad y que finalmente producen que se desfase el proyecto.

La revisión del cumplimiento del programa maestro es ejecutado por el gerente del proyecto con apoyo de los programas de cada disciplina que son actualizados por los supervisores correspondientes. Esta actividad normalmente se elabora cada mes, sin embargo, el periodo se fijara de acuerdo con la duración y necesidades del proyecto.

La actualización de programas tiene como propósito comparar el trabajo realizado contra el programado para el mismo periodo, reprogramar lo que se hay efectuado y analizar las causas de retraso, que pudieran hacer falta de información, falta del personal, baja eficiencia en el trabajo, etc., y tomar las decisiones correctivas para poner al corriente el programa en el periodo siguiente, en caso de que no sea posible se establecerá la nueva fecha de terminación del proyecto y se negociara con el cliente.

### *1.10.2 Avance real del trabajo con respecto al programado*

Para evaluar el avance real del trabajo se requiere establecer una guía común de todas las disciplinas para las estimaciones del progreso por documentos, durante este proceso se definen las etapas de elaboración y el porcentaje del avance que corresponde a cada etapa. El avance se estima analizando cada documento que se realizó en el periodo de cada disciplina y se integra para obtener el avance en los paquetes de trabajo y en los sistemas, y finalmente el avance global del avance del proyecto en el periodo y el acumulado.

En cada disciplina se compara el avance real contra el programado en el periodo y acumulado a la fecha y en caso de desviaciones se toman las acciones correctivas que correspondan.

### *1.10.3 Control en costos*

El objetivo primordial es que el costo del proyecto esté dentro del presupuesto. En un proyecto de ingeniería los elementos de costo corresponden a los sueldos y prestaciones del personal asignado al proyecto a los costos indirectos y utilidad de la firma de ingeniería, y los gastos adicionales originados por el proyecto. El sistema de control en estos casos se basa en controlar las H-H del personal asignado al proyecto. El control de costos es analizado con el estado de resultados financieros del proyecto en el cual se establecen un presupuesto de ingresos, egresos y utilidad; generalmente se evalúa mensualmente para comparar los ingresos, egresos y utilidad reales y se pronostican las desviaciones, las cuales se analizan para tomar medidas correctivas.

### *1.10.4 Información recibida y generada*

El propósito es registrar la información que se recibió como la que se emitió y asegurar que las personas que requieren enterarse lo hicieron, además en un momento dado se puedan identificar donde está la información.

### *1.10.5 Control de la calidad*

El sistema de control de calidad en la ingeniería se basa en la aplicación de normas, estándares, códigos y reglamentos aplicables al proyecto.

El control de calidad es efectuado por los jefes de área revisando los documentos que se generan y el líder del proyecto verifica que se haga mediante la revisión cruzada interdisciplinaria. El control de proyecto forma parte del éxito del mismo, puesto que evalúa el logro de los planes.

### 1.11 Dirección de proyectos

Es un proceso mediante el cual se asegura que el proyecto avanza de manera eficaz a lo largo de su ciclo de vida.

El administrador de proyectos es responsable de verificar que exista un acuerdo con el propietario respecto a los objetivos y la entrega en cada etapa los requerimientos técnicos, entre otros.

Para que un proyecto tenga éxito, el equipo de proyecto deberá:

- a. Seleccionar los procesos adecuados para alcanzar los objetivos del proyecto.
- b. Utilizar un enfoque que pueda adaptarse a cumplir con los requisitos.
- c. Establecer y mantener una comunicación y compromiso de los interesados.
- d. Cumplir con los requisitos a fin de satisfacer las expectativas de los interesados.

Así mismo se deben de tener estrategias de integración, en este punto se incluye las características de unificación, consolidación, comunicación y acciones integradoras cruciales para que el proyecto se lleve de manera controlada y se cumplan las expectativas de los interesados. Durante este proceso se deben manejar la toma de decisiones con respecto a la asignación de recursos.

De manera que se desarrolla un Acta de Constitución del Proyecto, descrita anteriormente.

También es empleado un plan de dirección en donde se define y se coordina todos los planes secundarios. El punto clave de este proceso es que se genera un documento central que define la base para todo el trabajo del proyecto, puesto que en este aparece la manera en se ejecuta, monitorea, controla y cierra. El contenido del plan de dirección varía en función de las áreas de aplicación y la complejidad del mismo. Se desarrolla a partir de una serie de procesos que se extienden hasta el cierre, de manera que se está actualizando constantemente.

### 1.12 Calidad del proyecto

La gestión de calidad por proyecto está compuesta por tres etapas (Ríos, 1984):

- a. Planificación. Durante esta etapa se identifican los requisitos y/o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, asimismo se establece el proceso de como documentar el proyecto mediante formatos, procedimientos o registros para llevar un control de los mismos.

- b. Aseguramiento de la calidad: El proceso consiste en auditar, para asegurar que se utilicen las normas de calidad y las definiciones operacionales adecuadas.
- c. Control de calidad. Es el proceso por el que se monitorea y se registran los resultados de la ejecución de las actividades de control de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar los cambios necesarios.

La calidad se aplica a todos los proyectos, independientemente de su naturaleza; y su principal objetivo es minimizar las desviaciones y proporcionar resultados que cumplan con los requisitos especificados, en:

Satisfacción del cliente. Entender, evaluar y definir y gestionar los requisitos, de modo que se cumplan o se superen las expectativas del cliente.

Prevención. La calidad debe ser planificada, diseñada y construida. El costo de prevenir errores en general es mucho menor que el de corregirlos cuando son detectados por una inspección o durante el uso.

Mejora continua. El ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y controlar).

Responsabilidad de la dirección. El éxito requiere la participación de todos los miembros del equipo de proyecto.

Por lo tanto, el líder de proyecto y el equipo de dirección son los responsables de que se lleve a cabo.

La calidad de un proyecto se basa en la aplicación de normas, procedimientos, estándares, códigos y reglamentos aplicables al proyecto y en la dirección del trabajo por personal con amplia experiencia y capacidad técnica para la toma de decisiones funcionales y económicas. El control de la calidad lo efectúan los jefes de departamento revisando los documentos que se producen en una disciplina y el jefe del proyecto verificando que se haga la revisión cruzada interdisciplinaria.

### 1.13 Costo del proyecto

La gestión de costos incluye una serie de procesos que son:

Planificar. Proceso mediante el cual se establecen las políticas, los procedimientos y la documentación necesaria a lo largo del proyecto.

Estimar. En este punto se suman los costos estimados de las actividades individuales o de los paquetes de trabajo para establecer una línea base de costo autorizada.

Control. En este punto se monitorea el estado del proyecto para actualizar los costos del mismo y gestionar los posibles cambios.

La gestión de los costos se ocupa principalmente de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto, además de ser una actividad dinámica la cual se actualiza constantemente.

La estimación se basa en la información disponible en un momento determinado. De manera que se debe revisar y refinar a lo largo del proyecto para contemplar los detalles adicionales a medida que estos se van surgiendo. Para lograr un costo óptimo, se debe tener en cuenta el balance entre costos y riesgos.

La exactitud de la estimación del costo de un proyecto aumenta conforme el proyecto avanza. En la fase de inicio puede tener una estimación aproximada entre el -25% y 75%. Mientras que en una etapa posterior y con más información el rango de exactitud reduce entre el -5% y 10%.

Se tienen diferentes métodos para realizar estimaciones, como son:

#### *1.13.1 Estimación análoga*

Esta metodología toma en consideración el alcance, el costo, el presupuesto y la duración, en algunos casos también se consideran el tamaño, peso y la complejidad de un proyecto similar como base de referencia, de manera que el ajuste se realiza con base a la complejidad del proyecto. Esta técnica es aplicada cuando la información detallada es limitada.

#### *1.13.2 Estimación paramétrica*

Relaciona los datos históricos relevantes y otras variables para determinar el costo del proyecto. Esta técnica emplea niveles superiores de exactitud, en función de los datos que se utilicen en el modelo. Este método se puede aplicar a un proyecto en su totalidad o en combinación con otros métodos de estimación.

### 1.13.3 Estimación por tres valores

La exactitud de las estimaciones de una actividad se tiene en cuenta con base a la incertidumbre y el riesgo. De ahí que se realicen tres estimaciones:

- a. Más probable. El costo de la actividad se estima con base a una evaluación realista del esfuerzo necesario para el trabajo requerido y de cualquier gasto previsto.
- b. Optimista. El costo se estima sobre la base del análisis del mejor escenario para esa actividad.
- c. Pesimista. El costo es determinado a partir del análisis del peor escenario para esa actividad.

Las estimaciones de costos en general pueden incluir reservas para tener en cuenta las incertidumbres, estas se contemplan a menudo como la parte del presupuesto destinada a cubrir las incidencias que pueden afectar el proyecto.

Evaluar el cumplimiento del presupuesto es importante para controlar el costo del mismo.

### 1.14 Gestión de riesgos

El riesgo de un proyecto es un evento o condición incierta que, de producirse tiene un efecto positivo o negativo, y este a su vez se ve reflejado en el alcance, tiempo, costo y calidad del proyecto (PMBOK, 2013).

Un riesgo puede tener una o más causas y, materializarse. Una causa puede ser un requisito especificado, un supuesto, una restricción o una actividad que genere una consecuencia positiva o negativa.

Todos los proyectos sin excepción presentan diversos riesgos y el éxito de este se logra cuando se comprende el tipo de riesgo que se enfrenta y se adopta procesos de gestión para incorporar las oportunidades de riesgos en los procesos eficientes de administración, generando la facilidad en la toma de decisiones.

En las organizaciones el riesgo es visto como el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos del proyecto y de la organización. De manera que las organizaciones y los interesados están dispuestos a aceptar diferentes niveles de riesgos en función de su actitud frente al riesgo. Estas actitudes pueden verse afectadas por diversos factores, que son:

- a. Inclinación al riesgo. Grado de incertidumbre que la empresa está dispuesta a aceptar.
- b. Tolerancia al riesgo. Cantidad de riesgo que la empresa podrá resistir.
- c. Umbral del riesgo. Se refiere al nivel de impacto que un interesado pueda tener particular interés. Por debajo de ese umbral la organización acepta el riesgo. Por encima el umbral la empresa no tolerara el riesgo.

En la práctica, es imposible evitar todos los riesgos asociados a un proyecto. A lo mucho se puede: terminarlos, tratarlos, tolerarlos y transferirlos. Sin embargo, por más que se reduzcan o se transfieran, siempre seguirán existiendo riesgos residuales.

La clave está en no ignorar los riesgos, si no analizarlos y controlarlos de manera efectiva.

La gran ventaja del análisis y control de riesgo es que permite descubrir oportunidades de proyectos que, de otra forma, no se llevarían a cabo por ser considerados a priori, demasiados riesgosos.

De hecho, gran parte de los riesgos del proyecto están relacionados con los cambios de agenda y los desvíos del presupuesto que ocurren durante la ejecución de un proyecto. Para evitar efectos negativos del riesgo al cambiar los planes del proyecto es necesaria una metodología sistemática de la administración del riesgo para alcanzar los resultados del proyecto.

En la actualidad, no todos los proyectos requieren un enfoque formal de administración de riesgo, pero esta debe convertirse en un proceso sistemático aplicado de manera disciplinada para obtener el máximo beneficio.

Cualquier riesgo identificado es un elemento o factor de falla del proyecto, de ahí la importancia de identificarlos para incorporarlos en el análisis de riesgos.

Existen indicadores preliminares para evaluar si un proyecto está en riesgo de ser un fracaso futuro, entre los cuales se encuentra: falta de reportes periódicos, ausencia de autoridad, mala comunicación, falta de financiamiento inicial, objetivos o agendas irreales y mala planeación.

Las causas principales por las cuales falla un proyecto, son: planeación inadecuada, problemas relacionados con los recursos humanos, mecanismos de control Inapropiados y por factores externos al director del proyecto.

### *1.14.1 Rol de los interesados*

El primer paso en la planeación de la administración del riesgo es identificar quienes son los interesados en el proyecto. Una vez identificados los interesados se deben analizar el rol de cada uno de ellos en el proyecto: clientes, proveedores, inversionistas, director general, miembros del equipo de trabajo, los ciudadanos, el gobierno, entre otros.

Una vez localizados a los interesados y sus roles, se puede identificar cuáles son los riesgos asociado a cada grupo en particular desde el punto de vista de los propietarios del proyecto.

Aunque si bien es cierto el análisis de riesgo se debe de realizar desde el punto de vista de los propietarios, y no del resto de los interesados.

El análisis de riesgo se realiza determinando la probabilidad de que dicho evento ocurra. La forma en que se mide es con una escala continua en porcentaje o bien mediante una escala continua de 0 a 10.

