



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Dirección del proyecto de adquisición
e instalación de máquina cortadora
rebobinadora de cintas y papeles**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero Industrial

P R E S E N T A

Alejandro Téllez González

ASESORA DE INFORME

Dra. Susana Casy Téllez Ballesteros



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2022

Índice general

1	Introducción	3
1.1	Introducción	3
1.2	Objetivo.....	3
2	Descripción de la empresa.....	4
2.1	Historia de la empresa	4
2.2	Descripción de puesto de trabajo.....	6
3	Antecedentes.....	7
3.1	Fabricación de cables de energía y conductores eléctricos.....	7
3.1.1	<i>Cables de energía</i>	7
3.1.1	<i>Soleras y alambre magneto</i>	8
3.2	Proceso auxiliar de corte rebobinado de cintas y papeles.....	9
3.3	Máquina cortadora rebobinadora de cintas y papeles.....	12
4	Definición del problema	13
4.1	Demanda de cintas y papeles en la empresa.....	13
4.2	Problemática.....	15
5	Desarrollo del proyecto	16
5.1	Metodología aplicada	16
5.1.1	<i>Metodología del PMI para la dirección de proyectos</i>	16
5.1.2	<i>Metodología de dirección de proyectos aplicada en la empresa</i>	22
5.2	Implementación del proyecto	32
5.2.1	<i>Desarrollo del Proceso de Inicio</i>	32
5.2.2	<i>Desarrollo del Proceso de Planificación</i>	44
5.2.3	<i>Desarrollo de los Procesos de Ejecución y Monitoreo y Control</i>	52
5.2.3	<i>Desarrollo del Proceso de Cierre</i>	55
5	Resultados.....	56
6	Conclusiones	58
7	Bibliografía	59
8	Glosario.....	60

1 Introducción

1.1 Introducción

Este documento describe el desarrollo de las actividades que realicé como Director de Proyectos para un proyecto que tuvo como objetivo la reducción de desperdicio y el aumento de la productividad en el proceso de corte y rebobinado de papeles utilizado para la fabricación de conductores eléctricos, a través de la sustitución de una máquina obsoleta que la empresa seguía utilizando para producción. El desarrollo de este proyecto fue a través de la metodología proyectos de la empresa, la cual está basada en los procesos que establece la metodología tradicional de proyectos del Project Management Institute (PMI). Estos procesos fueron adaptados a la metodología e implementación de proyectos dentro de la empresa en la que laboré.

1.2 Objetivo

Mostrar los resultados de la implementación de un proyecto utilizando la metodología tradicional de proyectos del Project Management Institute (PMI), así como los indicadores de éxito establecidos para el mismo:

- a) De negocio: Lograr el aumento de productividad y reducción de desperdicios.
- b) De la implementación del proyecto: Desviaciones de tiempo y costo.

2 Descripción de la empresa

2.1 Historia de la empresa

La empresa en la que desarrollé las funciones de director de proyectos fue fundada en 1954. Forma parte de uno de los grupos empresariales más importantes de México, la empresa se encarga de la manufactura y comercialización de productos y servicios para los mercados de la construcción e infraestructura, energía, industria automotriz, telecomunicaciones y minería.

Cuenta con 25 plantas y 41 oficinas alrededor del mundo, 2 centros de trabajo de investigación y desarrollo, 2 oficinas de ventas y 9 centros de distribución (CEDIS). Además de contar con más de 10,000 colaboradores a nivel mundial.

La misión de la empresa es satisfacer permanentemente las necesidades de los mercados nacional e internacional, con un modelo de negocio orientado a la rentabilidad, excelencia operativa, innovación, calidad y servicio hacia sus clientes, con sentido de responsabilidad y ética empresarial.

La visión de la empresa es ser el número 1 en el mercado nacional, y relevantes en los mercados internacionales en los que participa, con soluciones innovadoras, excelencia tecnológica, identificados por su flexibilidad, bajo una filosofía de sustentabilidad y respeto al medioambiente.

Los principales productos que fabrica la empresa son los cables de energía (extra alta, alta, media y baja tensión) y los conductores eléctricos: soleras (aislamiento con papel forrado y con barnices) y alambre magneto.

La dirección de la empresa está a cargo del director general, quien tiene a su cargo 6 subdirecciones claves esenciales para la operación de esta, como se muestra en la imagen 1.

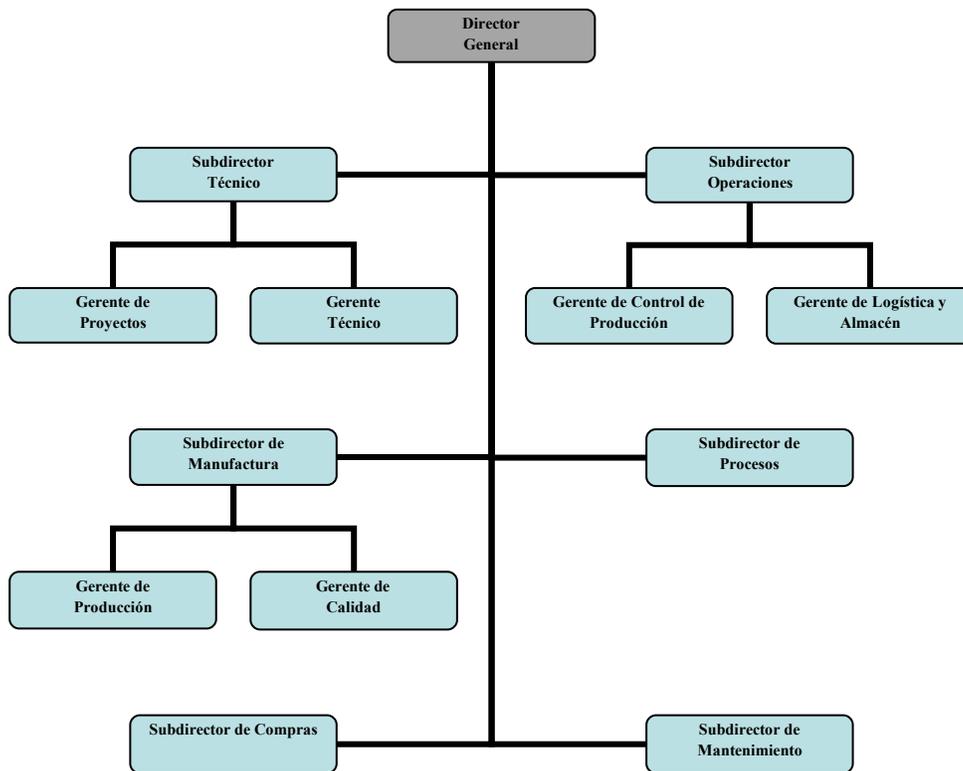


IMAGEN 1. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Como lo muestra la imagen 1, el Gerente de Proyectos lidera el área encargada de la gestión de proyectos dentro de la empresa (Gerencia de Proyectos). El objetivo del área es aplicar la metodología de proyectos de la empresa, herramientas de la ingeniería y administración para el desarrollo de nuevos proyectos con el objetivo de cubrir el alcance establecido en cada uno de estos, terminándolos en tiempo y con el presupuesto planificado.

2.2 Descripción de puesto de trabajo

Durante mi trayectoria en esta empresa estuve a cargo de dos puestos de trabajo. El primer puesto fue como becario de ingeniería; las actividades principales que desarrollé en este puesto fueron realizar optimización de los procesos, distribuciones de planta, elaboración de procedimientos, análisis ergonómicos de los procesos de manufactura y distribución de inventarios y almacenes. El segundo puesto fue como Ingeniero de Proyectos, en donde formaba parte de la Gerencia de Proyectos que se encargaba del desarrollo de proyectos, misma que reportaba a la Subdirección Técnica, como se muestra en la imagen 2.

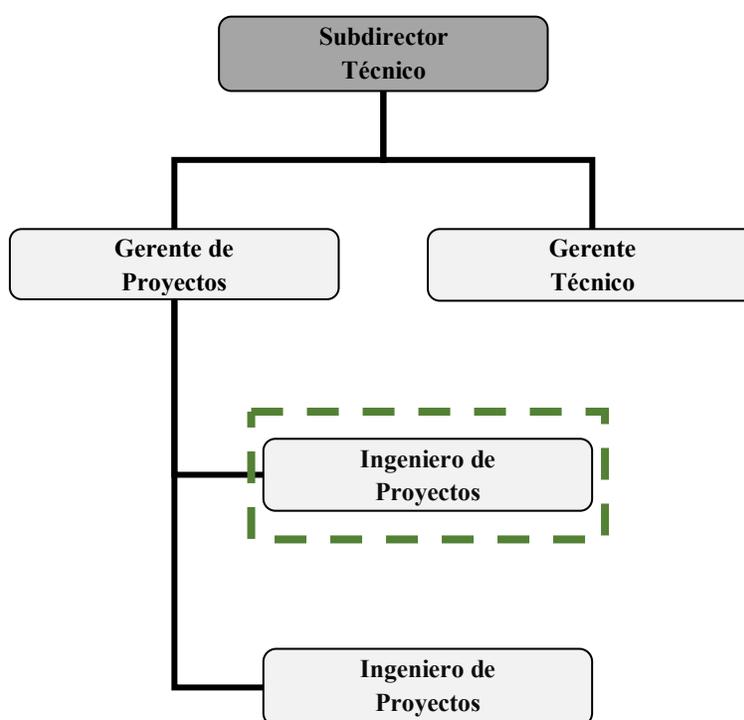


IMAGEN 2. ORGANIGRAMA DE LA POSICIÓN QUE OCUPÉ EN LA EMPRESA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Las responsabilidades y funciones que realicé como Ingeniero de Proyectos fueron la identificación de necesidades, definición de alcances y justificaciones, estructuras de trabajo, cronogramas de actividades, planificación y gestión de adquisiciones, coordinación de los recursos, planes de comunicaciones, monitoreo y control de los procesos, control de riesgos, reporte del progreso, documentación y el cierre de los proyectos.

3 Antecedentes

3.1 Fabricación de cables de energía y conductores eléctricos

Los conductores eléctricos son materiales que se caracterizan por su baja resistencia a la transferencia o movimiento de cargas eléctricas. La estructura atómica de un material conductor está conformada por pocos electrones, esto facilita el salto de energía eléctrica de un átomo a otro y por eso se denominan conductores eléctricos. Los elementos que transmiten energía eléctrica están formados primeramente por el conductor, usualmente de cobre o aluminio. Este puede ser alambre, es decir, una sola hebra o un cable formado por varias hebras o alambres retorcidos entre sí.

La empresa para la que laboré fabricaba cables de energía (extra alta, alta, media y baja tensión) y conductores eléctricos: soleras y alambre magneto, aislados con papel forrado, esmaltes o barnices.

3.1.1 Cables de energía

Los cables de energía se fabrican generalmente de cobre, debido a la excelente conductividad de este material, o de aluminio, aunque posee menor conductividad es más ligero para la misma capacidad y más económico que el cobre, estos se componen de los siguientes elementos:

- Conductores (cobre, aluminio u otro metal).
- Apantallado o blindaje (se utiliza en conductores de radiofrecuencia, puede ser una malla o un tubo, liso o corrugado)
- Aislamientos (materiales plásticos, elastoméricos, papel impregnado en aceite viscoso o fluido).
- Protecciones (armaduras y cubiertas externas adicionales al aislamiento para aumentar la resistencia a ciertas condiciones críticas de operación).

Los procesos principales para obtener estos elementos son el trefilado, cableado, extrusión, encintado, tubulado, reunido, engargolado y procesos auxiliares o secundarios. Dentro de los procesos auxiliares, tenemos el corte de cable, empacado y el cortado rebobinado de cintas y papeles, principalmente empleado para protecciones en el cable. Estos se emplean en los procesos de cableado, encintado y tubulado; teniendo como funciones principales barrera contra el paso de agua, protección eléctrica y mecánica.

En la siguiente imagen se muestra un cable de media tensión con una cinta hinchable aplicada que tiene como función proteger el conductor ante posibles filtraciones de agua.

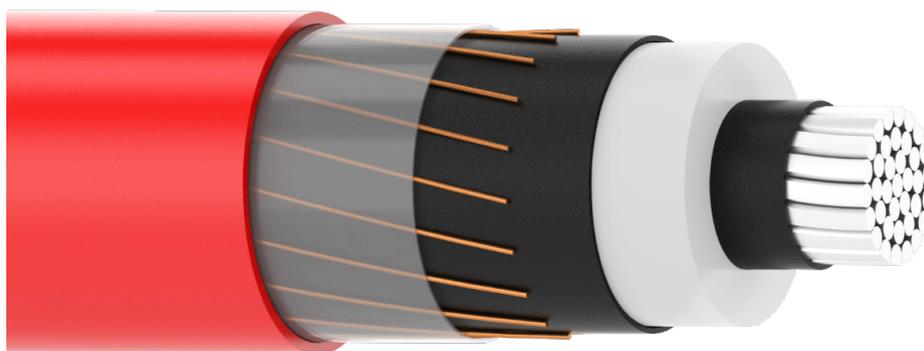


IMAGEN 3. CABLE MONO CONDUCTOR XLP DE 15 KV DE MEDIA TENSIÓN

FUENTE: CATÁLOGO [HTTPS://ALIANZAELECTRICA.COM/PRODUCTS/CABLE-XLP-15KV-CAL-1-0-100NA-VIAKON-J117](https://alianzaelectrica.com/products/cable-xlp-15kv-cal-1-0-100na-viakon-j117)

3.1.1 Soleras y alambre magneto

Las soleras y el alambre magneto, son conductores eléctricos, generalmente alambres trefilados o aplanados de cobre o aluminio recubiertos por una capa muy fina de aislamiento. El aislamiento puede ser un barniz fino o esmalte, hilos de poliéster, fibra de vidrio y papeles.

3.2 Proceso auxiliar de corte rebobinado de cintas y papeles

En la fabricación de cables y conductores eléctricos, se emplea un proceso auxiliar llamado corte rebobinado de cintas y papeles, este proceso consiste en transformar rollos maestros de diferentes materiales (bobinas con anchos de 500 mm a 1,000 mm), mejor conocidos en la industria como jumbos que son rebobinados en otra bobina y cortados en diferentes anchos obteniendo rollos de espesores más chicos que pueden variar de 12 mm a 240 mm.