Asimismo, se tiene un grado de incertidumbre y es lo más difícil de administrar, puesto que para asegurar el éxito es vital tener un plan de contingencia para disminuir los impactos negativos en caso de que ocurra dicho evento. De igual forma se tienen considerado riesgos imprevistos los cuales son sucesos que pueden ocurrir sin haber anticipado su ocurrencia. Normalmente dependen de una inusual combinación de factores que no se pueden detectar con anticipación, son los más peligrosos para un proyecto. De ahí la importancia de identificar la mayor cantidad posibles de eventos imprevistos durante el proceso de planeación del riesgo.

### *1.14.2 Impacto de riesgos.*

El análisis de riesgo debe de contener lo siguiente:

- a. Cuál sería el impacto del evento sobre el proyecto.
- b. Cuanto representaría en caso de ocurrir.
- c. Que probabilidad de ocurrencia presenta.
- d. Como afectaría en agenda, costos, calidad, seguridad, etc.
- e. Es necesario modificar algunos componentes, entre otros.

### 1.14.3 Análisis Cualitativo del Riesgo

Analizar cualitativamente el riesgo permite identificar, sin exactitud, la probabilidad de ocurrencia de cada evento riesgoso y la magnitud del impacto sobre el proyecto. Este procedimiento permite obtener el nivel general de riesgo, que a su vez permite a los inversionistas seleccionar entre varios proyectos y priorizar la asignación de recursos. Los riesgos clasificados como significativos se tendrán que:

- a. Realizar análisis adicional sobre el impacto.
- b. Cuantificar la probabilidad de ocurrencia.
- c. Analizar el momento posible de ocurrencia.
- d. Evaluar las alternativas de mitigación, etc.

Si los riesgos son insignificantes podrán ignorarse o agruparse, evitando estudios adicionales. Este análisis se puede realizar mediante la técnica del valor esperado el cual proporciona una buena estimación de los beneficios o costos esperados por evento riesgoso. Se calcula de la siguiente manera:

El valor esperado proporciona una idea de los costos, pero no se puede emplear para tomar decisiones. Otra forma de usarlo es compararlo con la prima de riesgo que se pagaría a una compañía de seguros.

### 1.15 Gestión de compra

En esta etapa se establecen los procesos necesarios para comprar o adquirir productos o servicios. En este proceso de adquisiciones se involucran acuerdos, como los contratos que son documentos legales que se establecen entre un comprador y un vendedor.

Un contrato de adquisición incluye términos y condiciones y puede incorporar otros aspectos específicos por el comprador respecto a lo que el vendedor realiza. Es responsabilidad del equipo de dirección de garantizar que todas las adquisiciones satisfagan las necesidades específicas del proyecto y que a la vez se respete las políticas de la organización en materia de adquisiciones

Las fases de un proceso de compra larga son:

- a. Definir las actividades y productos al comprar.
- b. Especificar los requerimientos.
- c. Cotización.

- d. Tabla comparativa.
- e. Adquisición.
- f. Inspección de Taller.
- g. Entrega en campo.
- h. Inspección en campo.
- i. Instalación.

Finalmente tenemos la etapa de cierre en la cual se verifica el proceso antes de dar por terminado el proyecto, consecuentemente se entregan los documentos principales y se elabora un Check List para corroborar que no falte nada: además se recogen las lecciones aprendidas las cuales servirán para futuros proyectos.

Como se puede apreciar en este capítulo, la administración de proyectos está integrada por diversos elementos, los cuales deben ser contemplados durante su desarrollo, para asegurar el éxito. Estos puntos fueron tomados del PMBOK el cual proporciona un marco de referencia para el desarrollo de proyectos, sin embargo, hoy en día en un mundo tan globalizado la única herramienta de competencia que se presenta es la excelencia en el producto o servicio, la cual es desarrollada mediante la calidad, pues lo que se busca es el desarrollo de procesos los cuales operan a niveles más altos de eficiencia y eficacia.

## 2. CALIDAD

Hasta el momento, aun no se tiene establecido un concepto único de calidad, su significado varía dependiendo del contexto o la referencia que se tome, puesto que para algunos autores la calidad está enfocada solo en el cliente, para otros la orientación está dada hacia los productos, o bien dentro del proceso de producción. Por lo tanto, a continuación se presentan algunas definiciones:

Philip B. Crosby describe la Calidad es el cumplimiento de los requerimientos donde es sistema se rige bajo la ideología de “*cero defectos*”.

Mientras que Joseph M. Juran menciona que la “*Calidad es ausencia de defectos y adecuarse al uso*”.

Para Edward Deming la “*Calidad es el grado predecible de uniformidad y fiabilidad a bajo costo y adecuado a las necesidades de los clientes*”.

Kaoru Ishikawa menciona que la “*calidad es diseñar, producir y ofrecer un producto o servicio que sea útil, al mejor precio posible, y que siempre satisfaga las necesidades del cliente*”.

Estas definiciones de calidad surgen a partir del siglo XX, no obstante, ya eran tomados desde antes. Por ejemplo, en el antiguo Egipto se distinguía entre quienes realizaban las tareas de construcción, con respecto de aquellos que se dedicaban a inspeccionar y verificar. En la segunda guerra mundial la calidad vuelve a tomar auge, debido a que se quería tener el mejor equipo para la guerra. Después de ello en el año 1950 se crea la American Society of Quality Control (ASQC) la cual es una organización que se encarga del control y la prevención de errores enfocados hacia la calidad, tomando como referencia no solo al producto, sino también las áreas de fabricación y preparación de procesos, hasta la inspección final. De manera que a este nuevo tipo de proceso se le denominó Control de Proceso, el objetivo principal de este método era anticiparse de forma sistemática a los procesos fuera de control y prevenir de esta forma la fabricación de productos defectuosos. Con el paso del tiempo se observó que el Control de Proceso no era suficiente, puesto que no consideraba la materia prima, de manera que se buscó implementar alguna otra estrategia en donde englobara todas las áreas, desde la llegada de la materia prima hasta el servicio pos venta. Y de esta forma garantizar la calidad en todos los ámbitos.

## 2.1 Calidad en la empresa

Antes de indagar en el tema primero se definen dos conceptos importantes los cuales son sistema y proceso. Un sistema es un conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan; mientras que un proceso es cualquier actividad o conjunto de actividades, que utiliza recursos para transformar elementos de entradas a resultados; el cual debe de tener un valor agregado, además de ser eficiente, adaptable y estar bajo control.

La calidad proporciona una ventaja competitiva a las empresas puesto que promueve una reducción en costos generado por la disminución de reproceso, errores y demoras, así como un mejor uso del tiempo y material. De igual forma aumenta la productividad generando una mayor captación en el mercado.

Los sistemas de calidad en la empresa se basan en seis principios que son:

- a. Orientación al cliente. Sin clientes no hay proyecto. Por lo que un buen sistema de calidad buscará las mejores estrategias para proporcionar productos que produzcan la máxima satisfacción y en el mejor de los casos sobrepasar las expectativas, además de proporcionar un buen servicio de atención al cliente.
- b. Compromiso de toda la organización. La implementación de un sistema de Calidad no solo está a cargo del área de calidad, si no es compromiso de toda la empresa y principalmente de la alta dirección.
- c. Prevención. La calidad se genera a partir de la prevención de errores. De esta forma se asegura que los factores de producción sean correctos y se ahorra el trabajo de verificar una vez acabado. Por lo que es importante detectar cuales son las causas que con llevan a generar un error.
- d. Medida, trazabilidad. Es importante medir los resultados obtenidos y evaluar si corresponden con las especificaciones y requerimientos previamente establecidos. En caso de presentar alguna desviación, actuar de forma inmediata.  
La trazabilidad genera la posibilidad de encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución del producto, así como a lo largo de la cadena de suministro.  
De manera que se debe tener un sistema de trazabilidad del producto o servicio, el cual sea capaz de transmitir y guardar información respecto a cada entrega u operación. Con este tipo de sistema se puede detectar dónde y por qué se han cometido los fallos, para así poder corregir y ajustar los sistemas de producción.

- e. Aseguramiento de la calidad. Forma mediante el cual se cerciora que los procedimientos que se realizan dentro de la organización estén apegados a los requisitos y con los estándares de calidad.
- f. Mejora Continua. Consiste en la creación de un sistema organizado e iterativo para conseguir cambios continuos en las actividades que requieran, las cuales darán lugar a un aumento de la Calidad y en algunos casos se puede llegar al proceso de estandarización.

En el sistema de calidad de una empresa participan varios elementos los cuales se pueden apreciar en la Figura 2.



**Figura 2.** Elementos de la calidad. Fuente: (Adaptado de ISO 9001:2015)

Este sistema inicia con el requisito del cliente, después la empresa evalúa los elementos que tiene, como son: materia prima, mano de obra y maquinaria los cuales a su vez se encuentran vinculados a una metodología a seguir para la obtención del producto o servicio, todo este desarrollo se desenvuelve en un medio, ya sea una empresa, industria, laboratorio, entre otras; dando como resultado un producto.

Esto es lo que sucede en un proceso ideal, sin embargo, durante el desarrollo de este sistema no siempre ocurre de esta forma, en consecuencia, las empresas u organizaciones tienden a buscar herramientas que ayuden a minimizar los errores, para ello se emplea el proceso de mejora continua, cuyo objetivo principal es la búsqueda de la eficiencia en el sistema y un mejor producto buscando la satisfacción del cliente.

## 2.2 Mejora Continua (PDCA)

El objetivo de la mejora continua es lograr la perfección mejorando continuamente los procesos, buscando que estos sean efectivos, eficientes y adaptables; eliminando los desperdicios y el reprocesamiento, de igual modo se puede aplicar el benchmarking para incrementar la ventaja competitiva e innovar para lograr grandes avances. Este sistema está basado en el ciclo de Deming el cual consta de cuatro etapas, que son:

**Planificar (P):** En esta primera etapa se estudia el estado de la empresa y se localizan los problemas u oportunidades de mejora, y se identifican las soluciones posibles y se seleccionan aquellas que mejor se adapten a los objetivos.

**Hacer (D):** Consecuentemente se forman equipos de trabajo y se ejecutan las acciones planificadas, para la superación de problemas.

**Verificar (V):** Se comprueba que se esté realizando la propuesta planteada en la primera fase.

**Actuar (A):** Una vez que se comprobó que hubo una mejoría, ahora es momento de plantear una estandarización o de lo contrario se deben realizar los cambios necesarios para mejorar el proceso.

Durante el desarrollo del Ciclo de Mejora Continua se requiere recopilar y analizar una cantidad de datos. Para ello se dispone de una serie de herramientas las cuales se basan en técnicas estadísticas sencillas. Algunos ejemplos son:

- a. Diagramas de Causa-Efecto.
- b. Listas de Verificación.
- c. Diagramas de Flujo.
- d. Distribuciones de Frecuencia e Histogramas.
- e. Diagramas de Pareto.
- f. Gráficos de Control

## 2.3 ISO 9000 y 9001

ISO quiere decir International Organization for Standards, Organización Internacional de Estandarización, fue fundada en 1946, su sede está ubicada en Ginebra Suiza y su objetivo principal es buscar la estandarización de normas de productos o servicios, para brindar seguridad a las empresas u organizaciones a nivel internacional.

La serie 9000 está formada por una varias de normas esenciales para la calidad y su administración continua, es aplicada en las organizaciones que están dedicadas a la producción de bienes o servicios, y no es de carácter obligatorio.

La ISO 9000:2015 define la calidad se define como: “el grado con el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”.

Su desarrollo consta de siete principios:

- a. Enfoque al cliente.
- b. Liderazgo.
- c. Partición Personal.
- d. Enfoque basado en procesos.
- e. Mejora.
- f. Toma de decisiones basada en evidencia.
- g. Gestión de relaciones.

La ISO 9001:2015 se encuentra formada por 10 capítulos. Los primeros tres describen cual es el campo de aplicación de la norma, algunas otras normas de referencia y términos y definiciones. Mientras que a partir del capítulo 4 hasta el 10 se describen los requisitos necesarios para su implementación:

Capítulo 4. Contexto de la organización. En este capítulo se evalúan las partes interesadas y con base a ello se define el alcance del sistema para después realizar la estructura del proceso. Estableciendo las entradas y salidas del mismo.

Capítulo 5. Liderazgo. Se establecen los compromisos, requisitos y criterios con la alta dirección para dar seguimiento a la política de calidad, la cual debe estar alineada con el contexto de la organización. De igual forma la dirección debe de asignar responsabilidades y autoridades al personal involucrado.

Capítulo 6. Planificación del sistema. Está planificación se encuentra basada en riesgos y conforme los objetivos de calidad; asimismo se introduce la gestión del cambio de manera que se identifican varios eventos, determinando el grado de afectación y se plantean medidas de mitigación.

Capítulo 7. Soporte y recursos necesarios para la implementación del sistema. En este punto se evalúa que materiales son los necesarios, de igual forma se valoran competencias para la asignación de recursos humanos, también se considera la comunicación como un factor importante, de manera que se debe evaluar que comunicar, cuando, donde y quien. Junto a las medidas de comunicación se debe de establecer cual es método para proporcionar información documentada, considerando los elementos de distribución, acceso, protección, almacenamiento y legibilidad.

Capítulo 8. Operación. En este punto la norma menciona la implementación de los procesos necesarios en las etapas de diseño, control de productos y servicios externos, planeación del proceso y las actividades de la entrega.

Capítulo 9. Elementos de evaluación y monitoreo. Se analiza al cliente y de igual forma se realiza una evaluación interna.

Capítulo 10. Mejora. Cuando se presenten no conformidades, se evalúa la causa, para que después de ello se mejore el sistema.

Lo cierto es que durante el desarrollo de la norma se encuentra involucrado el ciclo de mejora continua. Ver Figura 3.



**Figura 3.** Elementos del ciclo de mejora continua. Fuente: (Adaptado de ISO 9001:2015)

Durante el proceso del sistema de calidad la organización debe de presentar información documentada y evidencia del desarrollo de los procesos. De igual forma se comprueba que la ejecución del diseño sea confiable, funcional y económico, para ello se dispone de procedimientos, cálculos probados, diseños típicos de instalaciones repetidas, normas de control de calidad de materiales, códigos de diseño y fabricación de equipos, códigos de seguridad reglamentos de construcción y de protección al ambiente.

Además de que el diseño confiable se requiere transmitir información del diseño del fabricante y/o constructor, para lo cual se usa la representación gráfica del mismo. De manera que para controlar la calidad del dibujo también existen normas de simbología convencionales que facilitan la interpretación del mismo, sin embargo, es indispensable la labor de supervisión de la persona que diseño para comprobar que la representación gráfica (Ríos, 1984).

### 3. CASO DE ESTUDIO

#### 3.1 Descripción de la empresa

Sustentabilidad en Energía y Medio Ambiente S.A. de C.V. Es una PyME dedicada al manejo de los residuos sólidos urbanos generados en ciudades y municipios. A través del diseño de sistemas híbridos de la conversión de residuos en energía, además de ofrecer consultorías para mejorar sistemas existentes y todo tipo de equipos para manejo de desechos urbanos.

Esta compañía se encuentra formada por un equipo multidisciplinario para poder brindar la mejor solución a sus clientes con base a sus necesidades. Su principal objetivo es dar soluciones a la problemática ambiental y combatir el cambio climático.

Su visión es: Revolucionar el manejo de los residuos sólidos en México para combatir el problema que representan, evitando la emisión de gases de efecto invernadero, conservando los recursos naturales y acercando a las comunidades a la sustentabilidad, al regresar a los procesos productivos artículos resultantes de la innovación tecnológica.

Por otro lado, SUEMA contribuye a la generación de riqueza para accionistas, socios estratégicos y colaboradores, ofreciendo tanto productos como servicios de alta calidad y rentabilidad, que evolucionarán de acuerdo a las exigencias del mercado.

Su misión: Es combatir el cambio climático, además de mejorar la calidad de vida de los mexicanos, al desarrollar proyectos de inversión en tecnología limpia, especialmente en el servicio integral de tratamiento de residuos sólidos.

Valores:

- a. Responsabilidad.
- b. Trabajo en equipo.
- c. Sustentabilidad.
- d. Perseverancia.
- e. Respeto.
- f. Liderazgo.

### 3.2 Descripción del proyecto

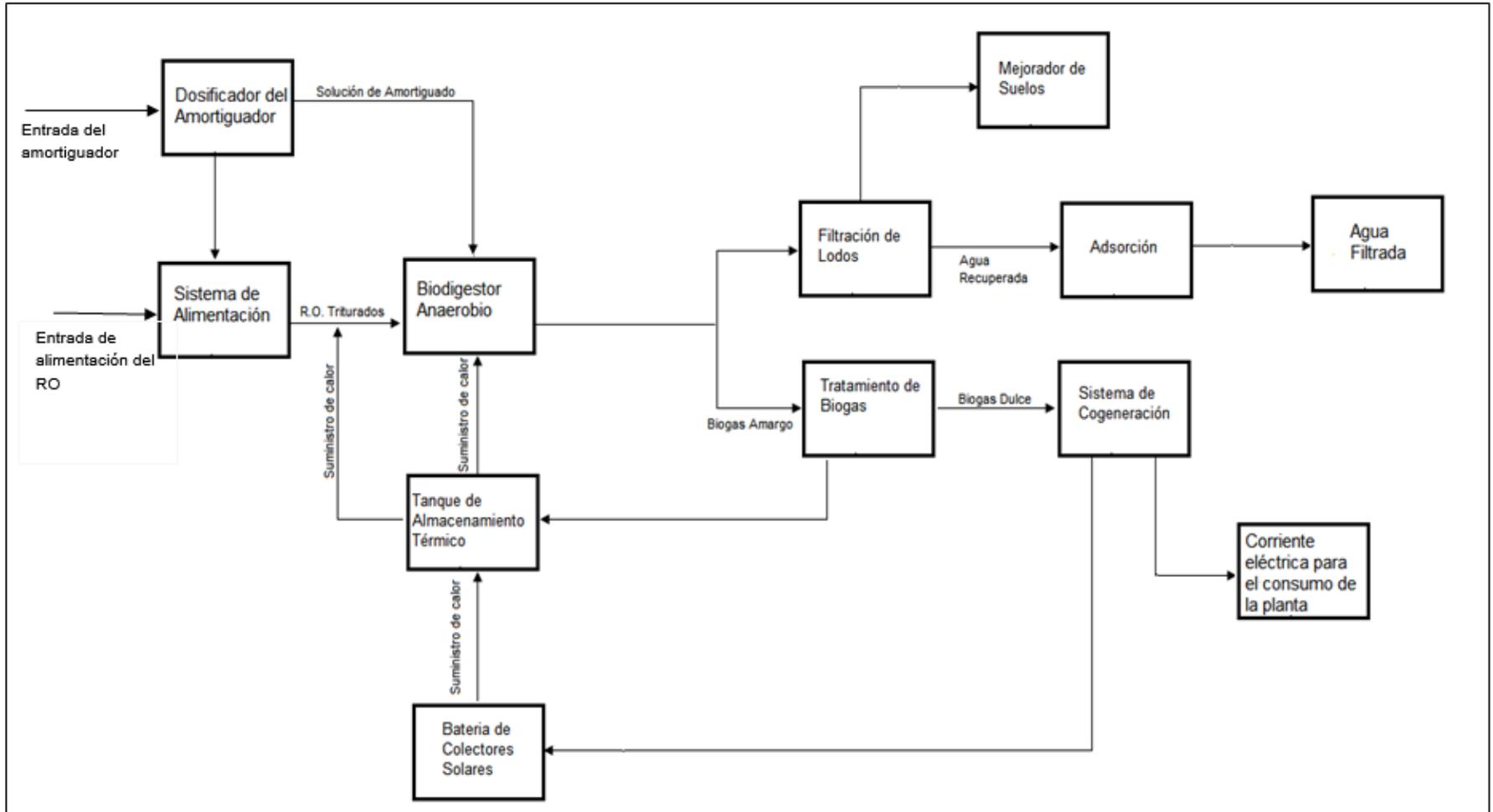
El proyecto que se está desarrollando consta del diseño, instalación, arranque y operación de una planta para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos, provenientes del Mercado de Abasto Popular (MAP) en el Centro de Acopio de Nopal-Verdura de la delegación Milpa Alta. La incorporación de este sistema, permitirá reducir al menos el 50% del volumen de los desechos provenientes del nopal y verdura, asimismo se generan dos subproductos.

El primero es la energía eléctrica la cual será empleada para autoconsumo e interconexión a la red pública y un mejorador de suelos con nutrientes (composta), el cual será utilizado en campos de cultivo de la región Asimismo la planta tiene diseñado un sistema de recuperación de agua, el cual será ocupado para dar mantenimiento de la misma.

El proceso está formado por 5 etapas principales: alimentación, degradación, cogeneración, calentamiento y secado.

La primera etapa consiste en separar los residuos orgánicos de los inorgánicos, consecuentemente son triturados y vertidos en un contenedor central. Posteriormente se encuentra el sistema de degradación, compuesto por un reactor anaerobio, que permite la degradación acelerada de los residuos orgánicos triturados; en la parte superior del reactor se extraerá el biogás; el cual es purificado mediante un arreglo de filtros para después ser utilizado en el sistema de generación eléctrica. Además, para el sistema de calentamiento se tiene contemplado un método combinado en donde se aprovecha la energía solar y los gases de combustión del generador eléctrico, este generador tendrá implementado un arreglo para su interconexión a la red pública.

Finalmente está la etapa de secado de lodos configurado en dos pasos: separación de la fase líquida de la sólida y acondicionamiento de ambas. Todo este sistema estará controlado automáticamente. Este proceso puede ser apreciado en la Figura 4.



**Figura 4.** Diagrama de Bloques del proceso del Tratamiento. Fuente: Adaptación del Diagrama de Flujo de Proceso de la planta

### 3.3 Metodología

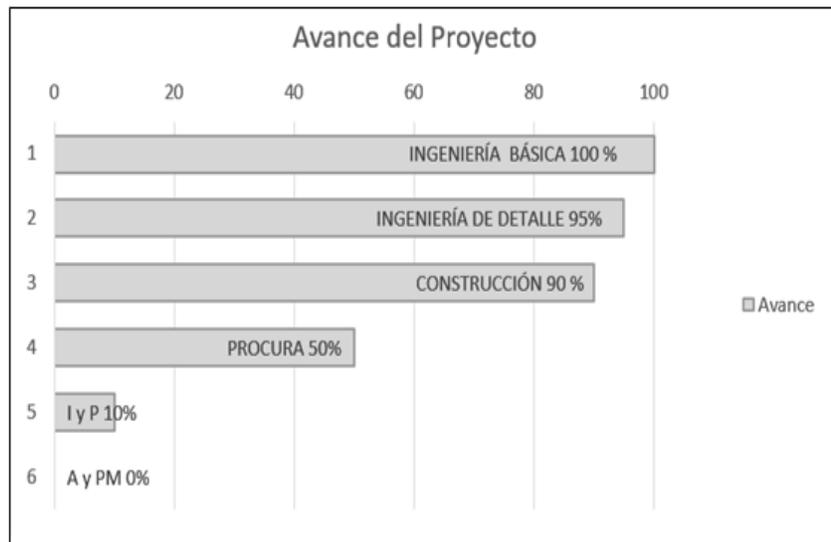
Para evaluar el éxito de la Administración de proyectos se tomó como referencia los aspectos establecidos en el PMBOK y al mismo tiempo se evaluó el proyecto, durante 9 semanas.

A continuación, se enlistan las actividades que se realizaron a lo largo de la investigación.

- a. Observación.
- b. Revisión de entregables.
- c. Entrevista al equipo de trabajo.
- d. Visita a la planta.
- e. Análisis de la Administración de Proyectos.
- f. Elaboración de Propuesta a los Directivos.

#### 3.3.1 Observación

Estimación del avance del proyecto.



**Figura 5.** Avance del proyecto por etapas. Fuente: Elaboración Propia 2016.

### *3.3.2 Revisión de la documentación.*

La documentación que se revisó fue: organigrama del equipo de trabajo e información generada por cada disciplina.

Ingeniería Civil: Estudio de suelos, cimentaciones, sistema de tierras, estructurales, instalaciones sanitarias, eléctricas, servicios, hoja de especificaciones, Lay Out.

Ingeniería Eléctrica: Planos de fuerza y control, plano de rutas, plano de alumbrado interior y exterior y unifilar.

Ingeniería de Proceso: Diagrama de Flujo de Proceso (DFP), Balance de Materia y Energía (BMyE) y especificaciones generales del proceso.

Ingeniería de Tubería e Instrumentación: Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI), isométrico, plano general de tubería, plano mosaico, lista de materiales, típico de instalaciones y lazos de control.

Ingeniería Mecánica: Ventilación, sistema de contra incendio y consideraciones técnicas.

Estimación de costos, tiempos, programas de avance y diagrama de Gantt.

Entregables generados a lo largo del proyecto.

Manual de la planta.

Vistas 3-D.

Después se realizaron las entrevistas al equipo de trabajo (Ver Anexo I) y finalmente se hizo una visita a la planta.

### *3.3.3 Estado de la administración del proyecto*

El desarrollo de este proyecto se hizo mediante la ISO 21500:2012 Directrices para la dirección y gestión de proyectos.

En la fase de inicio, el desarrollo del Acta de Constitución se ejecutó considerando el proyecto como un proceso evaluando solo entradas y salidas sin considerar las áreas que lo integran. En cuanto a la estimación de costos y tiempo se determinó a partir de parámetros de referencia obtenidos de otras plantas hechas en otras partes del mundo, más un porcentaje del 10% como margen de error.