En la siguiente imagen se muestra un esquema de las características de los rollos maestros o jumbos de los diferentes materiales de cintas y papeles:

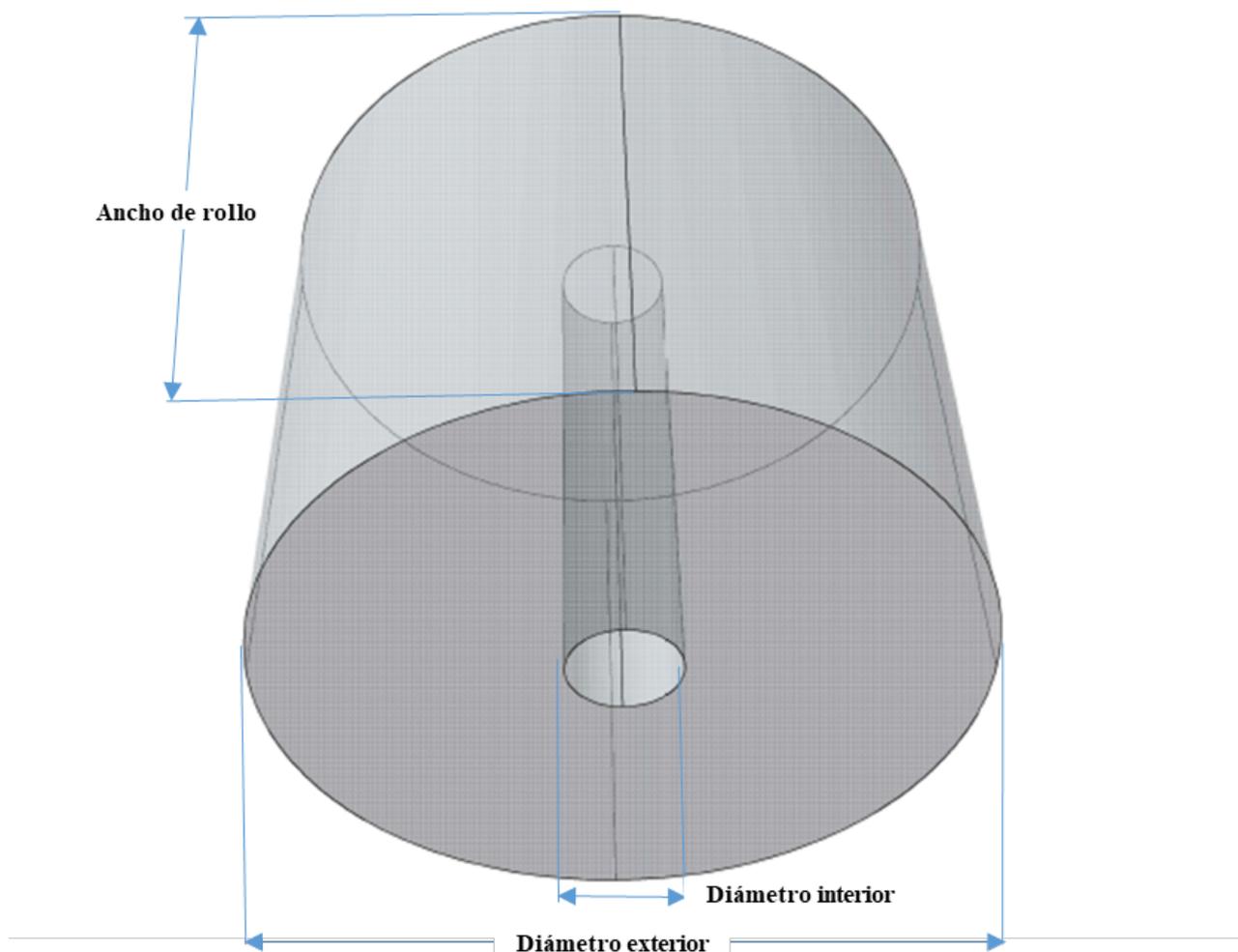


IMAGEN 4. ESQUEMA DE ROLLO MAESTRO DE CINTAS Y PAPELES

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la siguiente tabla se muestran las características de los materiales empleados en el proceso de corte rebobinado de cintas y papeles:

Material	Peso (kg)	Ancho (mm)	Diámetro E. (mm)	Diámetro I. (mm)	Espesor (mm)
Cinta aluminizada poliéster	45	640	700	135	0.025
Cinta esponjada negra	45	720	930	75	1.6
Cinta fibra de vidrio	60	635	600	150	0.25
Cinta hinchable blanca	45	950	1000	75	0.2
Cinta hinchable negra	45	860	550	150	0.25
Cinta Mylar blanco	25	640	700	135	0.05
Cinta Mylar hinchable	25	950	700	75	0.25
Cinta Mylar transparente	25	640	700	135	0.05
Cinta Nylon negro	45	650	600	75	0.1
Cinta semiconductor blanca	50	1000	1000	90	0.36
Cinta semiconductor negra	50	1000	1000	90	0.36
Cinta semiconductor rugosa	55	1000	1000	90	0.36
Cinta Zetabon	550	810	700	155	1.5
Papel Copercote	50	500	560	70	0.25
Papel Denison	60	715	460	75	0.025
Papel Musgo	50	500	560	70	0.05
Papel Nomex	70	1000	300	75	0.05

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ROLLOS DE CINTAS Y PAPELES

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la siguiente tabla se muestran los rangos de espesores de los productos de cintas y papeles requeridos en los procesos productivos de la fabricación de cables y conductores eléctricos:

Producto	Rango de espesor
Cinta aluminizada poliéster	24 - 40 mm
Cinta esponjada negra	60 - 80 mm
Cinta de fibra de vidrio	12 - 90 mm
Cinta hinchable blanca	50 - 80 mm
Cinta hinchable negra	50 - 80 mm
Cinta Mylar blanco	12 - 90 mm
Cinta Mylar hinchable	32 - 80 mm
Cinta Mylar transparente	18 - 60 mm
Cinta nylon negro	24 - 60 mm
Cinta semiconductora blanca	50 - 60 mm
Cinta semiconductora negra	50 - 60 mm
Cinta semiconductora rugosa	24 - 60 mm
Cinta Zetabon	240 mm
Papel Copercote	12 - 18 mm
Papel Denison	12 - 18 mm
Papel musgo	12 - 18 mm
Papel Nomex	12 - 18 mm

TABLA 2. ESPESORES DE CINTAS Y PAPELES CORTADOS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.3 Máquina cortadora rebobinadora de cintas y papeles

Las máquinas cortadoras rebobinadoras son empleadas para transformar los jumbos o rollos maestros de diversos materiales en cintas y papeles que son embobinados en rollos individuales de menor espesor. Su funcionamiento está basado en alimentar el desbobinador de la máquina con un rollo maestro el cual está sincronizado con la velocidad de la máquina y la del embobinador para recibir el material cortado.

Las partes principales de una máquina cortadora rebobinadora son:

- Desembobinador
- Eje de alimentación e impulsores lado desembobinador
- Eje de corte (conjunto de cuchillas)
- Eje de salida e impulsores lado embobinador
- Embobinador

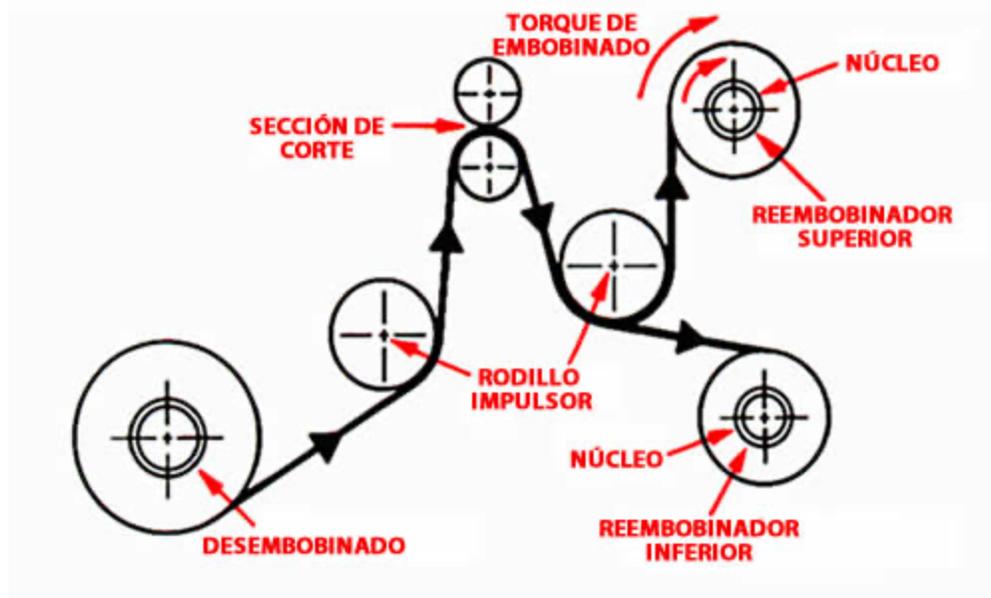


IMAGEN 5. PARTES DE UNA MÁQUINA CORTADORA

FUENTE: [HTTPS://WWW.ELEMPAQUE.COM/BLOGS/CORTE-Y-REBOBINADO-EN-LA-CONVERSION-DE-EMPAQUES-FLEXIBLES+127078](https://www.elempaque.com/blogs/corte-y-rebobinado-en-la-conversion-de-empaques-flexibles+127078)

4 Definición del problema

4.1 Demanda de cintas y papeles en la empresa

La empresa tiene una demanda anual aproximada de 144 toneladas de cintas y papeles, calculada a partir del consumo del último año que tuvieron las máquinas empleadas en los diferentes procesos de la fabricación de cables y conductores eléctricos que utilizan los siguientes materiales:

Materiales	Tipo de cable	Demanda anual (kg)
Cinta aluminizada poliéster	Media tensión	2,741
Cinta esponjada negra	Media tensión	10,557
Cinta fibra de vidrio	Baja tensión	7,148
Cinta hinchable blanca	Alta y extra alta tensión	10,416
Cinta hinchable negra	Media tensión	11,126
Cinta Mylar blanco	Baja tensión	10,156
Cinta Mylar hinchable	Alta y extra alta tensión	10,372
Cinta Mylar transparente	Baja, media y alta tensión	50,457
Cinta Nylon negro	Media tensión	108
Cinta semiconductor blanca	Alta y extra alta tensión	5,917
Cinta semiconductor negra	Alta y extra alta tensión	2,997
Cinta semiconductor rugosa	Alta y extra alta tensión	1,054
Cinta Zetabon	Alta y extra alta tensión	1,656
Papel Copercote	Solera forrada	4,754
Papel Denison	Solera forrada	4,754
Papel Musgo	Solera forrada	4,415
Papel Nomex	Solera forrada	5,434
Demanda anual total		144,064

TABLA 3. DEMANDA ANUAL DE CINTAS Y PAPELES POR TIPO DE CABLE

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la siguiente tabla se muestran los materiales, su proceso destino y el número de máquinas que los procesan:

Material	Proceso	Número de máquinas
Cinta aluminizada poliéster	Encintado	1 máquina
Cinta esponjada negra	Encintado	3 máquinas
Cinta fibra de vidrio	Encintado	2 máquinas
Cinta hinchable lisa	Cableado	3 máquinas
Cinta hinchable negra	Encintado	3 máquinas
Cinta Mylar blanco	Tubulado	3 máquinas
Cinta Mylar hinchable	Encintado	3 máquinas
Cinta Mylar transparente	Encintado	6 máquinas
Cinta Nylon negro	Encintado	1 máquina
Cinta semiconductora blanca	Encintado	2 máquinas
Cinta semiconductora negra	Encintado	2 máquinas
Cinta semiconductora rugosa	Encintado	1 máquina
Cinta Zetabon	Tubulado	1 máquina
Papel Copercote	Encintado	2 máquinas
Papel Denison	Encintado	2 máquinas
Papel Musgo	Encintado	2 máquinas
Papel Nomex	Encintado	2 máquinas

TABLA 4. PROCESOS Y NÚMERO DE MÁQUINAS PROCESAN CINTAS Y PAPELES

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.2 Problemática

Para cubrir con la demanda de consumo anual de 144 toneladas de cintas y papeles, la empresa produjo aproximadamente 78 toneladas de material aceptable y 66 toneladas de estos fueron comprados a proveedores externos, esto debido a la capacidad y situación de la máquina cortadora rebobinadora.

La empresa usaba una máquina cortadora rebobinadora que fue adquirida en el año 1985, a partir del año 2000 fue declarada como obsoleta por el proveedor que la fabricó, esto debido a que el modelo fue discontinuado y se detuvo la fabricación de sus refacciones. A pesar de que la máquina estaba declarada en estado de obsolescencia la empresa la seguía usando para producción de productos.



IMAGEN 6. MAQUINA CORTADORA REBOBINADORA AÑO 1966

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

5 Desarrollo del proyecto

5.1 Metodología aplicada

En este capítulo se explica la metodología aplicada en la implementación del proyecto, la cual está basada en las mejores prácticas de la metodología que establece el Project Management Institute (PMI) y que se adapta a la política corporativa de la empresa.

5.1.1 Metodología del PMI para la dirección de proyectos

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos de este. La aplicación de conocimientos requiere de la dirección eficaz de los procesos apropiados.

La dirección de proyectos tiene tres objetivos fundamentales:

- Terminar a tiempo
- Dentro del presupuesto
- Cumplir con los requerimientos

Además, es necesario administrar correctamente todos los factores que intervienen en el desarrollo de un proyecto, los principales son el cliente, la calidad, los recursos, los riesgos, las comunicaciones, los contratos y las finanzas. La metodología desarrollada por el Project Management Institute (PMI), describe los procesos y herramientas útiles en la dirección de proyectos. Un proceso es un conjunto de acciones y actividades interrelacionadas realizadas para obtener un producto, resultado o servicio predefinido. Cada proceso se caracteriza por sus entradas, por las herramientas y técnicas que puedan aplicarse y por las salidas que se obtienen. El director de proyectos debe considerar los activos de los procesos de la organización y los factores ambientales de la empresa. Los activos de los procesos de la organización proporcionan pautas y criterios para adaptar dichos procesos a las necesidades específicas del proyecto. Los factores ambientales de la empresa pueden restringir las opciones de la dirección de proyectos.