Durante el proceso de planeación se deben establecer todas las actividades que se realizaran, sin embargo, por el mismo desconocimiento de alcance del proyecto, no fueron contempladas varias actividades. Además, en la fase de ejecución, no todo el personal cuenta con las habilidades y conocimientos del área a desarrollar, asimismo el nivel de comunicación, organización, dirección y control es bajo.

Este proyecto es el más grande que ha tenido la empresa, en consecuencia, se optó por integrar a cada uno de los integrantes para asegurar el éxito del mismo, sin embargo, hasta la fecha no se ha logrado coordinar a todo el personal.

En cuanto a la gestión del tiempo se realiza mediante el Diagrama de Gantt, no obstante, por la cantidad de actividades que se tienen este no es comprendido por el personal, además no presenta holgura en consecuencia los recursos están limitados en el tiempo.

Las compras se efectúan a partir del precio y no por la calidad del producto o servicio. Asimismo, el control y evaluación de las actividades son casi nulas, puesto que no se cuenta con una metodología.

Asimismo, no se realizó un plan de comunicación y hasta la fecha sigue generando problemas. Además, para informar avances y el estado mismo del proyecto se convocan a juntas las cuales son extensas de entre 10 y 4 horas, sin planeación y con exceso de personal.

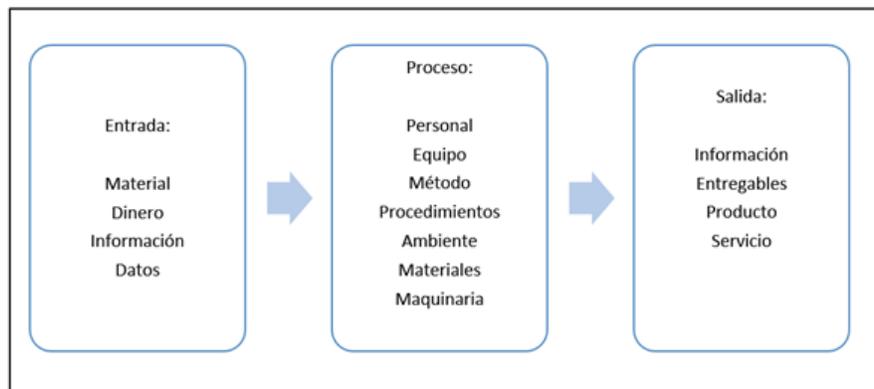
El equipo de trabajo reconoce y aceptan el estilo directivo dentro de la organización, no obstante, no hay una verdadera función de liderazgo, dado que se presenta una función de gerencia. Por lo que la autoridad está dada por el puesto que se ocupa.

Desde la concepción del proyecto los directivos son quienes hicieron el desarrollo del alcance del proyecto, sin embargo, nunca hubo una evaluación entre el pre proyecto con el costo del proyecto, en consecuencia, aún no se sabe si realmente el proceso es rentable.

Los cambios de alcance son notificados a destiempo, en su mayoría genera un mayor costo, tiempo y baja calidad.

### 3.3.4 Estado del proyecto

El proyecto es visto como un proceso como se muestra a continuación.



**Figura 6.** Elementos que conforman un proceso. Fuente: (Adaptación de Besterfield, 2009).

De manera que en la entrada se localiza los requisitos del cliente, en el proceso se encuentra el desarrollo del mismo y finalmente en la salida tenemos la entrega y satisfacción del cliente.

A partir de la información obtenida, el avance del proyecto es bajo en comparación a lo establecido en el Acta de Constitución del proyecto. En consecuencia, los clientes presentan un grado de desconfianza y de igual forma la gente que se encuentra alrededor de la planta muestra un grado de preocupación puesto que desconocen parte del proyecto y los talleres de sensibilización no han tenido el impacto esperado.

Además, durante el desarrollo de la ingeniería básica y de detalle, los planos no presentan revisiones cruzadas interdisciplinarias, de igual forma no se verificó que el diseño sea confiable, funcional y económico.

El proceso de compras se ha estado modificando con el único objetivo de reducir costos, sin evaluar la calidad de producto o servicio. De hecho, en más de una ocasión se ha presentado entrega de material con más de 3 días de atraso.

Durante la visita a la planta se observó la forma de trabajo, en algunos casos por falta material se instala y desinstala equipos generando un doble trabajo.

Algunas otras labores fueron ejecutadas por empresas externas como son: instalación de paneles solares, enrejado, análisis de suelo, entre otros.

Cada uno de ellos fue recibido por personal de la empresa, sin embargo, en más de una ocasión se tuvo que volver a realizar el trabajo pues no se cumplía con las especificaciones dadas, las cuales fueron detectadas a destiempo puesto que la persona que recibió no estaba capacitada.

Con respecto a la cantidad material y la maquinaria es insuficiente, pues no se tenía contemplado la magnitud del mismo, derivado de una falta de experiencia.

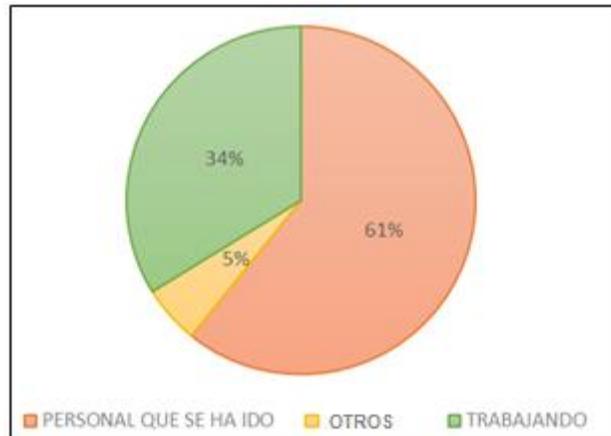
Otro hallazgo localizado es una baja organización, en consecuencia, el nivel de productividad decrece, además las actividades no están del todo definidas, por lo que se delegan trabajos.

Al evaluar la seguridad del trabajador tanto en planta como en oficinas, se encontró lo siguiente: Dentro de las oficinas la mayoría del personal cuanto con un curso de capacitación de Primeros Auxilios, sin embargo, no está definido un plan de acción el cual establezca que es lo que se debe de hacer en caso de que surja algún evento, de igual forma dentro de las instalaciones no se tiene la señalización correspondiente en caso de algún incendio, temblor o sismo. Además, el número de salidas es limitado con respecto a la cantidad del personal, además los extintores solo se encuentran en un área específica lejos del personal.

Con respecto a la planta, se ingresó con el equipo de seguridad, el cual es brindado por la misma empresa, para trabajos en altura se utiliza arnés y línea de vida, sin embargo, no se cuenta con personal destinado para la comisión de seguridad e higiene, además tampoco se cuenta con señalización de la planta ni la identificación de las tuberías. De hecho, no se tiene una cultura enfocada a la seguridad del trabajador.

En cuanto al aspecto ambiental, por la misma naturaleza de la empresa la mayoría de los trabajadores tienen una cultura enfocada al desarrollo de buenas prácticas al cuidado del medio. Dentro de las instalaciones los directivos manejan un entorno enfocado al cuidado del ambiente, de esta forma se tiene una separación adecuada de la basura y la cultura de cero residuos. Con respecto a la planta se ha buscado que el diseño sea lo más amigable con el ambiente y que este alineado a las normas de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), además la empresa está desarrollando los últimos detalles del Manifiesto de Impacto ambiental (MIA) el cual a su vez tiene incluido un análisis de riesgos de manera que cuentan con procedimientos que describen que se debe hacer en caso de derrame de ciertas sustancias químicas.

El factor humano es crucial para el desarrollo del proyecto, sin embargo en los últimos dos años más del 50% del personal se ha ido, de ese porcentaje un 40% formaban parte un factor clave para el proyecto.



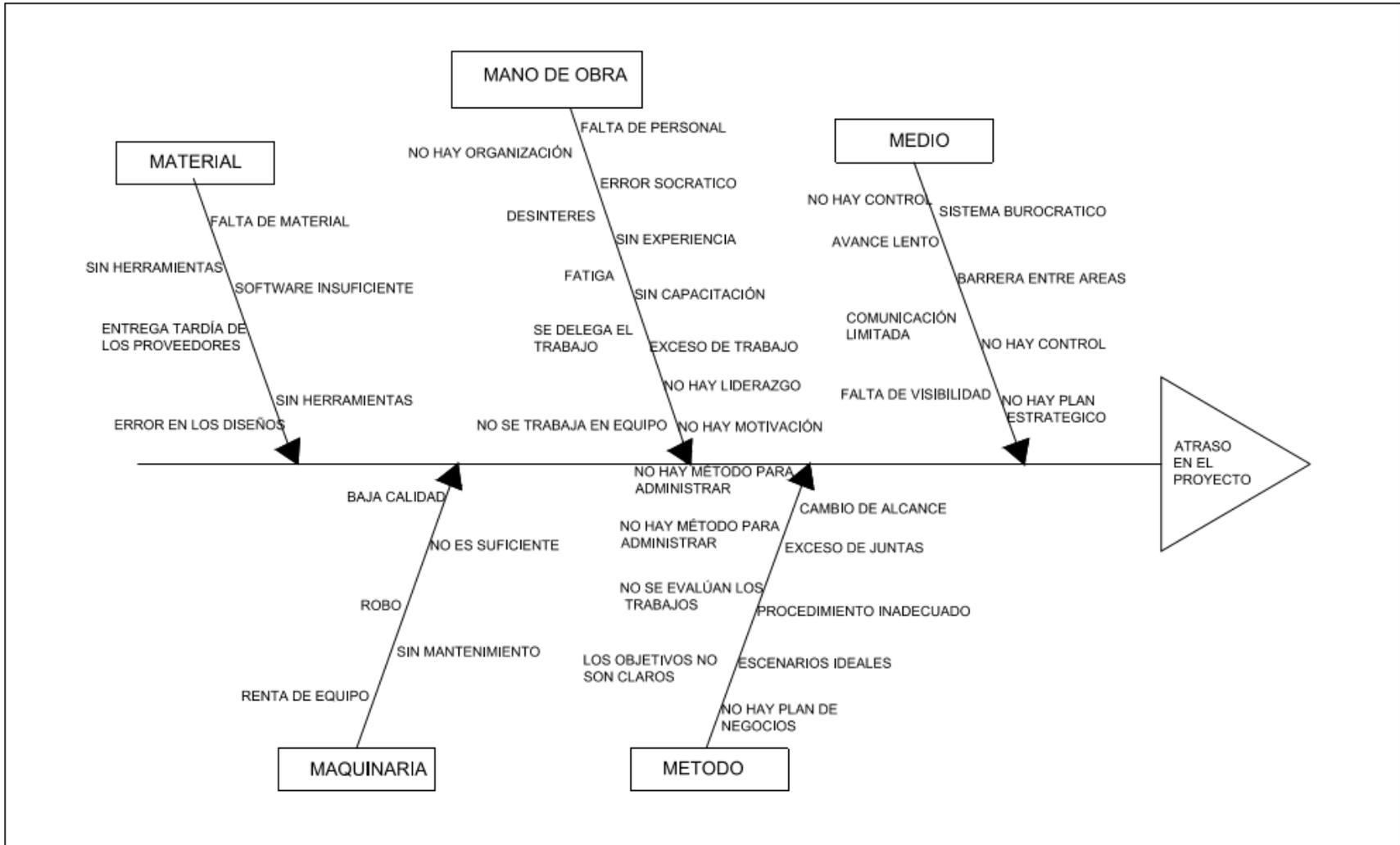
**Figura 7.** Rotación del personal en SUEMA. Fuente: (Elaboración propia 2016).

La figura 7, representa el porcentaje del personal que se ha ido en los dos últimos dos años. Lo cual a su vez vuelve a generar atrasos en el proyecto, lo que a su vez es traducido en gastos y tiempo para la empresa.

Como se puede observar el proyecto presenta diversas deficiencias las cuales generan atrasos, en consecuencia, se aplicó uno de las herramientas de la calidad para evaluar la causa de estas, considerando:

- a. Maquinaria.
- b. Materia Prima.
- c. Material.
- d. Mano de Obra.
- e. Medio.

La Espina de Pescado, también conocida como Diagrama de Ishikawa, es una representación gráfica, que permite plantear las posibles causas que afectan los resultados de un proceso. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 7.



**Figura 8.** Diagrama Causa-Efecto del atraso del Proyecto. Fuente: Elaboración Propia, 2016.

Existen varios factores que perturban directamente al proceso, sin embargo unos repercuten más que otros. En este caso el grado de importancia está dado primero en el método después mano de obra, consecuentemente en el material, maquinaria y finalmente en medio, no obstante cada uno de estos elementos forma parte de otras variables. De manera que se hizo otro análisis para determinar cuál es la causa raíz de estas variables, para ello se utilizó otra herramienta denominada 5 W's; la cual está encaminada sobre todo a solucionar problemas, profundizando en el análisis de las causas que lo provocan.