La metodología del Project Management Institute (PMI), describe los cinco grupos de procesos empleados para la dirección de proyectos. Estos grupos de procesos se vinculan lógicamente para alcanzar los objetivos específicos de un proyecto. La salida de un proceso puede convertirse en la entrada de otro proceso o es un entregable del proyecto.

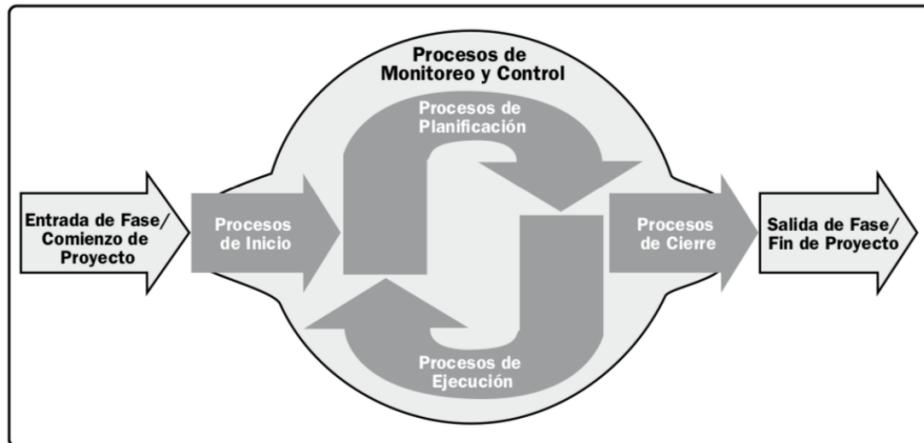


IMAGEN 7. INTERACCIONES COMUNES ENTRE LOS PROCESOS DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS

FUENTE: PMBOK, QUINTA EDICIÓN, PÁG. 50

Los 5 Grupos de Procesos empleados para la dirección de proyectos son:

1. Grupo del Proceso de Iniciación. Aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto ya existente, mediante la obtención de la autorización para comenzar dicho proyecto o fase.
2. Grupo del Proceso de Planificación. Aquellos procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción necesario para alcanzar los objetivos cuyo logro se emprendió el proyecto.
3. Grupo del Proceso de Ejecución. Aquellos procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección de proyectos a fin de cumplir con las especificaciones de este.
4. Grupo del Proceso de Monitoreo y Control. Aquellos procesos requeridos para dar seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios

correspondientes. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de toda la administración del proyecto, realizando las siguientes actividades:

- Vigilar las desviaciones del plan
- Acciones correctivas
- Recibir y evaluar cambios solicitados
- Cambiar calendarios
- Adaptar recursos
- Regresar a la etapa de planeación para hacer ajustes
- Control de costos
- Control de calidad
- Informes de resultados
- Comunicación con los interesados

5. Grupo del Proceso de Cierre. Aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los grupos de procesos, a fin de cerrar formalmente el proyecto o una fase de este.

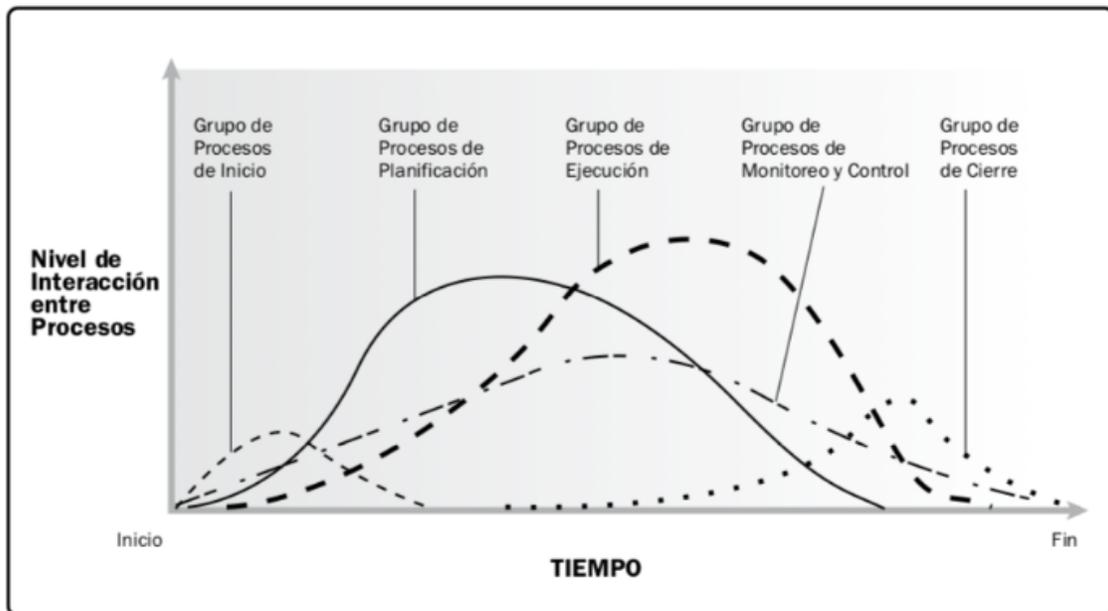


IMAGEN 8. GRUPOS DE PROCESOS QUE INTERACTÚAN EN EL PROYECTO

FUENTE: PMBOK, QUINTA EDICIÓN, PÁG. 51

Una buena forma de tratar los procesos es agrupándolos en áreas de conocimiento. Un área de conocimiento representa un conjunto completo de los conceptos, términos, y las actividades que componen un campo profesional, campo de la gestión de proyectos, o área de especialización. Se identifican diez áreas de conocimiento: Integración, alcance, tiempo, costos, calidad, recursos humanos, comunicaciones, riesgo, adquisiciones e interesados.

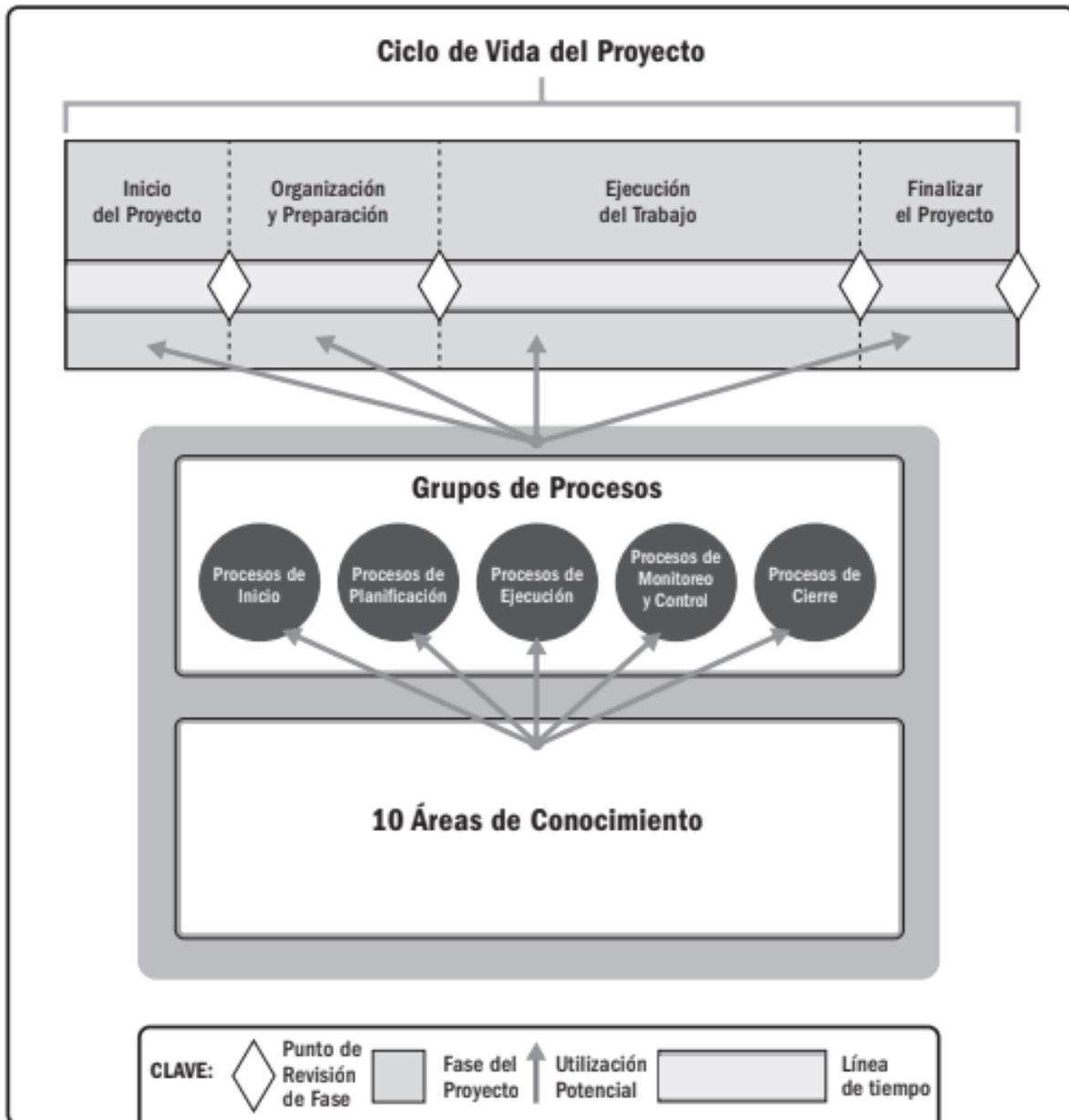


IMAGEN 9. INTERRELACIÓN ENTRE LOS COMPONENTES CLAVE DE LOS PROYECTOS DE LA GUÍA DEL PMBOK

FUENTE: PMBOK, SEXTA EDICIÓN, PÁG. 18

En la siguiente tabla se muestra las interrelaciones entre los grupos de procesos y las áreas de conocimiento:

Grupos de procesos					
Áreas de conocimiento	Inicio	Planificación	Ejecución	Monitoreo y control	Cierre
Integración	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar Acta de Constitución del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar Plan para la dirección del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorear y controlar el trabajo del proyecto • Realizar el control integrado de cambios 	<ul style="list-style-type: none"> • Cerrar proyecto o fase
Alcance		<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar plan de alcance • Recopilar requisitos • Definir alcance • Crear EDT/WBS 		<ul style="list-style-type: none"> • Validar el alcance • Controlar el alcance 	
Tiempo		<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la gestión del cronograma • Definir las actividades • Secuenciar las actividades • Estimar los recursos de las actividades • Estimar la duración de las actividades • Desarrollar el cronograma 		<ul style="list-style-type: none"> • Controlar el cronograma 	
Costes		<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la gestión de los costos • Estimar los costos • Determinar el presupuesto 		<ul style="list-style-type: none"> • Controlar los costos 	
Calidad		<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la gestión de la calidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el aseguramiento de la calidad del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar la calidad 	

Grupos de procesos					
Áreas de conocimiento	Inicio	Planificación	Ejecución	Monitoreo y control	Cierre
Recursos humanos		<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la gestión de los recursos humanos 	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir el equipo del proyecto • Desarrollar el equipo del proyecto • Dirigir el equipo del proyecto 		
Comunicación		<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la gestión de comunicación 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestionar las comunicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar las comunicaciones 	
Riesgos		<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la gestión de los riesgos • Identificar riesgos • Realizar un análisis cualitativo de los riesgos • Realizar análisis cuantitativo de riesgos • Elaborar plan de propuesta a los riesgos 		<ul style="list-style-type: none"> • Controlar los riesgos 	
Adquisiciones		<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la gestión de las adquisiciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Efectuar las adquisiciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar las adquisiciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Cerrar las adquisiciones
Interesados	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar a los interesados 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la gestión de los interesados 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestionar la participación de los interesados 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar la participación de los interesados 	

TABLA 5. INTERRELACIONES ENTRE GRUPOS DE PROCESOS Y ÁREAS DE CONOCIMIENTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La dirección de proyectos es una tarea integradora que requiere que cada proceso del producto y del proyecto esté alineado y conectado de manera adecuada con los demás procesos, a fin de facilitar la coordinación.

Normalmente, las acciones tomadas durante un proceso afectan a ese proceso y a otros procesos relacionados. Por ejemplo, un cambio de alcance afecta generalmente al costo del proyecto, y puede no afectar al plan de comunicación o a la calidad del producto.

Para que un proyecto tenga éxito, el equipo del proyecto debe:

- Seleccionar los procesos adecuados requeridos para alcanzar los objetivos del proyecto.
- Utilizar un enfoque definido que pueda adoptarse para cumplir con los requisitos.
- Cumplir con los requisitos a fin de satisfacer las necesidades y expectativas de los interesados.
- Equilibrar las demandas contrapuestas relativas al alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgo para producir el producto, servicio o resultado especificado.

5.1.2 Metodología de dirección de proyectos aplicada en la empresa

La metodología bajo la cual se dirigen los proyectos en la empresa adopta buenas prácticas de la gestión de proyectos y toma como base los procesos de la metodología establecida por el Project Management Institute, los cuales están alineados con la política corporativa de la empresa de la siguiente manera:

- 1. Procesos de inicio:** El grupo de procesos de inicio ocurre cuando los interesados detectan una necesidad y lo comunica con la Gerencia de Proyectos. El Gerente de Proyectos solicita a los interesados llenar el formato de solicitud de proyecto, analiza la factibilidad de realizarse y selecciona al Ingeniero de Proyectos que dirigirá el proyecto.