. **Tabla 1.** 5W's de Material

HALLAZGOS	1 W	2W	3W	4W	5W
<b>Herramientas e instrumentos</b>	No se habían considerado.	No se tenía idea del alcance del proyecto.	Desconocimiento.	Inexperiencia.	Proyecto Innovador.
<b>Instrumentos de control y materiales para inst.</b>	No se han comprado.	Descontrol de compras.	Mala organización.	Límite de presupuesto.	Estimación de costos.
<b>Recurso económico</b>	Estimación de costo baja	Desconocimiento del cálculo del presupuesto.	El margen de error es menor al considerado en los proyectos de inicio.	Desconocimiento del desarrollo de una planta y elementos que interactúan.	Inexperiencia.
<b>Equipo de seguridad (en planta y laboratorio)</b>	No se compraron los suficientes.	Falta de presupuesto.	Baja estimación de presupuesto.	Desconocimiento	Inexperiencia.
<b>Sin redundancia ni equipos de relevos</b>	Límite de presupuesto	No se tenía toda la información necesaria	Desconocimiento del alcance del proyecto	No se buscó la información necesaria.	Inexperiencia
<b>Equipo de trabajo</b>	Es lento y averiado.	No se le da un mantenimiento adecuado.	Falta de personal.	Movilidad del personal.	Falta de retos en la organización.

**Tabla 2.** 5W's de Maquinaria

HALLAZGOS	1W	2W	3W	4W	5W
<b>Accesorios</b>	Falta de recursos económicos	Límite de presupuestos.	Mala estimación.	Se desconocía el alcance.	Inexperiencia

**Tabla 3.** 5W's del Medio de Trabajo.

HALLAZGOS	1W	2W	3W	4W	5W
<b>Barreras entre cada una de las áreas</b>	Problemas de comunicación.	Los canales de comunicación no son efectivos.	No se planificaron.	Falta de metodología.	Ausencia de liderazgo y compromiso.
<b>El avance es lento</b>	Mala organización	Sin experiencia.	Desconocen el área de Proyectos.	Desinterés	Falta Motivación
<b>Incertidumbre hacia el futuro</b>	Muchos cambios que no ven mejoras.	No hay control.	Falta de metodología, existe no obstante no se da seguimiento.	Exceso de actividades por parte del líder de proyecto.	Es el único que cuenta con experiencia en el desarrollo de proyectos.
<b>No se ve mejoras en la reestructura organizacional</b>	Se delegan actividades entre áreas, por lo que la productividad disminuye.	No están delimitadas las actividades que le corresponde a cada integrante.	Ausencia de evaluación del perfil del personal.	No hay control y evaluación de las actividades.	Ausencia de metodología.
<b>Seguridad a los empleados</b>	No hay sistema de seguridad para el personal en oficina.	Se desconoce el grado de afectación que tiene en caso de accidentes.	Falta de cultura de seguridad e higiene del personal.	Se piensa que dentro de oficinas el riesgo de un accidente es mínimo.	Ausencia de una cultura de higiene y seguridad para los trabajadores.

**Tabla 4. 5W's de Mano de Obra**

HALLAZGOS	1W	2W	3W	4W	5W
<b>Personal para el arranque de la planta</b>	El proyecto está parado por lapsos	Ausencia de dinero	Límite del presupuesto	Mala estimación del costo	Inexperiencia
<b>No hay control del personal</b>	Falta de liderazgo por áreas.	La autoridad es aceptada por jerarquía.	Método del sistema por burocracia.	Sistema tradicional.	Cultura
<b>Falta de organización</b>	Se delega el trabajo entre áreas.	No se da seguimiento.	Exceso de trabajo en las direcciones.	No se cuenta con todo el personal.	Alta movilidad del personal.
<b>Error socrático</b>	No se da capacitación	Ausencia de protocolos.	Se asume que la persona sabe lo que tiene que hacer.	Inexperiencia de algunas áreas.	Proyecto innovador.
<b>Comunicación limitada.</b>	No se planeó.	Ausencia de seguimiento a la metodología.	No se fue considerado como un factor importante.	Se desconoce la importancia de los flujos de comunicación.	Desconocimiento del control de comunicación.
<b>Malos entendidos</b>	Error de comunicación	Se delegan trabajos	No hay seguimiento de lo que se realiza	No hay quien dirija	Falta de liderazgo
<b>Falta de motivación</b>	No se maneja	"Están los que quieren estar"	Apenas se están generando las Propuestas pero no se le da un seguimiento	Exceso de tareas del líder	No hay una buena organización
<b>Se oculta información</b>	Plagio de trabajos	Facilidad de trabajo	No hay tiempo para volverlo hacer	Es lo más fácil	Falta de valores

Continuación de Tabla 4. Mano de Obra.

HALLAZGOS	1W	2W	3W	4W	5W
Duplicidad de documentos	Error de información	No se trabaja en equipo	No les gusta trabajar en equipo	Plagio de trabajo	Falta de valores
Actividades no acorde al perfil	Imposición	Nueva reestructura	La anterior no funcionaba	Habían muchas deficiencias	No hay organización
Algunos hacen como que trabajan	Debido a las relaciones personales que presenta.	El trabajo está elaborado en un lapso mayor al estimado,	No hay quien dé continuidad debido a la posición que presenta.	Los medios de control no son suficientes.	Falta e dirección.
Duplicidad de documentos.	Falta de organización	Ausencia de comunicación.	Falta de dirección.	Mala planeación de Recursos Humanos.	Inexperien- cia de manejo del personal.
Actividades no acorde a su perfil.	Ausencia de personal.	Imposición.	No se evaluó las habilidades y capacidades.	Mal manejo de los recursos.	Descono- cimiento
Exceso de trabajo	Falta de personal.	Se trabaja en más de un proyecto.	Sistema matricial.	Problemas de dirección.	Se tienen más de un jefe.
Se desconoce el objetivo del proyecto.	Cambios de alcance.	Modificaciones al proyecto.	Bajo presupuesto.	Mala estimación del presupuesto.	Inexpe- riencia.
No se sabe cuáles son las actividades a realizar.	No hay organización	Se delegan las actividades.	Ausencia de planeación.	Rotación del personal.	Falta de liderazgo.
Ausencia de dirección.	Se delegan cargos.	No hay seguimiento.	No hay evaluación	No hay control de los recursos.	Falta de planeación.

**Tabla 5. 5W's Método**

HALLAZGOS	1 W	2 W	3 W	4 W	5 W
<b>Ingeniería de detalle inconclusa</b>	Falta de información	Se requiere la instalación completa.	Aún no se compran todos los inst.	Proceso ejecutado por periodos.	Control del proceso.
<b>Cambio de alcance de proyecto</b>	No se alcanza a cubrir los gastos	No se estimó adecuadamente	Falta de experiencia	Desconocimiento	No se hizo investigación
<b>Excesos de juntas sin ningún avance</b>	Se pierde el tiempo	No hay quien controle	Se desvía mucho del tema	Algunos puntos no están claramente definidos.	No se prepara la junta
<b>No se sienten seguros con los directivos</b>	Muchos cambios	Reestructura de la empresa	Planteamiento de objetivos muy altos.	No se han podido alcanzar.	Competencia en el mercado
<b>Hay mucha libertad en las actividades</b>	No se tiene control de las actividades	No hay tiempo para supervisarlas.	El Director es quien asigna las labores.	No hay personal.	La persona renuncio.
<b>Los directivos rompen reglas.</b>	Son jefes y tienen derecho.	Forma de organización tradicional.	Falta de compromiso	Falta de liderazgo.	Se acepta el cargo por el puesto que se ocupa.
<b>Flexibles a la hora de entrada</b>	Muchos llegan a deshora	No dicen nada.	Avisan para que no les afecte.	Método de motivación.	Es lo único que se puede dar.
<b>No se respetan tiempos</b>	Falta de control.	Falta de valores.	No hay una cultura dentro de la empresa	No es un factor importante	Requieren tiempo para otras acciones.
<b>Cambio de la misión, visión y valores.</b>	Los alcances fueron muy altos.	No se han logrado.	Competencia en el mercado.	Falla de otros proyectos.	Errores en la estimación.

Continuación de la Tabla 5. 5W's Método

HALLAZGOS	1W	2W	3W	4W	5W
<b>No hay control ni monitoreo.</b>	No hay quien ejerza el papel del líder.	No es necesario.	Todos son adultos.	Todos son "responsables"	Falta de compromiso.
<b>No hay protocolos</b>	No hay referencia.	Apenas se está iniciando el Know-How	No hay estandarización de los procesos	Cada proyecto es diferente para poder estandarizar.	Se requiere de más tiempo para establecerlo.
<b>La evaluación no es continua</b>	No se tiene tiempo.	No se considera tan necesario.	Se tienen otras actividades más importantes.	El director no cuenta con el tiempo suficiente.	No hay trabajo en equipo.
<b>Falta de liderazgo</b>	Lo que se dice queda al aire	No se asienta lo estipulado.	No se tiene el tiempo para ejecutarlo.	Exceso de tareas para el director.	No delega tareas.
<b>Desorganizados</b>	No hay quien ejerza esa labor.	Todo queda estipulado.	No hay forma de como ejercerlo.	No se le ha dado tiempo.	Hay otras actividades que cubrir.
<b>No saben escuchar consejos</b>	El argumento debe ser lo bastante sólido.	No tienen tiempo para indagar en el tema.	Exceso de actividades.	Solo los directivos tienen la autoridad para saber qué hacer.	Sistema de burocracia.
<b>No hay retroalimentación de los directivos</b>	Es su trabajo.	En SUEMA están los que quieren estar.	No se tiene el tiempo para el personal.	Búsqueda de nuevos proyectos para la empresa.	Para solventar los gastos.
<b>No existe una metodología</b>	No se tienen las bases establecidas.	Aún no se puede estandarizar.	Se requiere de más tiempo.	Todos los proyectos anteriores no eran tan grandes.	No se tenía idea del alcance.
<b>No se evalúan las competencias personales</b>	Se les asigna el trabajo conforme se cree que pueden desarrollarlo.	En "teoría" manejan un perfil del cual deben dominar.	Bajo ese parámetro se contrató.	Aún no se tiene desarrollado el perfil de puesto de cada una de las áreas.	El jefe de área se renunció llevándose toda la información.

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La probabilidad de éxito que tiene el proyecto es baja. Puesto que no se sigue una metodología como tal, de manera que a lo largo del proyecto salen factores los cuales no se habían contemplados y que deben de ser tratados al momento, lo que a su vez se ve reflejado en el costo.

De igual forma no se verifico que los costos se vieran reflejados en todas actividades propuestas, como resultado de ello el presupuesto es limitado y la cantidad de recursos es baja en comparación de lo que se requiere.

Además, el hecho de no integrar al personal y no evaluar el perfil de cada uno de ellos, sigue generando atrasos. De igual forma cuando se planearon las tareas correspondientes al personal no se gestionó de manera correcta de manera que hay personal demás para ciertas actividades y para otras se presenta deficiencias, de igual forma la movilidad del personal genera atrasos y tareas inconclusas.

La administración de riesgos es un proceso que se efectúa para contemplar los mayores problemas a los que se puede enfrentar el proyecto y las formas de tratarlos, No obstante, el proyecto se planteó de forma ideal.

El líder de proyecto desarrolla los procesos con base a su experiencia, no obstante, solo puede participar en la toma de decisiones técnicas, en consecuencia, se plantean escenarios irreales. De igual forma la dirección es ejercida por los directivos de área y de forma burocrática.

El control es una parte importante para verificar que el proyecto se está llevando a cabo conforme lo establecido en el acta de Constitución del proyecto, sin embargo, no está desarrollado en consecuencia el tiempo está entre un 30 y 40 % de atraso. Además hubo un descontrol de gastos en consecuencia se suspendieron las compras las cuales nuevamente afectaron, de igual forma aún no se tiene terminado el área de ingeniería de detalle por el cambio de alcance.

En cuanto a la calidad del proyecto solo se realiza mediante el desarrollo del diseño de la ingeniería a partir de los estipulado en las normas, como son: ANSI, ASTM, ISA, entre otros. No obstante, no hubo revisión del diseño para comprobar que este sea hecho de forma correcta, además como se tiene un proyecto nuevo, este debería contar con un asesor externo el cual oriente el desarrollo del mismo.

El área de adquisiciones es el responsable de obtener materiales de calidad y establecer una relación duradera, sin embargo, es lo último que se evalúa, de manera que se entrega equipo a destiempo, reprocesamiento y de baja calidad.

La calidad es evaluada de acuerdo a la satisfacción del cliente, sin embargo, en el desarrollo del mismo se ha presentado en más de una ocasión cambios, los cuales repercuten directamente al tiempo, costo, alcance y calidad del mismo, de manera que se presenta una desconfianza por tantos cambios.

Debido a la cantidad de fallas encontradas, se lanzaron diversas propuestas para dar solución,

Lista de propuestas:

- a. Método de cálculo de presupuesto.
- b. Juicio de Expertos (Tiempo).
- c. Organización Matricial (Control).
- d. Planes de comunicación.
- e. Cuadros de control (Criterio).
- f. Gestión de Incidencias.
- g. Monitorización de Proyectos.
- h. Gestión de Riesgos.
- i. Gestión Integral de Cambio.
- j. Gestión de valor Ganado.
- k. Determinación de Holguras.
- l. Sistema LOPA.
- m. Capacitación.
- n. Subcontratación.
- o. Seguridad.

De las propuestas dadas y por el tiempo establecido, los directivos seleccionaron 4 las cuales son: plan de comunicación, determinación del caculo de presupuesto, análisis de riesgo y control. (Las propuestas están en el Anexo II).

## 5. CONCLUSIONES

Las variables que afectaron la administración de este proyecto son: falta de metodología, inadecuada planificación, claridad para definir el alcance, ausencia de capacitación al personal, incorrecta ejecución de la estructura organizacional, carencia de integración, toma de decisiones considerando relaciones personales y olvidando la parte de negocio, problemas de comunicación, falta de cultura de calidad, inexperiencia del personal, ausencia de sistemas de control, monitoreo y dirección, omisión de administración de riesgos, bajo liderazgo, dominio del producto y plan de comunicación.

De igual forma se presentan otros aspectos los cuales están fuera del alcance de la empresa como es la inflación, proveedores, gobierno, clima, entre otros. No obstante, estos pueden ser contemplados durante la planeación, para reducir incidencias.

En efecto para desarrollar una adecuada administración de proyectos se debe manejar varios aspectos desde conocer el producto, hasta metodologías de administración de proyectos, recursos y personal.

Cuando la organización no cuenta con una metodología y hay un descontrol de las actividades, el proyecto puede llegar a culminar debido a los grandes esfuerzos generados por los empleados.

Asimismo, es posible desarrollar la administración de proyectos mediante el desarrollo del sistema de gestión de calidad, pues en este sistema toman en consideración diversos aspectos los cuales fallaron en el caso de estudio. Estos aspectos están enfocados a generar un proceso productivo, alineados al desarrollo de buenas prácticas; que van desde la satisfacción del cliente hasta incrementar una cultura de calidad para evitar un reprocesamiento, pues la calidad no solo está en una persona o en área específica, sino que está compuesta de todo el personal. No obstante, los responsables de que se lleve a cabo le corresponde a la alta gerencia.

De hecho, hoy en día la calidad es parte fundamental para las empresas, pues genera una ventaja competitiva con respecto a otras. Como se mencionó en el capítulo 2 la norma de referencia para el sistema de gestión de la calidad es la ISO 9001:2015, la cual está diseñada como un ciclo de mejora continua y en esta última versión se caracteriza por el desarrollo de gestión de riesgos y cambios, para reducción de incidencias, los cuales son importantes en el desarrollo de proyectos.

De igual forma el método de mejora continua, es empleado para solucionar problemas, pues lo que hace es identificar y analizar el problema, después de ello se desarrollan soluciones de manera óptima, consecuentemente estos son estudiados. Si los resultados son buenos se estandariza la solución, en caso de lo contrario se vuelve a replantear.

Aunque el sistema de gestión de calidad asegura la calidad del producto y servicio al cliente, esto no es suficiente pues hoy en día las empresas requieren de otros sistemas los cuales estén alineados a las necesidades de todas las partes interesadas, en consecuencia se buscan sistemas que involucren el desarrollo de sistemas de calidad, ambiente, seguridad y salud ocupacional, de manera que se introducen los sistemas de gestión integral, lo cual hace que el sistema sea eficaz y eficiente, cumpliendo las exigencias del mercado a través de los objetivos, programas, capacitación, monitoreo y revisión, cubriendo las necesidades de las partes interesadas

También existen otros sistemas basados en la mejora continua en donde se busca la excelencia, como es el Modelo de Capacidad y Madurez Integrado o CMMI (Capability and Maturity Model Integrated) que es un modelo de mejora de procesos, donde se busca la madurez de las organizaciones, este modelo está dividido en 5 etapas. Inicia desde una empresa inmadura la cual no contiene metodología ni organización, después se pasa a un nivel definido en donde se tienen procesos estándares consecuentemente se desarrollan niveles de control para el desarrollo del producto para finalmente llegar a un proceso de mejora e innovación.

A pesar de las ventajas que presenta la calidad con el modelo de mejora continua no todas las empresas desean introducir el sistema debido a que es un proceso tardado, depende de un cambio de cultura y una mayor inversión.

También otra de las herramientas aplicada para disminuir los problemas de comunicación y diseño es la aplicación de ingeniería concurrente, que es un integrador de procesos, donde se pretende que los encargados del desarrollo del proyecto tengan contemplado desde la parte inicial todos los elementos, desde el diseño hasta su disponibilidad, incluyendo la calidad, costo y tiempo. Esta nueva metodología requiere la integración de los equipos de trabajo, la ventaja de este sistema es que reducen los tiempos de entrega del proyecto y se elimina el reprocesamiento generado por malos entendidos.

## BIBLIOGRAFÍA

- International Organization of Standardization. *ISO 9000:2015-Sistemas de gestión de calidad- Fundamentos y vocabulario*. Ginebra Suiza
- International Organization of Standardization. *ISO 9001:2015-Sistemas de gestión de calidad- Requisitos*. Ginebra Suiza
- International Organization of Standardization. *ISO 14000:2015-Sistemas de gestión de Ambiental- Requisitos*. Ginebra Suiza
- International Organization of Standardization. *ISO 14004:2015-Sistemas de gestión de calidad- Directrices Generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo*. Ginebra Suiza
- International Organization of Standardization. *ISO 21500:2013-Dirección y Gestión de Proyectos*,. Ginebra Suiza
- Alejando Anaya Durant, R. A. (2015). *Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos*. México: UNAM.
- B., Y. R. (1977). *Organizational Alternatives for Project Management* . Project Management Quartely VIII.
- Cervantes, O. H. (17 de Julio de 2016). *revista.unam.mx*. Obtenido de Revista Digital Universitaria: <http://www.revista.unam.mx/vol.7/num6/art47/art47.htm>
- Leslie W. Rue, L. L. (1986). *Management: Theory and Application*. Michigan: R. D. Irwin.
- PMBOK. (2013). *Guía de lo Fundamentos para la Dirección de Proyectos* . Estados Unidos de América: Project Manajement Institute, Inc.
- Ríos, Lozano Leticia (1984). *Administración de Proyecto, Maestría en Admnistración de Proyectos* . Mexico.
- Rodriguez, J. R. (2005). *Gestión de Proyectos Informáticos: métodos, herramientas y casos*. Barcelona: UOC.
- Besterfield, D. (2009). *Control de calidad*. México: Pearson Pretince Hall.
- Gómez Fuentes Ma., C. O. (2012). *Notas del curso, Administración de Proyectos*. México: UAM.

- Gray, C. (2009). *Administración de Proyectos*. México : MacGraw Hill.
- Ingrid, G. L. (2007). *Evaluación y Mejora Continua: Conceptos y Herramientas para la medición de la mejora continua del desempeño*. The United States: ITSO.
- Joaquín, R. V. (2005). *Como aplicar la planeación estrategica a la pequeña y mediana empresa*. México: Cengage Learning Editores .
- Leslie W., R. L. (1986). *Management: Theory and Application*. Michigan : R.D. Irwin.
- Miguel, U. D. (1992). *Gestión de la Calidad* . Madrid: Díaz Santos.
- Muñoz, O. G. (2000). *Auditoria Integral a Sistemas de Gestión de Calidad*. México: NYCE A.C.
- Rodolfo Valenzuela Reyanda, C. R. (20 de junio de 2016). *ITSON*. Obtenido de [http://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no64/14a-la\\_planeacion\\_de\\_tiempos\\_y\\_costos\\_como\\_estrategia\\_de\\_un\\_proyecto.pdf](http://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no64/14a-la_planeacion_de_tiempos_y_costos_como_estrategia_de_un_proyecto.pdf).
- S., Valle Álvarez. (03 de Agosto de 2016). Obtenido de Aedem: <http://www.aedem-virtual.com/articulos/iedee/v09/091135.pdf>
- Dickson, F. J. (1994). *El éxito de la Administración de las empresas medianas y pequeñas empresas* . México: Diana.
- Francisco Rivera Martinez, G. H. (2010). *Administración de Proyectos. Guía para el aprendizaje*. México: Prentice Hall.
- Jack Gido, J. P. (2003). *Administración exitosa de Proyectos* . México: Thomson.
- Mary Beth Chrissis, M. K. (Madrid ). *Guía para la integración de procesos y la mejora de productos*. 2009: Pearson Educación.
- Miranda, J. J. (2012). *Gestión de Proyectos. Identificación, formulación, evaluación, financiero económico, social y ambiental*. Bogota : MM Editores .
- W. Alan Ranpolph, B. Z. (1998 ). *Gerencia de Proyectos. Como dirigir exitosamente equipos de trabajo* . Colombia: Mc Graw Hill.
- Alba, J. (30 de Julio de 2016). *ppctotal*. Obtenido de <http://www.ppctotal.com/descargas/Earned%20Value%20Management%20p1.pdf>

## ANEXOS

### Anexo I. Entrevistas

*Al equipo de trabajo*

**Tabla 6.** Modelo de entrevista al equipo de trabajo.

Nombre:	Edad:
Área:	Puesto:
Grado de estudio:	
Tiempo en la empresa:	
¿Cuál es el estado actual del Proyecto?	
¿Qué problemas ha presentado a lo largo de su desarrollo?	
¿Cómo se definió el alcance del alcance de proyecto?	
¿Cómo es la relación con el cliente?	
¿Qué metodología utiliza para la administración del Proyecto?	
¿Qué criterio selecciono para la estimación en tiempo y costo?	
¿Cómo es el proceso de gestión de riesgo?	
¿Cuál es el riesgo más grande y que medidas de mitigación tienen?	
¿Cómo selecciono la división de tareas y entregables?	
¿Cómo selecciona al personal?	
¿Qué medios de comunicación se utiliza?	
¿Cómo es el proceso de adquisiciones?	
¿Cuáles son los métodos de control a lo largo del proyecto?	
¿Cómo evalúa la calidad?	
¿Cuáles son los métodos de motivación al personal?	
¿Participa en algún otro proyecto?	

*Líder de Proyectos*

**Tabla 7.** Modelo de entrevista elaborada para el Líder de Proyecto.

Nombre:	Edad:
Área:	Puesto:
Grado de estudio:	
Tiempo en la empresa:	
¿Cuál es el estado actual del Proyecto?	
¿Qué problemas ha presentado a lo largo de su desarrollo?	
¿Cómo se definió el alcance del proyecto?	
¿Cómo es la relación con el cliente?	
¿Qué metodología utiliza para la Gestión del Proyecto?	
¿Qué criterio selecciono para la estimación en tiempo y costo?	
¿Cómo es el proceso de gestión de riesgo?	
¿Cuál es el riesgo más grande y que medidas de mitigación tienen?	
¿Cómo selecciono la división de tareas y entregables?	
¿Cómo selecciona al personal?	
¿Qué medios de comunicación se utiliza?	
¿Cómo es el proceso de adquisiciones?	
¿Cuáles son los métodos de control a lo largo del proyecto?	
¿Cómo evalúa la calidad?	
¿Cuáles son los métodos de motivación al personal?	
¿En la toma de decisiones que factor toma en cuenta?	
¿Qué criterio utilizo para el diseño de la planta?	
¿Cuál será el proceso para la prueba de los equipos?	
¿Participa en algún otro proyecto?	
¿Qué otros proyectos tiene la empresa?	
¿Cuál es la misión, visión y los valores de SUEMA?	

**Tabla 8.** Modelo de entrevista para la Alta Dirección

Nombre:	Edad:
Área:	Puesto:
Grado de estudio:	
Tiempo en la empresa:	
¿Cuáles son sus funciones principales?	
¿Cómo fomenta el clima laboral en la empresa?	
¿Con base a que parámetros realiza la toma de decisiones?	
¿Cuál es el estado actual del Proyecto?	
¿Cómo se realiza el proceso de Administración del Proyecto de Milpa Alta?	
¿Qué problemas ha presentado a lo largo de su desarrollo?	
¿Cómo se definió el alcance el alcance?	
¿Cómo es la relación con el cliente?	
¿Qué criterio selecciono para la estimación en tiempo y costo?	
¿Cómo es el proceso de gestión de riesgo?	
¿Cuál es el riesgo más grande y que medidas de mitigación tienen?	
¿Qué criterio seleccionaron para estructurar la empresa?	
¿Qué medios de comunicación se utiliza?	
¿Quién es su mano derecha?	
¿Da capacitación al personal?	
¿Ha presentado alguna denuncia por parte del trabajador?	
¿Por qué razón es despedido un trabajador?	
¿Cuál es la misión, visión y los valores de SUEMA?	