El Ingeniero de Proyectos elabora el Acta de Constitución del proyecto, crea el proyecto en el sistema ERP y solicita la autorización al Comité Ejecutivo, este grupo de procesos se resume con las siguientes actividades:

- a. Identificación de la necesidad y elaboración de caso de negocio
- b. Elaboración del Acta de Constitución del proyecto
- c. Creación de proyecto en sistema ERP

2. Procesos de Planificación: El grupo de procesos de planificación comienza una vez que fue autorizado el proyecto, el Ingeniero de Proyectos elabora el plan para la dirección del proyecto, en donde debe de comunicarlo para mostrar el alcance, los roles y funciones del equipo, las actividades a ejecutarse y su duración, el presupuesto, el plan de comunicación, entre otros, este grupo de procesos se resume con las siguientes actividades:

- a. Elaboración del plan para la dirección del proyecto
- b. Definición de alcance
- c. Elaboración de EDT / WBS
- d. Elaboración de cronograma de trabajo
- e. Elaboración de presupuesto

3. Procesos de Ejecución: El grupo de procesos de ejecución se desarrolla poniendo en marcha el plan para la dirección del proyecto, en donde se ejecutan las actividades que se planificaron en el cronograma de trabajo y se realizan las adquisiciones de equipos, servicios y materiales, este grupo de procesos se resume con las siguientes actividades:

- a. Ejecución del plan para la dirección del proyecto
- b. Ejecución del cronograma de trabajo

c. Ejecución del plan de adquisiciones

4. Procesos de Monitoreo y control: El grupo de procesos de monitoreo y control, que se llevan en paralelo con la ejecución, trata de asegurar que se ejecuten actividades y el presupuesto acorde a lo planificado, se comunica el progreso, desviaciones y cambios que se presenten. Este grupo de procesos retroalimenta cualquier cambio en el plan para la dirección del proyecto, este grupo de procesos se resume con las siguientes actividades:

- a. Retroalimentación plan para la dirección del proyecto
- b. Monitoreo de la ejecución de actividades y presupuesto
- c. Control del cumplimiento de entregables

5. Procesos de Cierre: El grupo de procesos de cierre ocurre una vez que se completa el ultimo entregable del proyecto, debe de asegurar que se haya cumplido con lo establecido en el protocolo de aceptación, además de cerrar las adquisiciones y firmar la carta de cierre, este grupo de procesos se resume con las siguientes actividades:

- a. Cierre administrativo del proyecto
- b. Entrega de la implementación a los interesados

Grupo de Procesos de Inicio

En el Proceso de Inicio, ocurren las actividades correspondientes al primer contacto entre los interesados y la Gerencia de Proyectos de la empresa, en esta etapa los interesados exponen sus necesidades y expectativas. El Gerente de Proyectos deberá de evaluar la prioridad del proyecto y de ser viable, lo asigna con un Ingeniero de Proyectos. El Ingeniero de Proyectos será el responsable de elaborar el análisis de factibilidad y la justificación del proyecto. Esta etapa concluye con la autorización del Acta de Constitución del proyecto.

Actividad	Descripción	Responsable	Entradas	Salidas
1) Solicitud del proyecto	Los interesados detectan áreas de oportunidad, definen sus necesidades y elaboran el formato de solicitud de proyectos establecido por la empresa.	Interesados	<ul style="list-style-type: none"> Mejoras de proceso, calidad, ventas, etc Normativos y regulatorios 	<ul style="list-style-type: none"> Solicitud de proyecto
2) Evaluación de solicitud	El Gerente de Proyectos recibe y analiza la solicitud del proyecto, evalúa viabilidad del proyecto para asignar a un Ingeniero de Proyectos.	Gerente de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> Solicitud de proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación de solicitud Asignación de Ingeniero de Proyectos
3) Elaboración del caso de negocio	El Ingeniero de Proyectos asignado deberá de realizar el caso de negocio que será la justificación y análisis de factibilidad del proyecto (en conjunto con los interesados).	Ingeniero de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> Necesidades de mejora Solicitud del proyecto Evaluación de solicitud 	<ul style="list-style-type: none"> Caso de negocio Análisis de factibilidad
4) Elaboración del Acta de Constitución	El Gerente de Proyectos elabora el Acta de Constitución que es el documento en donde se formaliza el proyecto y se otorga la autoridad al Ingeniero de Proyectos para su desarrollo. Contiene información de alto nivel como la descripción, el propósito y la justificación del proyecto.	Gerente de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> Caso de negocio Análisis de factibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> Acta de Constitución
5) Autorización del proyecto	Se revisa el Acta de Constitución para determinar la autorización del proyecto. Una vez autorizado por el Comité Ejecutivo inicia formalmente el proyecto.	Comité Ejecutivo	<ul style="list-style-type: none"> Acta de constitución 	<ul style="list-style-type: none"> Autorizaciones

TABLA 6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Grupo de Procesos de Planificación

El Proceso de Planificación consiste en elaborar el plan para la dirección del proyecto, establecer el alcance, hacer un listado de tareas y actividades para lograr las metas, definir su secuencia, desarrollar un calendario para la estimación de tiempos de estas en función de la asignación de los recursos que formarán parte del equipo del proyecto, esta debe de solicitarse al jefe de cada recurso, quien determina el tiempo que el recurso invertirá en el proyecto. En este proceso también se elabora el presupuesto.

Actividad	Descripción	Responsable	Entradas	Salidas
6) Recopilación de requisitos	El Ingeniero de Proyectos en conjunto con los interesados y áreas funcionales recopilan los requisitos necesarios que deberán de cubrirse con el desarrollo del proyecto. Esta información se utilizará para definir el alcance del proyecto.	Ingeniero de Proyectos Interesados Áreas funcionales	<ul style="list-style-type: none"> • Caso de negocio • Acta de Constitución • Plan para la dirección del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Documentación de requisitos
7) Definición del alcance	El Ingeniero del Proyecto define el alcance del proyecto, el cual consta de los entregables principales, supuestos y restricciones del proyecto. Este documento debe de ser aprobado por los interesados.	Ingeniero de Proyectos Interesados	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de Constitución • Plan para la dirección del proyecto • Documentación de requisitos 	<ul style="list-style-type: none"> • Alcance del proyecto
8) Elaboración de estructura de trabajo (EDT/WBS) y listado de actividades	El Ingeniero de Proyectos con base en el alcance identifica los entregables y las actividades principales que deberán de desarrollarse para cumplir con el objetivo del proyecto.	Ingeniero de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Plan para la dirección del proyecto • Alcance del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura de trabajo (EDT/WBS)
9) Elaboración de cronograma de trabajo	El Ingeniero de Proyectos es responsable de realizar un cronograma con la secuencia de las actividades y su duración. Esta actividad se realiza basándose en la EDT/WBS.	Ingeniero de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Documentación de requisitos • Estructura de trabajo (EDT/WBS) 	<ul style="list-style-type: none"> • Cronograma de trabajo
10) Planificación de recursos	El Ingeniero de Proyectos debe determinar los recursos necesarios para que el proyecto se pueda desarrollar. La planificación deberá de incluir miembros del equipo, materiales y servicios necesarios.	Ingeniero de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Plan para la dirección del proyecto • Cronograma de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos necesarios

Actividad	Descripción	Responsable	Entradas	Salidas
11) Asignación de recursos	El Ingeniero de Proyectos determina los recursos necesarios y asigna sus roles y responsabilidades	Ingeniero de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Plan para la dirección del proyecto • Recursos necesarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de roles y responsabilidades
12) Identificación de riesgos del proyecto	El Ingeniero de Proyectos identifica los posibles riesgos que se podrían presentar durante la implementación del proyecto.	Ingeniero de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de Constitución • Plan para la dirección del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de riesgos del proyecto
13) Planificación de adquisiciones	El Ingeniero de Proyectos en conjunto con los integrantes del equipo del proyecto, determinan las adquisiciones necesarias para el desarrollo del proyecto, como equipos, materiales y servicios.	Ingeniero de Proyectos Equipo del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Caso de negocio • Acta de Constitución • Plan para la dirección del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de adquisiciones • Propuestas proveedores • Evaluaciones técnicas • Cotizaciones
14) Planificación del presupuesto	El Ingeniero de Proyectos es responsable de desarrollar una aproximación del costo estimado de los recursos que requiere el proyecto.	Ingeniero de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Propuestas proveedores • Evaluaciones técnicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Presupuesto del proyecto
15) Plan para la dirección del proyecto	El Ingeniero de Proyectos es responsable usar los elementos desarrollados en el proceso de planificación para elaborar el plan para la dirección del proyecto que se usará a lo largo de la implementación del proyecto.	Ingeniero de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Alcance del proyecto • Cronograma de trabajo • Presupuesto del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan para la dirección del proyecto

TABLA 7. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Este proceso concluye con la entrega de un plan para la dirección del proyecto en donde se establecen todas las actividades, presupuestos y estimación de la ejecución del proyecto.

Grupo de Procesos de Ejecución

El proceso de ejecución del proyecto consiste en dirigir al equipo, comunicarse con los interesados y los proveedores para supervisar la ejecución de las actividades, así como para resolver los conflictos que se pudieran generar. En este proceso también se debe de asegurar que la planificación de adquisiciones se lleve a cabo de acuerdo con lo planificado. Este proceso en la dirección de proyectos es la que más demanda tiempo del Ingeniero de Proyectos.

Actividad	Descripción	Responsable	Entradas	Salidas
16) Ejecución del plan para la dirección del proyecto	El Ingeniero de Proyectos es responsable de gestionar la ejecución del plan para la dirección del proyecto.	Ingeniero de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> Plan para la dirección del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Gestión del cronograma de trabajo Gestión de adquisiciones
17) Ejecución del cronograma de trabajo	El Ingeniero de Proyectos es responsable de supervisar que el equipo, proveedores y contratistas ejecuten las actividades establecidas en el cronograma de trabajo asegurando que se cumplan los tiempos establecidos y con la calidad esperada.	Ingeniero de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> Cronograma de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> Cronograma de trabajo Control del presupuesto
18) Ejecución del plan de adquisiciones	El Ingeniero de Proyectos en conjunto con el área de Compras son responsables de gestionar las adquisiciones definidas en el plan de adquisiciones elaborado en el proceso de planificación.	Ingeniero de Proyectos Compras	<ul style="list-style-type: none"> Plan de adquisiciones Presupuesto del proyecto Propuesta de proveedores Evaluaciones técnicas Cotizaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Órdenes de compra Contratos proveedores

TABLA 8. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EJECUCIÓN

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El Proceso de Ejecución del proyecto siempre está acompañado del Proceso de Monitoreo y Control, estos procesos son iterativos ya que al momento de la ejecución siempre debe de monitorearse y controlarse con el fin de reducir las desviaciones que se presenten, tratando de realizarse de acuerdo con lo establecido en el plan de para la dirección del proyecto.

Grupo de Procesos de Monitoreo y Control

El monitoreo y control del proyecto son actividades fundamentales en la dirección de proyectos, nos permite conocer desviaciones y el desempeño que está teniendo la implementación del proyecto.

Actividad	Descripción	Responsable	Entradas	Salidas
19) Retroalimentación del plan para la dirección del proyecto	El Ingeniero de Proyectos es responsable retroalimentar constantemente posibles cambios y desviaciones que se presenten a lo largo de la implementación del proyecto.	Ingeniero de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> Plan para la dirección del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Retroalimentación del plan para la dirección del proyecto
20) Monitoreo de la ejecución	El Ingeniero de Proyectos es responsable de supervisar y monitorear que las actividades y el presupuesto se ejecuten de manera correcta y conforme a lo establecido en la planificación del plan para la dirección del proyecto.	Ingeniero de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> Cronograma de trabajo Control de presupuesto 	<ul style="list-style-type: none"> Entregables del proyecto
21) Control de cumplimiento de entregables	El Ingeniero de Proyectos es responsable de validar el cumplimiento de los entregables que se desarrollen a lo largo del proyecto.	Ingeniero de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> Entregables del proyecto Contratos 	<ul style="list-style-type: none"> Aceptación de entregables

TABLA 9. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MONITOREO Y CONTROL

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Un buen sistema de monitoreo y control debe de contar con cuatro puntos fundamentales:

1. Establecer un estándar para lograr un desempeño aceptable
2. Establecer un método para medir el desempeño actual
3. Establecer un método para comparar el desempeño actual contra el estándar
4. Establecer un método de retroalimentación

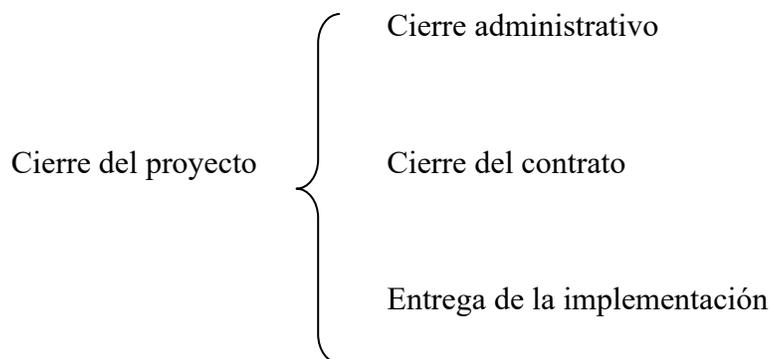
El Proceso de Monitoreo y Control se lleva a cabo a lo largo de toda la administración del proyecto, las actividades que se deben de desarrollar para este grupo de proceso son:

- Vigilar las desviaciones del plan e implementar acciones correctivas
- Recibir y evaluar cambios solicitados
- Cambiar calendarios
- Adaptar recursos
- Regresar a la etapa de planeación para hacer ajustes
- Control de costos
- Control de calidad
- Informes de resultados
- Comunicación con los interesados

Grupo de Procesos de Cierre

El proceso de cierre comienza una vez que se termina la parte de implementación del proyecto, es entonces cuando el Ingeniero de Proyectos notifica al área de Compras que puede liberar el pago parcial o total de los equipos, según haya sido la negociación con el proveedor. Una vez que se liberan los pagos, el Ingeniero de Proyectos debe de cerrar el proyecto. El cierre del proyecto contempla una serie de actividades como son:

- Reconocimiento de logros y resultados
- Cierre de las actividades y dispersión del equipo
- Aprendizaje de la experiencia del proyecto
- Revisión del proceso y resultados
- Redacción del informe final



El cierre administrativo comprende las siguientes actividades:

1. Elaboración y entrega de un reporte final el cual debe contener:
 - El desempeño del cronograma y presupuesto
 - Las evidencias de la implementación
 - Las lecciones aprendidas
 - El reporte de control de cambios

2. El cierre del contrato abarca la recopilación de lo siguiente:
 - Archivos de contrato
 - Manuales y planos
 - Bitácoras
 - Comunicados
 - Lecciones aprendidas

3. Entrega de la implementación, consiste en entregar el equipo o resultado final a los interesados que solicitaron el proyecto.