## Anexo II. Propuestas

### *Plan de comunicación*

Descripción de la situación: Durante la ejecución de un proyecto y en la administración de una empresa, la comunicación es un proceso de suma importancia, en general las organizaciones no pueden existir sin comunicación. La coordinación del trabajo es imposible. La cooperación también se torna imposible porque la gente no puede comunicar sus necesidades. Cuando la comunicación es eficaz, se ve claramente reflejado en el desempeño de los empleados.

SUEMA cuenta con diversos canales de comunicación sin embargo no han sido tan efectivas puesto que durante el tiempo de investigación se observa que se han generado diversas situaciones como son:

- a. Los objetivos planteados no son del todo claro.
- b. Entrega de mensajes a destiempo.
- c. Comunicación de información a la audiencia equivocada.
- d. Comunicación insuficiente con los interesados.
- e. Mala interpretación o comprensión del mensaje transmitido, entre otras.

Alcance: Establecer un proceso de comunicación interna dentro de la organización de SUEMA, llevado a cabo mediante estrategias de comunicación, que será realizado durante la ejecución de un proyecto, el cual será medido durante su ejecución.

Objetivo: Establecer un conjunto de procesos de transmisión de información, que permita conseguir los objetivos de la empresa y de las personas.

Este objetivo a su vez engloba los siguientes aspectos:

El desarrollo y mantenimiento de las relaciones interpersonales.

La facilitación de las relaciones entre la empresa y las personas que lo integran.

La elaboración de la información que recibirá el personal de la empresa respecto a los objetivos de la organización.

Orientación y desarrollo de la información para la motivación de los comportamientos de los trabajadores.

Publico: Este plan de comunicación será efectuado para el personal de SUEMA que este bajo el desarrollo de algún proyecto.

Mensajes: La cantidad de mensajes que se generan en un proyecto son variados, por lo que es necesario que este mensaje sea suministrado en el formato adecuado, en el momento preciso, a la audiencia correcta y con el impacto deseado. Una comunicación eficiente implica proporcionar exclusivamente la información necesaria. Para ello se emplean estrategias de comunicación.

Para poder adoptar una comunicación interna, el primer paso es establecer un ambiente de libre flujo de comunicación e información hacia todas las direcciones. Esto significa que todos los individuos dentro de la organización se sientan cómodos. Para poder crear una atmosfera que estimule la comunicación interna se debe:

- a. Escuchar a los demás y actuar rápida y apropiadamente según sus inquietudes, sugerencias, preocupaciones, etc. Este es un aspecto de los más importantes, puesto que es una forma de involucrar al personal.
- b. Tratar a todos de forma similar, independientemente del trabajo que realizan.
- c. Una buena comunicación se basa en la disposición de las personas a hablar cuando se sientan incomodas u ofendidas. Este proceso ayuda para resolver problemas.
- d. Asegurarse de que toda la información fluya en todas direcciones. La organización debe procurar que las personas se enteren inmediatamente de las cosas que les interesan o afectan directamente. Para ello se puede elaborar un boletín interno que contenga información interesante o importante (esta puede circular en forma impresa o por correo electrónico).
- e. Elaborar un Código de Ética en donde se tiene establecido los valores, ideales y comportamientos de la empresa y el cual se mantiene como el documento que rige las operaciones diarias.
- f. Al momento que ingrese una persona se le debe brindar un manual digital en donde se describa cada uno de los integrantes de la empresa, que es lo que realiza y cuáles son los medios de comunicación.
- g. Hacer hincapié al personal de transmitir la información; pues algún cambio generado y no dicho a tiempo genera atrasos en general.

- h. La información positiva, los elogios, etc. Deben ser comunicados tan frecuentes como sea posible. En situaciones en las cuales un individuo está siendo reconocido por un trabajo bien hecho, debe dársele el reconocimiento dos veces: la primera de forma privada por su superior o director y luego públicamente (en una reunión de personal).

En general SUEMA cuentan con un sistema de comunicación interna, de manera que es útil verificar cuál de ellas puede ser fortalecida por medio de sistemas existentes.

Para ello las personas deben de contar con habilidades de escucha. Para ello existen varias maneras de evaluar el entendimiento de las personas, como son:

Parafrasear. Es decir, resumir lo que se ha dicho.

Validar: mostrar que se acepta lo que se dice o si se está en desacuerdo.

Para mejorar la escucha activa:

No se debe interrumpir cuando el personal está hablando.

Aprender a evitar las distracciones.

Otro medio de comunicación son las juntas estas son vitales para el trabajo de la organización, ya que proporciona a las personas del equipo intercambiar ideas, escuchar lo que está ocurriendo en la organización y renovar las relaciones con otros. Sin embargo, las reuniones que se tienen dentro de la compañía en promedio duran alrededor de una hora y son varias, por lo que algunas personas externan que en ocasiones en las reuniones se abordan temas que no son importantes para la mayoría del personal y que les consume un gran porcentaje de tiempo.

Por lo que el objetivo general es implementar un sistema de juntas efectivas, para su desarrollo es a partir de cuatro etapas:

Planificación. En este primer punto se debe establecer el objetivo de la reunión, decidir quién necesita estar presente, y lo más importante es que no dure más de una hora, en general el ser humano solo puede mantener un nivel de atención durante los primeros 30 minutos, después de ese lapso la atención decrece considerablemente.

Organización. Al inicio de cada reunión, la junta se debe ejecutar a la hora establecida, esto es para generar un hábito de la puntualidad, en dado caso de que por factores externos no se pueda ejecutar la reunión, esto es por cuestiones de acceso a la empresa, lo recomendable es cambiar la hora si este proceso ocurre con mucha frecuencia.

Consecuentemente se debe contar con una lista de asistencia para indicar quienes llegaron, además de que se genera un control de los asistentes, este mismo control es utilizado en seguridad; pues en dado caso de que ocurra un accidente dentro de las instalaciones se sabe quiénes estaban participando.

La sala de reunión debe ser un lugar en donde el personal se sienta cómodo por lo que se sugiere acomodar las sillas alrededor de la sala; como los lugares disponibles no son suficientes es recomendable que antes de que se inicie la reunión se suba el banco que se encuentra en el pasillo, en seguida indicar al personal la forma en que se deben de ir acomodando; con respecto a la personal que se llega tarde se le hace la invitación a distribuirse a lo largo de la sala y no quedarse estático en la entrada. Asimismo, se debe dar un tiempo antes y después de cada reunión con el objetivo de que las personas hablen y socialicen.

En este punto hay que recordar que la reunión no se hace solo por hacerla siempre se debe de tener un objetivo claro o mejor no realizarla.

Manejo de la reunión. El coordinador de la junta debe de realizar tareas adicionales. Como es el hecho de preparar el material que se va a presentar al público, así mismo es quien anuncia cuales son “las reglas del juego” dependiendo del objetivo de la reunión. Por ejemplo, cuando se esté generando alguna lluvia de ideas al inicio se comenta al público que no se debe interrumpir al expositor, además de respetar los puntos de vista.

De la misma forma se debe vigilar que las personas no se desvíen de los temas de la agenda o que hable demasiado tiempo. Al mismo tiempo se debe cuidar que no se exceda del tiempo estimado para la reunión, de lo contrario se puede preguntar si los participantes pueden proporcionar un poco más de su tiempo para poder finalizar.

Al terminar cada punto establecido se hace un resumen en voz alta y después se continúa. Se recomienda que al término de la reunión haya una retroalimentación por parte de los participantes, sin embargo, es un proceso tardado por lo que se recomienda hacerlo de vez en cuando para observar si los presentes aún tienen claro el objetivo o en su defecto escoger a alguien del público para que de un pequeño resumen de los puntos importantes.

Durante las reuniones es necesario que una persona haga una lista de las decisiones tomadas. En esta minuta aparte de registrar las decisiones, deben contener anuncios, notas informativas, etc.

Otras vías de comunicación.

El correo electrónico es un método particularmente de la comunicación interna. Sin embargo, suele tener diversos errores por cuestiones de la red, por lo que se recomienda tener un correo alternativo para asegurar que la información llegue a tiempo, además de que cada persona debe de dar seguimiento al mensaje que desea transmitir para asegurar que la información proporcionada llegue a tiempo.

Para compartir información se tiene el sistema en la plataforma de MEGA, no obstante, no todos los usuarios la saben usar, por lo que se le hará la invitación al personal de tomar un mini curso introductorio de la aplicación, dado por la persona encargado en el área de sistemas.

En este curso introductorio se le pedirá al personal que solo pueden subir el documento con la última versión, esto es para evitar que se suba información de más y ocupar espacio. Asimismo, se puede ejecutar una de las metodologías de los japoneses. Denominada 5S, este proceso ayuda a tener un mayor control sobre las cosas y eliminar lo que ya no es útil.

Asimismo, dentro de la empresa se pueden buscar herramientas para difusión de la cultura organizacional o bien mostrar los avances del proyecto. Esto se puede hacer mediante carteles, folletos y volantes. También se puede colocar un muro informativo donde se aborden los temas más relevantes durante el mes o la semana.

En general la empresa presenta diversos puntos ciegos por lo que se recomienda que por cada área se tenga un grupo de personas las cuales hablen de los problemas principales que hay dentro del área, dar soluciones y después presentar las propuestas al director para dar fin a esos problemas. Este tipo de metodología se le conoce como círculos de calidad.

Al igual que con muchos aspectos de la administración, el desarrollo de planes y sistemas de comunicación, la parte más difícil es mantener todo funcionando. De manera que esta debe de observarse regularmente. Este monitoreo ayuda a identificar si está funcionando y donde no, y mantenerla trabajando.

Alguna forma de monitorear es mediante la observación de la satisfacción del personal e incluso de la información que reciba, el cual es medido a través de un cuestionario en donde se analiza si el personal se siente parte integral de la organización, o bien si son los últimos en enterarse de las cosas, que tanto le afecta en su trabajo el recibir la información a destiempo, entre otros.

También es importante tener retroalimentación pues es una forma de asegurar que el mensaje es claro.

Ejecutar sesiones de evaluación para ver la organización como un todo. Pues hay que recordar que los empleados son na parte fundamental de la empresa. En ocasiones los empleados usualmente tienen las respuestas a la mayoría de los problemas dentro de la empresa, por lo que es necesario generar ese ambiente de trabajo para que se sientan seguros de expresar su preocupación o presentar ideas de mejora.

También se puede hacer el traspaso de información mediante la dinámica de teléfono descompuesto, de primera estancia nos da un parámetro de que tanto tiempo tarda la empresa en obtener información de manera general y ver qué tan distorsionada llega, en caso de que el mensaje llega bien vamos por buen camino, de lo contrario se tiene que trabajar aún más,

Dentro del proceso de control y monitoreo es importante identificar los puntos difíciles para seguir atacando el problema. Estos puntos pueden surgir de manera individual, si esto ocurre algunas de las sugerencias es evitar que esa información sea dada a ese individuo con el único objetivo de evitar problemas de flujo de información.

Asimismo, dentro de cada área se deben de establecer una comunicación abierta para que la información llegue a tiempo.

En general este tipo de cambio no es fácil y a menudo es muy lento. Es probable que suceda si todos trabajan en conjunto. Además de tomar en cuenta las ideas de todos.

Promover la comunicación interna es una de las cosas más importantes que se pueden hacer para garantizar que la organización funcione adecuadamente. Una buena comunicación interna crea un buen clima organizacional y lleva el flujo libre de la comunicación y de la información en todas direcciones.

Para ello, se debe ajustar los sistemas de la organización, además de se debe aprender a crear definiciones claras de lo que se necesita ser comunicado y por quien. El monitorear y ajustar la comunicación interna ayudara a mantenerla a lo largo de la vida de organización.

### *Control (Método del valor ganado)*

El Valor Ganado (EV) compara la cantidad de trabajo planeado contra lo que realmente se ha terminado para determinar si el costo, el cronograma y el trabajo realizado están llevándose a cabo de acuerdo con lo planeado. Esta metodología tiene su desarrollo en toda la fase de ejecución. Para esto consideraremos tres dimensiones:

1. Valor Planificado (PV) es la línea base con respecto a lo que se va a gastar y realizar
2. Costo Real (AC) lo que se ha gastado es dicha actividad, este valor debe de estar muy semejante al valor planificado.
3. Valor ganado (EV) es el trabajo que se ha realizado

En una situación real estos valores deben ser los mismos,

Índice del desempeño de los costos  $CPI = EV/AC$

Índice del desempeño del cronograma  $SPI = EV/PV$

### EJEMPLO

En el siguiente ejemplo podemos ver el cálculo del EVM:

Supongamos que tenemos un proyecto para ejecutar en cuatro semanas y que el presupuesto es de \$100 000. Nos informan al finalizar la tercera semana que se ha completado solo el 50 % del trabajo, de acuerdo al cronograma se había haber realizado el 75% también que los costos actuales del proyecto ascienden a \$ 90 000. ¿Cuál es el estado del proyecto?

En este ejemplo el valor planeado es de \$75 000. Basado en el cronograma del proyecto, el equipo debe de haber realizado en 75% de progreso del proyecto o bien este puede calcularse multiplicando porcentaje por un presupuesto del proyecto,

$PV = \text{Porcentaje Planeado (\%)} * \text{el presupuesto del Proyecto} = 75\% * \$100,000 = \$ 75,000.$

El valor ganado es determinado multiplicando el porcentaje actual completado por el presupuesto del proyecto, este determina la cantidad del presupuesto del trabajo realizado al momento del análisis.

$EV = \text{Porcentaje ejecutado (\%)} * \text{el presupuesto del Proyecto} = 50\% * \$100,000 = \$ 50,000.$

Finalmente, el costo actual para lograr 50% del proyecto es de \$90,000.

$$AC = \$ 90,000$$

Aplicando estos cálculos, podemos determinar el costo y las variaciones del cronograma, la varianza del costo (CV) el cual es la diferencia entre los costos actuales de trabajo realizados y el presupuesto del proyecto. La varianza del cronograma (SV) es la diferencia del progreso logrando con respecto al cronograma (SV) es la diferencia del progreso logrando con respecto al cronograma del proyecto. Estas desviaciones se describen por las siguientes dos ecuaciones:

$$CV = EC - AC$$

$$SV = EV - PV$$

La varianza del costo para este proyecto es  $\$ 50,000 - \$ 90,000 = -\$ 40,000$ .

$$CV = -\$ 40,000.$$

Mientras que la varianza del cronograma para este proyecto es de  $\$ 50,000 - \$ 75,000 = -\$ 25,000$ .

$$SV = -\$ 25,000.$$

Las varianzas positivas indican un ahorro en el costo o eficiencia en el tiempo. Sin embargo, estos datos deben ser examinados para confirmar que el costo o la eficiencia en el cronograma sean correctos. En este ejemplo, el proyecto tiene varianza negativa tanto en el costo como en el cronograma.

Si la varianza es negativa es desfavorable para el proyecto.

Repasando estos cálculos, se puede determinar rápidamente que el proyecto ha gastado 90 por ciento de su presupuesto para completar el otro 50% del trabajo. Por lo que el proyecto necesita extender el horario y obtener fondos adicionales para completar el proyecto.

Se hacen dos últimos cálculos para determinar índice de desempeño en costo y en tiempo, los cuales son muy útiles para comunicar el estado del proyecto.

El índice de desempeño el costo (CPI) es una medida del valor ganado en un proyecto comparada con los costos reales incurridos.

El índice de desempeño del cronograma (SPI) es una medida de progreso real del cronograma del proyecto.

Si el índice es igual a 1, entonces el proyecto está en el cronograma. Si el índice es mayor que 1 entonces el proyecto adelantado de acuerdo al cronograma.

$$\text{CPI} = \text{EV}/\text{AC}$$

$$\text{SPI} = \text{EV}/\text{PV}$$

Para nuestro ejemplo el índice de desempeño de costo es \$ 50,000/ \$90,000 = 0.56

$$\text{CPI} = 0.56$$

Mientras que el índice de desempeño del cronograma es \$ 50,000/\$75,000=0.67

$$\text{SPI} = 0.67$$

En el ejemplo, el CPI y el SPI son menores de 1, en consecuencia, está claro que el proyecto necesita ser examinado. Si el proyecto continuo con esta tendencia le costara a la compañía el total de \$ 180,000 completar el proyecto que originalmente presupuestado para \$ 100,000.

Para calcular la estimación a la terminación (EAC), se divide el presupuesto original por el índice de desempeño del costo.

$$\text{EAC} = \text{BAC}/\text{CPI} = \$100,000/0.56$$

$$\text{EAC} = \$ 180,000$$

#### Índice de Desempeño

Si CPI es igual a 1, el proyecto se encuentra de acuerdo a lo planeado, así que el EAC será igual al presupuestado actual del proyecto. Si  $\text{CPI} < 1$ , se está por encima del presupuesto, el EAC será mayor que el presupuestado original del proyecto. Si  $\text{CPI} > 1$ , se está por debajo del presupuesto entonces el EAC será mejor que el presupuesto actual del proyecto. (Alba, 2005)

### Gestión de riesgo

Un riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un evento. Durante la planeación del proyecto es necesario tener contemplado la mayor cantidad de riesgos que afecten en tiempo, costo, alcance y calidad, de lo contrario durante la ejecución del mismo pueden surgir incidencias, las cuales deben ser tratadas al momento, puesto que lo afectan directamente en el desarrollo.

Este proceso se inicia con la identificación de riesgos, consecuentemente se realiza una lista de riesgos.

**Tabla 9.** Ejemplo de lista de riesgos.

Problema	Código
<b>Caso A</b>	A
<b>Caso B</b>	B
<b>Caso C</b>	C
<b>Caso D</b>	D

Después se hace una evaluación del riesgo, en donde se considera dos variables una es la probabilidad por el impacto, con esos dos parámetros le asignamos un valor.

**Tabla 10.** Ejemplo de evaluación de Riesgos

PROBLEMA	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	IMPACTO	CLASIFICACIÓN DE RIESGO
<b>CASO A</b>	Significativo (10)	Significativo (10)	Significativo (100)
<b>CASO B</b>	Moderado (5)	Insignificante (1)	Moderado (5)
<b>CASO C</b>	Significativo (10)	Significativo (10)	Significativo (100)
<b>CASO D</b>	Moderado (5)	Moderado (5)	Moderado (25)

Una vez que se tienen contemplado los riesgos, esta es acomodada de forma matricial, como se muestra a continuación.

Impacto Probabilidad	Muy Baja (0.05)	Bajo (0.10)	Moderado (0.20)	Alto (0.4)	Muy Alto (0.8)
Muy Alta (10)	0.5	1.0	2.0	4.0	8.0
Alta (8)	4.0	8.0	1.6	3.2	6.4
Moderada (5)	0.3	0.5	1.0	2.0	4.0
Baja (3)	0.2	0.3	1.2	1.2	2.4
Muy Baja (1)	0.1	0.1	4.0	0.4	0.8

**Figura 9.** Arreglo matricial de Riesgo.

Después de ello se establecen los planes de acción, los cuales son:

- a. Detección (simulaciones, prototipos).
- b. Mitigación Reducir su impacto sobre el proyecto
- c. Prevención Reducir la probabilidad

Seguidamente de los planes de acción se tiende a ejecutarlos y tomar medidas de control y monitoreo de riesgo. Este proceso se ejecuta a lo largo del proyecto, puesto que mientras desaparecen unos, surgen nuevos riesgos.

También se recomienda llevar un control de los riesgos, para proyectos futuros.

**Tabla 11.** Registro de los riesgos.

Año	Problema	Daño a la Empresa

### *Estimación de costos*

Estimar los costos es desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para complementar las actividades del proyecto.

Para poder determinar el presupuesto se toman a consideración diversos factores, como son:

- a. Inversión del Capital, formado por capital fijo para las instalaciones de la planta como son terrenos, construcciones, instalaciones para los servicios, equipos de procesos e instalaciones auxiliares o de emergencia.
- b. Capital de trabajo como es el inventario de materias primas, materiales del proceso, productos terminados, materiales para mantenimiento y reparaciones.
- c. Cuentas por cobrar.
- d. Costos totales del producto. Donde se considera lo siguiente: costos de producción, materias primas, recipientes y empaques, costos de operación, mano de obra directa, supervisión, mantenimiento y reparación, artículos y enseres varios y servicios auxiliares, gastos generales, prestaciones a los empleados, servicio médico, entre otros.
- e. Rentabilidad, considerando utilidades sobre la inversión, gráficas de costos y ganancias

La estimación del Capital Fijo es útil para determinar los cargos por mantenimiento y por depreciación en los costos de operación, y es necesaria para hacer análisis económicos calculando la rentabilidad.

Al hacer el estudio debe considerarse el grado de exactitud de las estimaciones de costos. Incluyendo al momento los costos reales de la planta. Las estimaciones preliminares se hacen con un margen del 30% de error.

Para poder efectuar un análisis económico es necesario considerar varias clases de costos. A continuación, se presentan distintos métodos para estimar costos los equipos de proceso, costos de inversión y costos de manufactura.

Para determinar el costo de los equipos se realiza una correlación, de hecho, la mayor parte de los costos de equipo son correlacionados por métodos gráficos log-log como funciones de un parámetro de tamaño de equipo.

Cuando el diseño preliminar es calculado, es importante saber que parámetros de tamaño serán necesarias para la estimación en costos.

Por encima de un intervalo de tamaño la curva log-log tiene de hacerse una línea recta equivalente a la siguiente ecuación.

$$\left(\frac{C_2}{C_1}\right) = \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^n$$

Donde

C: Costo

S: Tamaño

n= 0.6 o 0.7 para diferente tipo de equipo

El acercamiento de la unidad se utiliza ampliamente para estimaciones rápidas de las utilidades del costo del capital

Correlación en costos de capacidad

Método del cociente

Este método está basado en el que la inversión del capital puede correlacionarse con la capacidad de la planta. Estos costos se pueden traducir a cualquier año usando índices de costos de la planta. Las extrapolaciones con respecto al tamaño de la planta deben evitarse porque la necesidad de unidades múltiples, o el cambio en el tamaño, pueden afectar el exponente de la capacidad.

Para obtener un exponente de la capacidad de la planta, se tiene la siguiente ecuación:

$$\left(\frac{Sb}{Sa}\right)^n = \left(\frac{C_1}{C_2}\right)\left(\frac{Sb}{Sa}\right)^{n_1} + \left(\frac{C_2}{C_1}\right)\left(\frac{Sb}{Sa}\right)^{n_2}$$

Donde:

Sa: Capacidad calculada en la planta

Sb: Otra capacidad

C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub> son los costos calculados de la planta separados en grupos. (Anaya Durand Alejandro, 2015).

En todo tipo de proyectos el estimado de Horas-Hombre representa uno de los aspectos de la planeación más importante ya que con base a este se determinarán los recursos humanos que se tienen que asignar para cada actividad planeada, además de que proporciona una base para el estimado de costos y la administración durante el proyecto.

El número de H-H es útil para medir el trabajo de ingeniería que se requiere para completar una determinada actividad, este proceso se realiza al inicio y se va ajustando a medida que se desarrolla.

Las H-H son las horas que se requiere para realizar una actividad por grupo de trabajo multiplicado por el número de personas que participan en esa actividad.

$$H-H = (\text{No. de horas}) (\text{No. De personas})$$

El estimado se hace en función de los equipos, planos, tipo de proyecto, número de elementos en el proyecto, entre otros.

Las H-H afectan directamente al costo de ingeniería, este proceso se realiza al inicio del proyecto de manera que la empresa debe de contar con métodos confiables de estimación, basados en técnicas estadísticas que proporcionan una mayor exactitud.

Algunos valores típicos de H-H se muestran en las siguientes tablas. Los datos obtenidos están basados en 10 proyectos de plantas petroquímicas y un total de 3500 planos.

**Tabla 12.** Estimación de H-H.

DISCIPLINA	HORAS HOMBRE POR PLANO		TOTALES
	INGENIERÍA	DIBUJO	
CIVIL (GRALES Y TOPOGRAFÍA)	40	73	113
CIVIL (ESTRUCTURA)	65	81	146
ARQUITECTONICA	40	65	105
SERVICIOS (INS. HID. SANITARIA)	32	58	90
ELECTRICA	49	64	113
MÉCANICA (EQUIPOS)	40	73	113
MÉCANICA (TUBERÍAS)	58	88	146
INSTRUMENTACIÓN	49	41	90
AIRE ACONDICIONADO	58	72	130
PROCESO	58	55	113
TOTALES	58	72	130

**Tabla 13.** Estimación de H-H con especificaciones

DISCIPLINA	H-H. DE PLANOS	% H-H PLANOS	TOTAL H-H
ARQUITECTURA	2430	5.5	134
ING. CIVIL	15768	12.5	1971
ING. ELECTRICA	5820	17.5	1019
ING. INSTRUMENTACIÓN	1800	35	630
ING. MECÁNICA	2910	12.5	364
ING. DE PROCESO	1695	85	1441
ING. DE TUBERÍA	4380	17.5	767
TOTAL	30423		6324

**Tabla 14.** Estimación por detalles de instalación.

DISCIPLINA	H-H DE PLANOS	%	ISOMETRICOS	H-H. #ISOMETRICOS	TOTAL
ARQUITECTURA	2430	10			243
ING. CIVIL	15768	12			1892
ING. ELECTRICA	5820	12			698
ING. INSTRUMENTACIÓN	1800	26	40	45	480
ING. DE TUBERÍA	4380	24	60	73	1080
TOTAL	30423				4393