Después de que se ha cerrado el proyecto se almacena toda la información de este, como son los resultados obtenidos, los documentos entregados, minutas, y cualquier información que sea relevante al proyecto. Esta información servirá como referencia para proyectos futuros que tengan características similares y permanecerán en el registro de la compañía para generación de reportes de desempeño, además la documentación de los proyectos es importante para posibles auditorías futuras.

5.2 Implementación del proyecto

En el capítulo 4 se describe la problemática que se presentaba y por la cual la Gerencia de Producción realizó la solicitud del proyecto a la Gerencia de Proyectos.

A continuación, se describe el desarrollo del proyecto, implementado a través de la metodología de proyectos de la empresa que explicamos en el capítulo 5.1.2.

5.2.1 Desarrollo del Proceso de Inicio

La Gerencia de Producción detectó la necesidad de mejorar el proceso auxiliar de corte rebobinado de cintas y papeles y realizó la solicitud de proyecto a la Gerencia de Proyectos.

Esta solicitud se recibió vía correo electrónico por parte de la Gerencia de Producción, por medio del formato que manejaba la empresa para estas solicitudes. Una vez recibida la solicitud la Gerencia de Proyectos revisó las necesidades, dentro de las que destacaban incrementar la productividad del proceso auxiliar de corte rebobinado de cintas y papeles, reducir los costos de mantenimiento y desperdicios de materiales. Posteriormente se revisó a detalle con los interesados en donde se analizaron las necesidades, los requerimientos y las expectativas. Después de varias sesiones y tener un entendimiento profundo sobre la necesidad, además de haber evaluado la solicitud, el Gerente de Proyectos me asignó como Ingeniero de Proyectos responsable de dirigir este proyecto.

Una vez que me asignaron el proyecto analicé las necesidades y me di a la tarea de elaborar un caso de negocio el cual fue la base para conocer la justificación de este proyecto. Dentro de las primeras tareas que realicé como director de este proyecto tuve que realizar una investigación y recolección de datos sobre el proceso auxiliar de corte rebobinado de cintas y papeles, como volúmenes y costos de producción, desperdicios y gastos de mantenimiento. Esta información fue necesaria para poder elaborar un caso de negocio para justificar y evaluar la ejecución del proyecto.

Caso de negocio y justificación del proyecto

Para justificar este proyecto, se recolectaron datos de los costos de fabricación, costos de compra de materiales con terceros, costos por desperdicios y costos por mantenimiento los cuales son el planteamiento para determinar la rentabilidad que tendría el adquirir una máquina nueva con la capacidad de fabricar la demanda que requiere la empresa, teniendo ahorros por compra de materiales con proveedores externos, reduciendo los costos de mantenimiento y desperdicios.

Como se mencionó anteriormente, la demanda anual de 144 toneladas de cintas y papeles, la máquina empleada en este proceso tenía una capacidad de producción teórica máxima de 110 toneladas anuales, sin embargo, por paros programados para mantenimiento preventivo la capacidad se reducía a 99 toneladas y por paros de mantenimiento correctivo esta se reducía a 86 toneladas como lo muestra la siguiente tabla.

Disponibilidad	Producción anual (kg)	%
Capacidad teórica	110,00	100%
Paro mantenimiento preventivo	-10,974	-9%
Capacidad disponible	99,026	91%
Paro mantenimiento correctivo	-12,137	-11%
Capacidad real	86,889	78%

TABLA 10. DISPONIBILIDAD DE LA MÁQUINA CORTADORA REBOBINADORA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Con esta información se puede observar que la capacidad real de la máquina fue de 86,889 kg, es decir, no satisfacía la demanda anual de la empresa que era de 144 toneladas, necesarias para la fabricación de cables y conductores eléctricos. Sobre esta producción se tuvieron desperdicios por defectos de material de 8,966 kg.

En la siguiente tabla se muestra el costo total de la fabricación anual de materiales y su distribución de aceptados y defectuosos:

Material	Producción aceptada (kg)	Producción defectuosa (kg)	Producción total (kg)	Costo por kilo (MXN)	Costo anual (MXN)
Cinta aluminizada poliéster	1,646	1,095	2,741.15	\$207	\$568,348
Cinta esponjada negra	10,418	139	10,556.99	\$244	\$2,580,822
Cinta fibra de vidrio	1,968	458	2,426.57	\$248	\$602,365
Cinta hinchable blanca	9,339	1,077	10,416.23	\$166	\$1,733,549
Cinta hinchable negra	10,614	512	11,126.10	\$140	\$1,552,392
Cinta Mylar blanco	9,579	576	10,155.85	\$99	\$1,000,487
Cinta Mylar hinchable	10,342	31	10,372.21	\$165	\$1,707,905
Cinta Mylar transparente	20,437	5,025	25,461.54	\$73	\$1,852,700
Cinta Nylon negro	104	4	108.07	\$392	\$42,403
Cinta semicond. Blanca	1,201	18	1,219.65	\$285	\$347,111
Cinta semicond. Negra	1,701	11	1,712.31	\$245	\$419,874
Cinta semicond. Rugosa	574	19	592.66	\$173	\$102,362
Total	77,923	8,966	86,889		\$12,510,319

TABLA 11. COSTO DE PRODUCCIÓN LOCAL ANUAL Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS ACEPTADOS Y RECHAZADOS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los desperdicios generados se atribuían principalmente a las constantes fallas que se presentaban en los componentes de la máquina:

- Sistema de tensión
- Descalibración de cuchillas
- Fallas en motor
- Palanca de ajuste
- Eje de alimentación
- Eje de corte
- Extractor de polvos
- Controladores electrónicos
- Amortiguadores
- Eje de salida
- Mecanismo de balance

Las siguientes imágenes muestran los desperdicios que se ocasionaban por las fallas de la máquina cortadora rebobinadora al procesar las cintas y papeles.

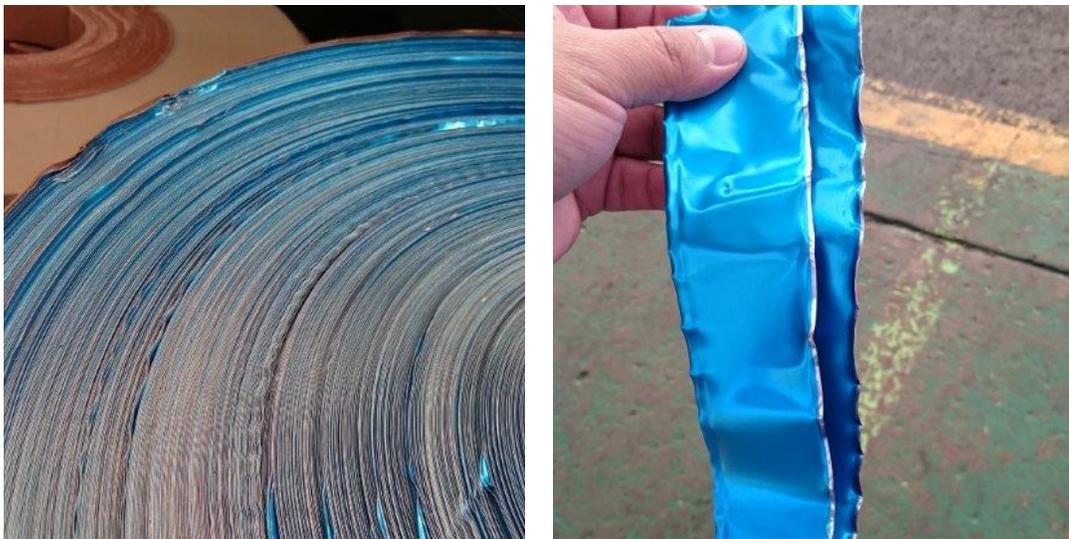


IMAGEN 10 Y 11. DESPERDICIO DE CINTA ZETABON POR MAL PROCESAMIENTO DE LA MÁQUINA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la siguiente tabla se muestran los costos que representaron los 8,966 kg de desperdicios acumulados durante el año.

Material	Producción defectuosa (kg)	Costo por kilo (MXN)	Desperdicio (MXN)
Cinta aluminizada poliéster	1,095	\$207	\$227,128
Cinta esponjada negra	139	\$244	\$34,053
Cinta fibra de vidrio	458	\$248	\$113,734
Cinta hinchable blanca	1,077	\$166	\$179,262
Cinta hinchable negra	512	\$140	\$71,392
Cinta Mylar blanco	576	\$99	\$56,783
Cinta Mylar hinchable	31	\$165	\$5,032
Cinta Mylar transparente	5,025	\$73	\$365,621
Cinta Nylon negro	4	\$392	\$1,689
Cinta semiconductor blanca	18	\$285	\$5,260
Cinta semiconductor negra	11	\$245	\$2,691
Cinta semiconductor rugosa	19	\$173	\$3,242
Total	8,966		\$1,065,887

TABLA 12. COSTO ANUAL ACUMULADO POR DESPERDICIOS DE MATERIALES

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los desperdicios acumulados durante el año representan un total de \$1,065,887 MX, los cuales se tuvieron que adquirirse por medio de proveedores externos.

Durante el año, se tuvieron que mandar a fabricar por medio de terceros 66,141 kg, material que fue necesario para satisfacer con la demanda restante de la empresa, de los cuales 45,038 kg fueron programados durante el año por falta de capacidad en la máquina cortadora rebobinadora y por mantenimientos preventivos. El resto de los materiales fabricados con terceros fueron causas no previstas, paros de máquina por mantenimiento correctivo y por desperdicios. En la siguiente tabla podemos observar la distribución de fabricaciones externas y su causa:

Causa de fabricación externa	Fabricación externa anual (kg)	%
Materiales programados	34,064	52%
Por mantenimiento preventivo	10,974	17%
Por mantenimiento correctivo	12,137	18%
Por desperdicios	8,966	13%
Total	66,141	100%

TABLA 13. FABRICACIÓN ANUAL CON PROVEEDORES EXTERNOS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Como se mostró en la tabla 10, la máquina cortadora rebobinadora de cintas y papeles produjo durante un año 86,889 kg de material, sin embargo, el 11% de este fue considerado como desperdicio por no cumplir con los estándares establecidos en la calidad del producto. Por lo tanto, los 8,966 kg de desperdicio tuvieron que fabricar con proveedores externos con el fin de satisfacer la demanda anual de materiales.

En la siguiente tabla se muestra el detalle de los costos de fabricación con proveedores externos que se derivó de los 66,141 kg necesarios para satisfacer la demanda restante que tenía la empresa:

Material	Fabricación externa (kg)	Costo por kilo (MXN)	Costo anual (MXN)
Cinta aluminizada poliéster	1,095	\$216	\$236,615
Cinta esponjada negra	139	\$255	\$35,521
Cinta fibra de vidrio	5,180	\$250	\$1,294,996
Cinta hinchable blanca	1,077	\$184	\$198,443
Cinta hinchable negra	512	\$154	\$79,031
Cinta Mylar blanco	576	\$120	\$69,168
Cinta Mylar hinchable	31	\$182	\$5,571
Cinta Mylar transparente	30,020	\$77	\$2,311,565
Cinta Nylon negro	4	\$410	\$1,765
Cinta semiconductor blanca	4,716	\$315	\$1,485,732
Cinta semiconductor negra	1,296	\$271	\$351,726
Cinta semiconductor rugosa	481	\$191	\$91,889
Cinta Zetabon	1,656	\$69	\$114,810
Papel Copercote	4,754	\$190	\$903,329
Papel Denison	4,754	\$275	\$1,307,450
Papel Musgo	4,415	\$97	\$429,580
Papel Nomex	5,434	\$1,432	\$7,778,715
Total	86,889		\$16,695,908

TABLA 14. COSTO DE PRODUCCIÓN LOCAL ANUAL Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS ACEPTADOS Y RECHAZADOS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Otro de los factores importantes considerados para la sustitución de la máquina fueron las fallas en sus componentes y el gasto en mantenimientos correctivos, principalmente en el sistema de tensión, descalibración de sus cuchillas, motor principal y la palanca de ajuste. En la siguiente tabla se muestran el detalle y los tiempos de paro que representan:

Causa de la falla	Tiempo paro (min)	Tiempo de paro (%)	Tiempo paro acum (%)
Sistema de tensión	18,124	31%	31%
Descalibración de cuchillas	12,738	22%	54%
Falla de motor principal	11,676	20%	74%
Palanca de ajuste obsoleta	4,209	7%	81%
Falla eje de alimentación	2,202	4%	85%
Eje de corte (portacuchillas)	1,974	3%	88%
Extractor de polvos obsoleto	1,895	3%	92%
Controladores electrónicos	1,648	3%	95%
Amortiguadores desgastados	1,618	3%	97%
Falla eje de salida	1,122	2%	99%
Mecanismo de balanceo	395	1%	100%
Total	57,600	100%	

TABLA 15. FALLAS EN LA MÁQUINA CORTADORA REBOBINADORA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

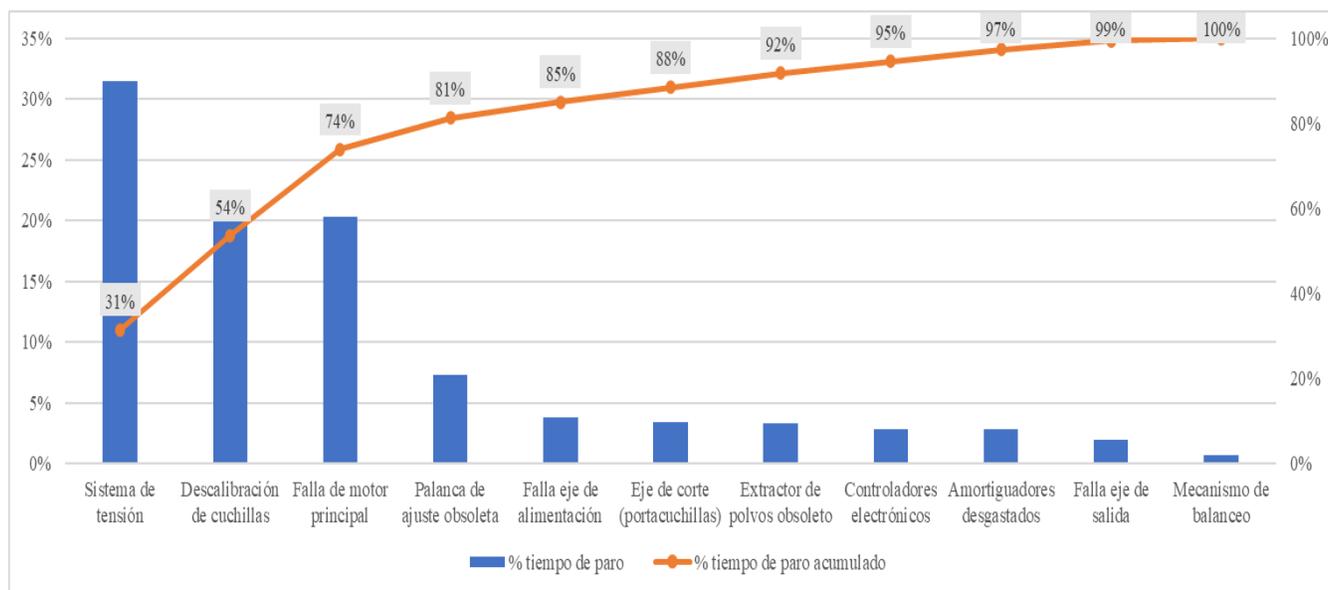


IMAGEN 12. DIAGRAMA DE PARETO – FALLAS DE MÁQUINA CORTADORA REBOBINADORA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los componentes que provocaban el 80% de los mantenimientos correctivos se concentraban en las fallas del sistema de tensión, la descalibración de cuchillas y constantes fallas en su motor principal.

Mes	Gasto mensual (MXN)
Enero	14,762.25
Febrero	16,842.33
Marzo	21,458.21
Abril	9,875.01
Mayo	14,843.00
Junio	23,547.12
Julio	7,125.54
Agosto	12,421.45
Septiembre	7,896.20
Octubre	15,025.29
Noviembre	9,745.76
Diciembre	12,854.59
Total	\$166,396.75

TABLA 16. GASTO MENSUAL POR MANTENIMIENTO EN CORTADORA REBOBINADORA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la tabla anterior se muestra el gasto mensual derivado de los mantenimientos correctivos que se realizaron durante el año de producción, representando un acumulado de \$166,396.75 MXN.

Análisis de rentabilidad del proyecto

Una vez que se desarrolló el caso de negocio y se obtuvo la justificación del proyecto, es importante realizar un análisis de rentabilidad de la inversión del proyecto. Esta se realizó considerando los ahorros que se tendrían por la compra de material con terceros, la cual se generaba por los siguientes factores:

- Falta de capacidad de producción local
- Tiempos de paro por mantenimientos
- Desperdicio de materiales

En resumen, para poder satisfacer la demanda anual de la empresa de 144,064 kg se fabricaron localmente 86,889 kg y se compraron 66,141 kg de material a proveedores externos, adicional del gasto por mantenimiento correctivo. A continuación, se muestra el detalle anual de costos:

Concepto	Costo (MXN)	%
Fabricación local aceptada	\$11,444,431	39%
Fabricación local defectuosa (desperdicio)	\$1,065,887	4%
Fabricación externa programada	\$14,188,059	48%
Fabricación externa mantenimiento correctivo	\$1,367,900	5%
Fabricación externa por desperdicio	\$1,139,949	4%
Gastos por mantenimiento correctivo	\$166,396	1%
Total	\$29,372,623	100%

TABLA 17. COSTOS ANUALES DE LA FABRICACIÓN DE CINTAS Y PAPELES

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tomando el supuesto de realizar la inversión de una máquina nueva con mayor capacidad que asegure la producción de todos los materiales localmente, reduciendo mantenimientos correctivos y desperdicios, se tendría el siguiente costo anual:

Material	Fabricación externa (kg)	Costo por kilo (MXN)	Costo anual (MXN)
Cinta aluminizada poliéster	2,741	\$207	\$568,348
Cinta esponjada negra	10,557	\$244	\$2,580,822
Cinta fibra de vidrio	7,148	\$248	\$1,774,498
Cinta hinchable blanca	10,416	\$166	\$1,733,549
Cinta hinchable negra	11,126	\$140	\$1,552,392
Cinta Mylar blanco	10,156	\$99	\$1,000,487
Cinta Mylar hinchable	10,372	\$165	\$1,707,905
Cinta Mylar transparente	50,457	\$73	\$3,671,498
Cinta Nylon negro	108	\$392	\$42,403
Cinta semiconductor blanca	5,917	\$285	\$1,683,975
Cinta semiconductor negra	2,997	\$245	\$734,912
Cinta semiconductor rugosa	1,054	\$173	\$182,127
Cinta Zetabon	1,656	\$63	\$103,712
Papel Copercote	4,754	\$177	\$843,139
Papel Denison	4,754	\$255	\$1,210,414
Papel Musgo	4,415	\$88	\$388,058
Papel Nomex	5,434	\$1,293	\$7,026,843
Total	144,064		\$26,805,085

TABLA 18. SUPUESTO DE COSTOS DE FABRICACIÓN LOCAL CON UNA NUEVA MÁQUINA CORTADORA REBOBINADORA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La fabricación local genera ahorros anuales por \$2,567,537.98, con este dato obtenemos los ahorros que se toman como ingresos para calcular los flujos de caja neto. Para obtener el monto de la inversión, se buscó en el mercado máquinas que cubrieran la capacidad requerida. Adquirir e instalar una máquina de este tipo rondaba los \$6,582,400 MXN, con un tiempo de vida de 10 años, declarado por el proveedor.

Año	Ingresos (MXN)	Egresos (MXN)	FCN (MXN)
0	-	(6,582,400.00)	(6,582,400.00)
1	2,567,537.98	(615,454.40)	1,952,083.58
2	2,644,564.12	(615,454.40)	2,029,109.72
3	2,723,901.04	(615,454.40)	2,108,446.64
4	2,805,618.07	(615,454.40)	2,190,163.67
5	2,889,786.62	(615,454.40)	2,274,332.22
6	2,976,480.22	(615,454.40)	2,361,025.82
7	3,065,774.62	(615,454.40)	2,450,320.22
8	3,157,747.86	(615,454.40)	2,542,293.46
9	3,252,480.30	(615,454.40)	2,637,025.90
10	3,350,054.71	(615,454.40)	2,734,600.31

TABLA 19. PROYECCIÓN DE FLUJOS DE CAJA NETO DE LA INVERSIÓN DE LA MÁQUINA CORTADORA REBOBINADORA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Inversión	\$ (6,582,400)
Tasa de descuento	10%
VPN	\$ 7,738,028.51
TIR	31%
PRI	3.27

TABLA 20. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE LA MÁQUINA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Con los resultados del análisis de rentabilidad podemos afirmar que el proyecto es rentable, la TIR es mayor que la tasa de descuento y se obtendrán ganancias por \$7.7 millones.

Una vez obtenida la justificación del proyecto, para finalizar con la etapa del grupo de procesos de inicio se establecen sus objetivos (criterios de éxito):

- Instalación de una máquina cortadora rebobinadora que aumente la productividad del proceso y reducir los desperdicios
- Cumplimiento del cronograma de trabajo planificado para la implementación del proyecto con una desviación máximo de tiempo del 10%
- Cumplimiento de presupuesto planificado para la implementación del proyecto con una desviación máxima del 10%

5.2.2 Desarrollo del Proceso de Planificación

Este proceso consiste en perfeccionar el alcance del proyecto, realizando la recopilación de los requerimientos iniciales, la expectativa del interesado y los datos obtenidos en el proceso de inicio, esta actividad requiere involucrar al interesado para plantear el alcance correcto.

El alcance definido fue realizar un proyecto para la sustitución e instalación de una máquina cortadora rebobinadora de cintas y papeles, por una máquina nueva capaz de fabricar la demanda requerida por la empresa (al menos 145,000 kg anuales) y que cumpla con las especificaciones de proceso establecidas en las hojas técnicas de los cables y con los estándares de calidad establecidos por el área de aseguramiento de la calidad.

El alcance establecido es lo que nos dio la pauta para poder elaborar el plan para la ejecución del proyecto, en donde se establecieron las actividades que requiere el proyecto para lograr su implementación, mismas que incluyen la planificación de la estructura de trabajo, el cronograma y secuenciación de las actividades, así como el presupuesto requerido en el proyecto.

Con esta información fue posible establecer los hitos y entregables que se deberán de cumplir por cada una de las etapas que formarán parte de los procesos para la ejecución del proyecto.

Hitos	Entregables
Preparación	<ul style="list-style-type: none"> • Cotizaciones de equipos e instalaciones • Orden de compra de equipos • Orden de compra de instalaciones • Orden de compra materiales para prueba • Análisis OLT ubicación de la maquinaria
Instalación	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación eléctrica de la maquinaria • Instalación mecánica de la maquinaria • Instalación de red de la máquina • Instalación de máquina cortadora rebobinadora
Puesta en marcha	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas en vacío de la cortadora de papel • Pruebas de cortadora con cintas • Prueba de cortadora con papeles
Capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación de mantenimiento y configuración • Capacitación del funcionamiento y operación
Cierre	<ul style="list-style-type: none"> • Sesión de cierre del proyecto • Firma de carta de aceptación de máquina cortadora

TABLA 21. PRINCIPALES HITOS Y ENTREGABLES DEL PROYECTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La entrega de estos entregables es fundamental para ir cerrando los hitos que se establecieron en la planificación para la ejecución de este proyecto, estos hitos no podrán cerrarse si alguno de estos entregables no es finalizado.

Una vez que se definieron los hitos y entregables del proyecto, se planteó la estructura de trabajo EDT/WBS sobre la que ejecutarán las actividades requeridas para la implementación de este proyecto.

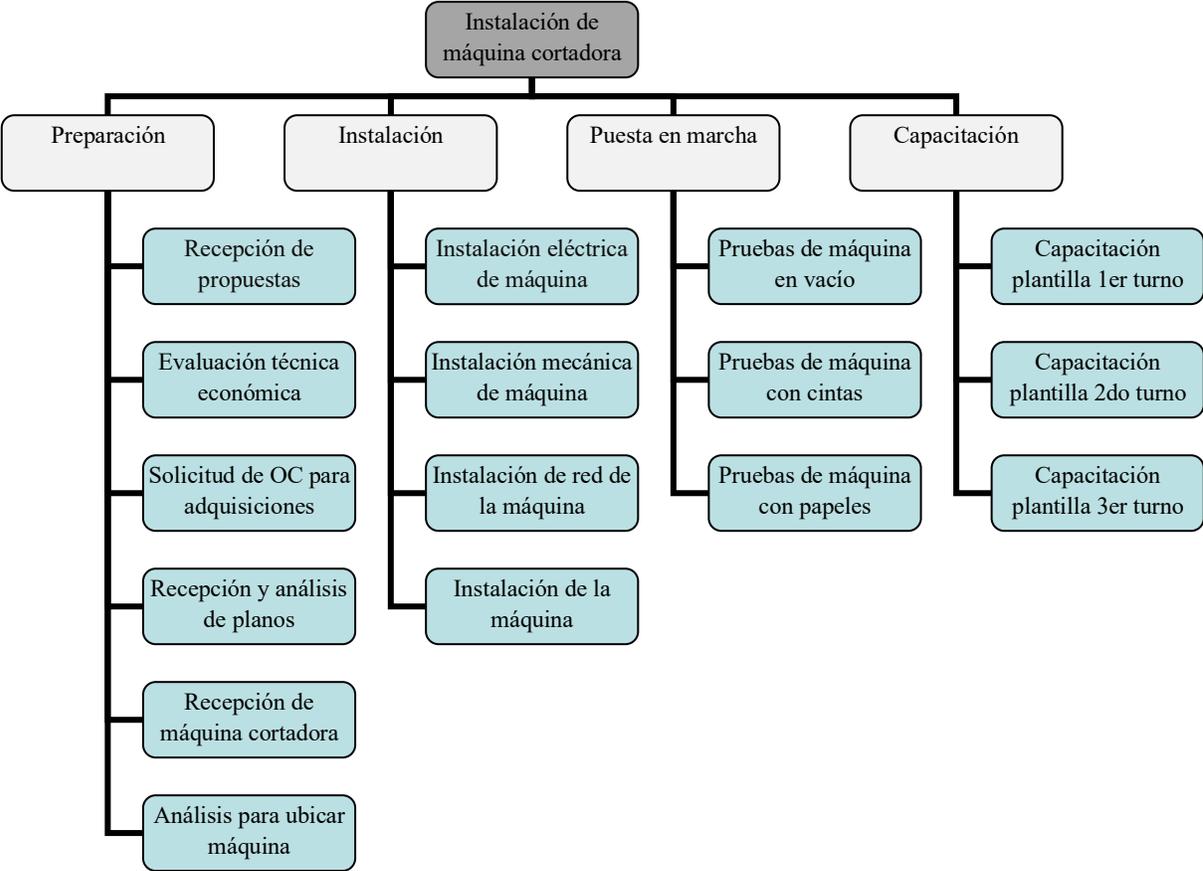


IMAGEN 13. ESTRUCTURA DE TRABAJO DEL PROYECTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La estructura de trabajo EDT/WBS generada, será la base para el planteamiento, definición, estimación de tiempos y secuenciación de actividades que estarán integradas en el cronograma de trabajo.

En la siguiente tabla se muestra el cronograma de trabajo que se planificó y con el cual se le dará seguimiento a la implementación del proyecto.

	Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resources
0	☐ Proyecto Cortadora Rebobinadora	122days	10/02/2017	03/20/2018		
1	☐ Preparación	80days	10/02/2017	01/19/2018		Ingeniero de Proyectos
2	Evaluación técnica	20days	10/02/2017	10/27/2017		Ingeniero de Procesos
3	Proceso de compra	15days	10/30/2017	11/17/2017	2	Comprador
4	Envío de planos de máquina	1day	11/20/2017	11/20/2017	3	Proveedor máquina
5	Análisis OLT ubicación de la máqu	10days	11/21/2017	12/04/2017	4,6	Ingeniero de Planta
6	Envío de la máquina cortadora ret	45days	11/20/2017	01/19/2018	3	Proveedor máquina
7	Fin de preparación	0day	01/19/2018	01/19/2018	6FF	Ingeniero de Proyectos
8	☐ Instalación	22days	01/22/2018	02/20/2018		Ingeniero de Proyectos
9	Instalación eléctrica	15days	01/22/2018	02/09/2018	7	Proveedor 1
10	Instalación mecánica	5days	02/12/2018	02/16/2018	9	Proveedor 2
11	Instalación de red	5days	02/12/2018	02/16/2018	10SS	Proveedor 1
12	Instalación de la máquina	2days	02/19/2018	02/20/2018	11,10	Proveedor 2
13	Fin de la instalación	0day	02/20/2018	02/20/2018	12FF	Ingeniero de Proyectos
14	☐ Puesta en marcha	9days	02/21/2018	03/05/2018		Ingeniero de Proyectos
15	Configuración y puesta en marcha	3days	02/21/2018	02/23/2018	13	Proveedor máquina
16	Pruebas en vacío	2days	02/26/2018	02/27/2018	15	Ingeniero de Procesos
17	Pruebas de procesamiento papele	2days	03/02/2018	03/05/2018		Ingeniero de Procesos
18	Pruebas de procesamiento cintas	2days	02/28/2018	03/01/2018		Ingeniero de Procesos
19	Fin de pruebas	0day	03/05/2018	03/05/2018	18	Ingeniero de Proyectos
20	☐ Capacitación	10days	03/06/2018	03/19/2018		Ingeniero de Proyectos
21	Capacitación plantilla primer turno	3days	03/06/2018	03/08/2018	19	Operarios
22	Capacitación plantilla segundo tur	3days	03/09/2018	03/13/2018		Operarios
23	Capacitación plantilla tercer turno	3days	03/14/2018	03/16/2018	22	Operarios
24	Capacitación mantenimiento y cor	10days	03/06/2018	03/19/2018	19	Ingeniero de Mantenimiento
25	Fin de Capacitación	0day	03/19/2018	03/19/2018	24FF	Ingeniero de Proyectos
26	☐ Cierre	1day	03/20/2018	03/20/2018		Ingeniero de Proyectos
27	Sesión de cierre del proyecto	1day	03/20/2018	03/20/2018	25	Ingeniero de Proyectos
28	Cierre del proyecto	0day	03/20/2018	03/20/2018	27	Ingeniero de Proyectos

IMAGEN 22. CRONOGRAMA DE TRABAJO DEL PROYECTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la siguiente imagen se muestra el diagrama de Gantt del cronograma generado en la planificación de la ejecución del proyecto para la sustitución de la máquina cortadora rebobinadora:

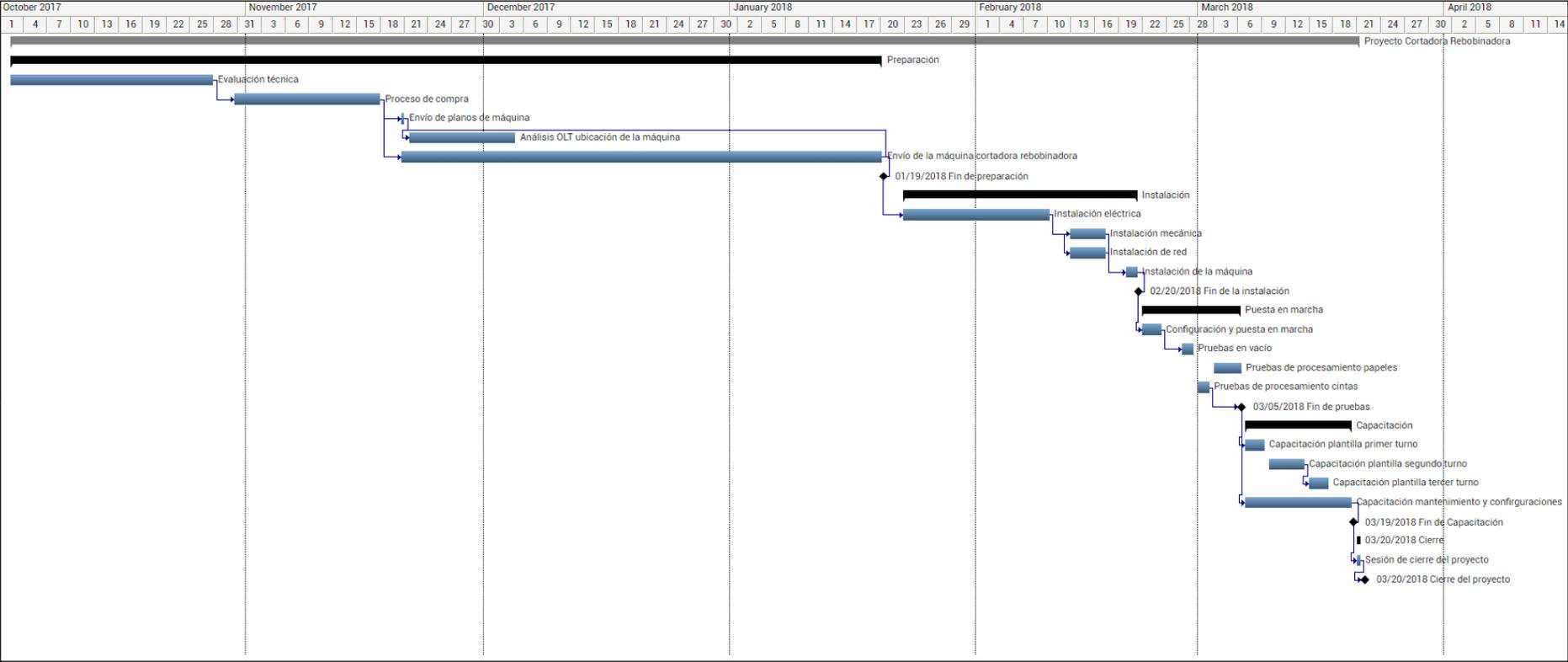


IMAGEN 13. DIAGRAMA DE GANTT DEL PROYECTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

A continuación, se muestra el presupuesto planificado para la implementación del proyecto, mismo que comprende la adquisición de la máquina y los servicios de instalaciones necesarios para que la máquina opere correctamente, también se deben de considerar costos de transportación y diversos materiales que se utilizarán en las pruebas.

Cantidad	Unidad	Concepto	Proveedor	Monto (mxn)
1	Pieza	Máquina cortadora rebobinadora de cintas y papeles	Proveedor 1	\$6,002,400
1	Servicio	Puesta en marcha	Proveedor 1	\$110,000
1	Lote	Refacciones de la máquina	Proveedor 1	\$200,000
1	Servicio	Instalación mecánica de la máquina	Proveedor 2	\$40,000
1	Servicio	Instalación eléctrica de la máquina	Proveedor 3	\$60,000
1	Servicio	Instalación de red de la máquina	Proveedor 3	\$20,000
1	Servicio	Flete y transportación	Proveedor 4	\$150,000
Total				\$6,582,400

Una vez obtenido el cronograma de trabajo, me di a la tarea de planificar los recursos necesarios para que el proyecto se lleve a cabo y la definición de roles y responsabilidades.

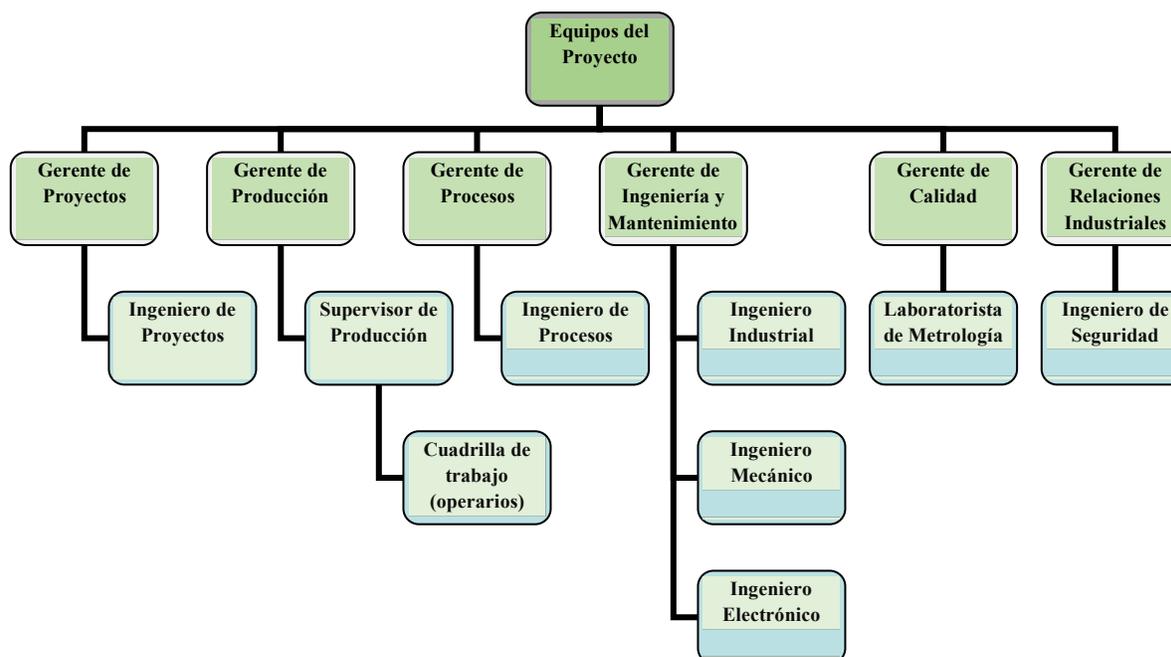


IMAGEN 13. ORGANIGRAMA DEL PROYECTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La siguiente tabla muestra los roles y responsabilidades establecidas para cada uno de los miembros del equipo del proyecto.

Rol	Responsabilidad
Ingeniero de Proyectos	Dirigir el proyecto y liderar a los diferentes equipos de trabajo involucrados en el proyecto, así como de mantener el plan de proyecto actualizado y proveer suficiente comunicación entre los interesados.
Ingeniero de Procesos	Asegurar que los productos procesados en la nueva máquina cumplan las especificaciones del proceso.
Ingeniero Industrial	Establecer la posición en la que se instalará la máquina, de acuerdo con la distribución de planta de la empresa, además de establecer los herramientas necesarios para los operadores.
Ingeniero Mecánico	Asegurar la correcta instalación mecánica de la máquina a instalar, además de obtener el conocimiento necesario para futuros mantenimientos.
Ingeniero Electrónico	Asegurar la correcta instalación electrónica de la máquina a instalar, además de obtener el conocimiento necesario para futuros mantenimientos.
Ingeniero de Seguridad	Asegurar la seguridad de los operadores, es responsable de liberar la máquina a producción.
Laboratorista de Metrología	Asegurar que la nueva máquina esté debidamente calibrada de acuerdo con las unidades que trabaja.
Supervisor de Producción	Asegurar la programación de las cuartillas de trabajo para las capacitaciones de operación y seguridad de la máquina a instalar.
Cuadrilla de operarios	Responsables de aprender el funcionamiento y operación de la nueva máquina, deberán de capacitarse antes de comenzar a producir en la máquina.

TABLA 23. DESCRIPCIÓN ROLES Y RESPONSABILIDADES

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la etapa de planificación, se definió el plan de comunicación y la cadencia del proyecto, en donde se plantearon las siguientes comunicaciones:

Comunicación	Audiencia	Frecuencia	Responsable	Entrega	Objetivo
Kick off del proyecto	Comité Ejecutivo, interesados, equipo de trabajo central y áreas transversales	Única	Ingeniero de Proyectos	Reunión	Comunicar el inicio de la ejecución del proyecto, presentar al equipo y el cronograma trabajo.
Comité del proyecto	Comité Ejecutivo e interesados	Quincenal	Ingeniero de Proyectos	Reunión	Comunicar el estado del proyecto, así como sus desviaciones en progreso y presupuesto.
Seguimiento del proyecto	Equipo de trabajo central, interesados y proveedores	Semanal	Ingeniero de Proyecto	Reunión	Revisar los avances semanales, desviaciones, logros y resolución de incidencias que se presenten.
Reporte de estado	Gerentes de la empresa, equipo de trabajo central e interesados	Semanal	Ingeniero de Proyectos	Correo electrónico	Reportar por medio de un correo electrónico el progreso del proyecto.
Cierre del proyecto	Comité Ejecutivo, interesados, equipo de trabajo central y áreas transversales	Única	Ingeniero de Proyectos	Reunión	Comunicar el cierre del proyecto y los resultados obtenidos en su implementación.

TABLA 24. PLAN DE COMUNICACIÓN DEL PROYECTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Una vez realizadas las actividades que comprende el grupo de proceso de planificación, se obtuvo el plan para la dirección del proyecto y se coordinó el kick off del proyecto que tiene como objetivo comenzar formalmente su ejecución, se muestran los requerimientos y detalles del proyecto, con la presencia de todos los involucrados (Comité Ejecutivo, miembros de equipo, interesados y áreas transversales clave). De esta forma, se puede conseguir una alineación transversal entre los departamentos, donde cada elemento involucrado sea partícipe, y no solo conocedor, de las tareas que le correspondan o la forma en la que el proyecto impactará mientras es ejecutado.

5.2.3 Desarrollo de los Procesos de Ejecución y Monitoreo y Control

Una vez concluida la etapa de planificación procedí con el grupo de procesos de ejecución, monitoreo y control, en donde se realizaron las actividades por el equipo entregando los documentos mencionados con los requerimientos necesarios. Para conocer los riesgos elaboré una matriz de riesgos, en la que identifiqué los posibles incidentes que podrían afectar el desarrollo del proyecto y generar impactos negativos, dicha matriz es presentada en la tabla 19.

Riesgo		Probabilidad			
		Raro	Poco probable	Posible	Casi seguro
Impacto	Despreciable				
	Menor			Retraso menor a 1 mes	
	Moderado		Retraso entre 1 y 3 meses	Exceder presupuesto	
	Grave	Cancelación del proyecto	Retraso mayor a 3 meses		

Riesgo	
Bajo	
Medio	
Bajo	

TABLA 25. MATRIZ DE RIESGOS DEL PROYECTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para llevar un registro de los cambios ocurridos en el proyecto, principalmente sobre los tiempos de entrega, elaboré un registro de control de cambios en los que se documentaron los cambios, así como las acciones que se llevarían a cabo y quien sería la persona que las ejecutaría, el registro se presenta en la tabla 20.

Evento	Probabilidad	Impacto	Riesgo	Acciones tomadas	Asignación
Retraso de 15 días en entrega de la máquina	Posible	Menor	Medio	Modificaciones de las fechas planificadas para instalación y puesta en marcha	Proveedor
Retraso de 2 días en las pruebas con papeles	Posible	Menor	Medio	Modificaciones en las fechas de pruebas con cintas	Gerencia de Producción

TABLA 26. REGISTRO DE CONTROL DE CAMBIOS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Dichos cambios afectaron las etapas de preparación y puesta en marcha, directamente las actividades mostradas en amarillo en la tabla 21, en esta tabla también se observa la comparación de la línea base contra los resultados reales, estos cambios afectaron todas las actividades secuenciadas en el plan del proyecto.

	Name	Duration	Baseline Duration	Start	Baseline Start Date	Finish	Baseline Finish Date	Predecessors	Resources
0	☐ Proyecto Cortadora Rebobinadora	122days	109days	10/02/2017	10/02/2017	03/20/2018	03/01/2018		
1	☐ Preparación	80days	65days	10/02/2017	10/02/2017	01/19/2018	12/29/2017		Ingeniero de Proyectos
2	Evaluación técnica	20days	20days	10/02/2017	10/02/2017	10/27/2017	10/27/2017		Ingeniero de Procesos
3	Proceso de compra	15days	15days	10/30/2017	10/30/2017	11/17/2017	11/17/2017	2	Comprador
4	Envío de planos de máquina	1day	1day	11/20/2017	11/20/2017	11/20/2017	11/20/2017	3	Proveedor máquina
5	Análisis OLT ubicación de la máquina	10days	10days	11/21/2017	11/21/2017	12/04/2017	12/04/2017	4,6	Ingeniero de Planta
6	Envío de la máquina cortadora rebobinadora	45days	30days	11/20/2017	11/20/2017	01/19/2018	12/29/2017	3	Proveedor máquina
7	Fin de preparación	0day	0day	01/19/2018	12/29/2017	01/19/2018	12/29/2017	6FF	Ingeniero de Proyectos
8	☐ Instalación	22days	22days	01/22/2018	01/02/2018	02/20/2018	01/31/2018		Ingeniero de Proyectos
9	Instalación eléctrica	15days	15days	01/22/2018	01/02/2018	02/09/2018	01/22/2018	7	Proveedor 1
10	Instalación mecánica	5days	5days	02/12/2018	01/23/2018	02/16/2018	01/29/2018	9	Proveedor 2
11	Instalación de red	5days	5days	02/12/2018	01/23/2018	02/16/2018	01/29/2018	10SS	Proveedor 1
12	Instalación de la máquina	2days	2days	02/19/2018	01/30/2018	02/20/2018	01/31/2018	11,10	Proveedor 2
13	Fin de la instalación	0day	0day	02/20/2018	01/31/2018	02/20/2018	01/31/2018	12FF	Ingeniero de Proyectos
14	☐ Puesta en marcha	9days	9days	02/21/2018	02/01/2018	03/05/2018	02/13/2018		Ingeniero de Proyectos
15	Configuración y puesta en marcha	3days	3days	02/21/2018	02/01/2018	02/23/2018	02/05/2018	13	Proveedor máquina
16	Pruebas en vacío	2days	2days	02/26/2018	02/06/2018	02/27/2018	02/07/2018	15	Ingeniero de Procesos
17	Pruebas de procesamiento papeles	2days	2days	03/02/2018	02/08/2018	03/05/2018	02/09/2018		Ingeniero de Procesos
18	Pruebas de procesamiento cintas	2days	2days	02/28/2018	02/12/2018	03/01/2018	02/13/2018		Ingeniero de Procesos
19	Fin de pruebas	0day	0day	03/05/2018	02/13/2018	03/05/2018	02/13/2018	18	Ingeniero de Proyectos
20	☐ Capacitación	10days	11days	03/06/2018	02/14/2018	03/19/2018	02/28/2018		Ingeniero de Proyectos
21	Capacitación plantilla primer turno	3days	3days	03/06/2018	02/14/2018	03/08/2018	02/19/2018	19	Operarios
22	Capacitación plantilla segundo turno	3days	3days	03/09/2018	02/20/2018	03/13/2018	02/22/2018		Operarios
23	Capacitación plantilla tercer turno	3days	3days	03/14/2018	02/23/2018	03/16/2018	02/27/2018	22	Operarios
24	Capacitación mantenimiento y configuraciones	10days	11days	03/06/2018	02/14/2018	03/19/2018	02/28/2018	19	Ingeniero de Mantenimiento
25	Fin de Capacitación	0day	0day	03/19/2018	02/28/2018	03/19/2018	02/28/2018	24FF	Ingeniero de Proyectos
26	☐ Cierre	1day	1day	03/20/2018	03/01/2018	03/20/2018	03/01/2018		Ingeniero de Proyectos
27	Sesión de cierre del proyecto	1day	1day	03/20/2018	03/01/2018	03/20/2018	03/01/2018	25	Ingeniero de Proyectos
28	Cierre del proyecto	0day	0day	03/20/2018	03/01/2018	03/20/2018	03/01/2018	27	Ingeniero de Proyectos

TABLA 27. CRONOGRAMA DE TRABAJO (LÍNEA BASE VS RESULTADOS)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Como se mostró en la tabla 26 de control de cambios, se registraron dos cambios, estos confirmaron lo esperado en las probabilidades de la matriz de riesgos, se generó un retraso menor a un mes y estos ocurrieron en las etapas de preparación y puesta en marcha, provocando desfase en las actividades secuenciadas, el siguiente diagrama de Gantt muestra la línea base y las desviaciones que se generaron en el proyecto.

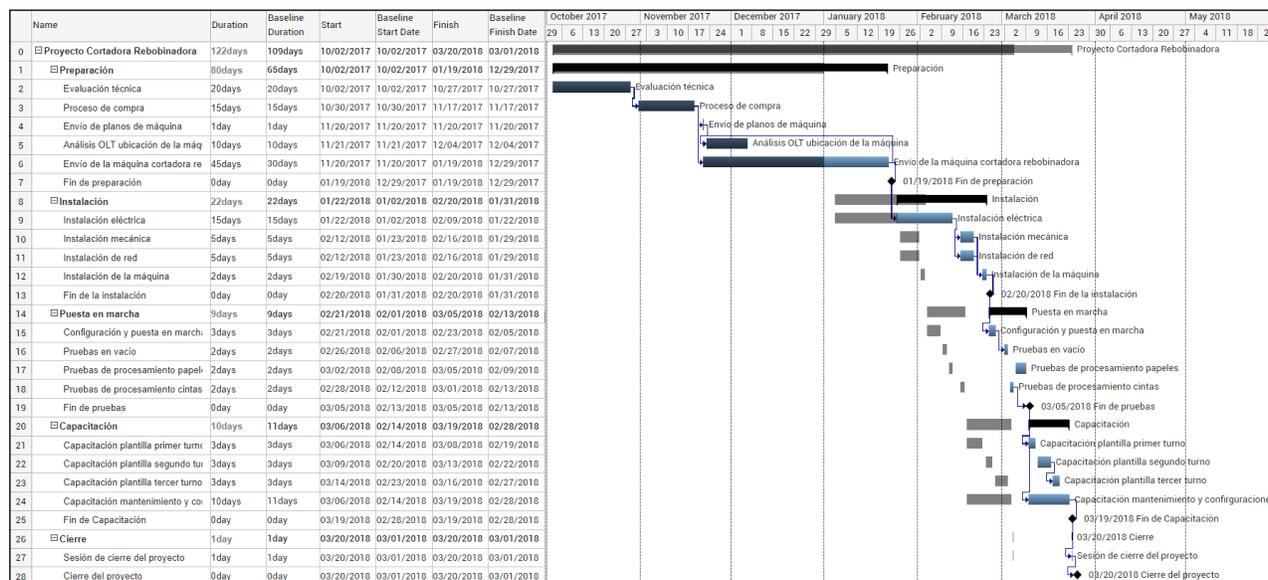


IMAGEN 14. CRONOGRAMA Y DIAGRAMA DE GANTT DEL PROYECTO (LÍNEA BASE VS RESULTADOS)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El cambio que se generó por la falta de material para poder realizar las pruebas de procesamiento con papeles no tuvo mayor impacto, debido a que, al contar con los materiales para las pruebas de procesamiento de cintas, se tomó la decisión de adelantar dicha prueba evitando retrasos generales y posteriormente realizar la prueba faltante.

El cambio que se generó por el retraso de la entrega de la máquina tuvo un impacto en el tiempo estimado del proyecto general de 13 días.

Una vez completada la implementación del proyecto, procedí a continuar con el grupo de proceso de cierre.

5.2.3 Desarrollo del Proceso de Cierre

El desarrollo del proceso de cierre se realizó una vez completada la implementación del proyecto, cumpliendo con los procesos de ejecución, monitoreo y control. En la siguiente imagen se muestran los tiempos de ejecución reales que tuvo la implementación del proyecto de la sustitución de la cortadora rebobinadora.



IMAGEN 15. DIAGRAMA DE GANTT DEL PROYECTO (RESULTADOS REALES)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para realizar el cierre administrativo del proyecto procedí a seguir el grupo de procesos mostrados en la tabla 17, mismo que se resume con las siguientes actividades:

- Sesión de cierre del proyecto
- Notificación al área de Compras del término del proyecto
- Firma de carta de aceptación de máquina cortadora por los interesados
- Redacción de informe final
- Cierre del proyecto en el sistema ERP

5 Resultados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la implementación de la máquina cortadora rebobinadora de cintas y papeles:

- Se logró la instalación de una máquina cortadora rebobinadora capaz de procesar toda la demanda de la empresa aumentando la productividad del proceso en un 65%, incrementando la capacidad de producción anual de 77 a 144 toneladas, reduciendo los desperdicios en un 99%
- Se realizó el cumplimiento del cronograma de trabajo planificado para la implementación del proyecto, este proyecto fue planificado para ejecutarse en 109 días, obteniendo resultados reales de implementación de 122 días, teniendo una desviación del tiempo del 11% contra su línea base
- El presupuesto planificado no presentó desviaciones y todas las estimaciones de los costos del proyecto se cumplieron correctamente

Podemos concluir que el proyecto se implementó de manera satisfactoria, se cumplieron los objetivos y criterios de éxito establecidos. En la tabla 28 se puede observar el desempeño real del proyecto contra su línea base planificada.

	Name	Duration	Baseline Duration	Start	Baseline Start Date	Finish	Baseline Finish Date
0	☐ Proyecto Cortadora Rebobinadora	122days	109days	10/02/2017	10/02/2017	03/20/2018	03/01/2018
1	☑ Preparación	80days	65days	10/02/2017	10/02/2017	01/19/2018	12/29/2017
8	☑ Instalación	22days	22days	01/22/2018	01/02/2018	02/20/2018	01/31/2018
14	☑ Puesta en marcha	9days	9days	02/21/2018	02/01/2018	03/05/2018	02/13/2018
20	☑ Capacitación	10days	11days	03/06/2018	02/14/2018	03/19/2018	02/28/2018
26	☑ Cierre	1day	1day	03/20/2018	03/01/2018	03/20/2018	03/01/2018

TABLA 28. CRONOGRAMA DE TRABAJO (LÍNEA BASE VS RESULTADOS)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La imagen 16 muestra el diagrama de Gantt del proyecto en donde se observa la línea base estimada contra el desempeño real del proyecto.

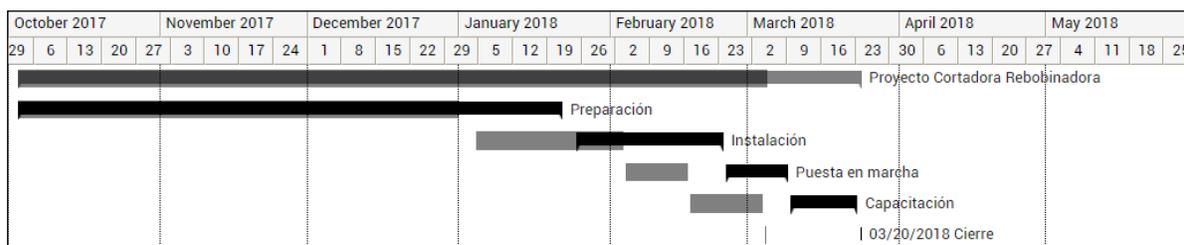


IMAGEN 16. DIAGRAMA DE GANTT (LÍNEA BASE VS RESULTADOS)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los resultados de la implementación del proyecto de sustitución de una máquina cortadora rebobinadora se realizó de manera exitosa, logrando la instalación de la máquina, funcionando de manera correcta y cumpliendo con las especificaciones establecidos por la Gerencia de Procesos y los estándares de calidad establecidos por la Gerencia de Calidad.

Este proyecto cumplió con las expectativas de los interesados, alcanzando la demanda de materiales requerida por la empresa (Gerencia de Producción) logrando fabricar todos los materiales empleados en la fabricación de cables de energía y conductores eléctricos de manera local.

6 Conclusiones

La realización de este proyecto me permitió aplicar herramientas y técnicas adquiridas en materias cursadas en la carrera de Ingeniería Industrial, como “Evaluación de Proyectos de Inversión”, “Ingeniería Económica”, “Contabilidad Financiera y Costos” e “Ingeniería Industrial y Productividad”, el conjunto de estos conocimientos me permitió desarrollar todas las etapas del proyecto. Desde entender la problemática de los interesados, donde se presentaba un problema de productividad en el proceso de producción de cinas y papales. Poder identificar la problemática para la empresa y como afectaba el sistema productivo de la fabricación de cables de energía y conductores eléctrico. Así como, la elaboración del caso de negocio con el que se justifica el proyecto y se realiza el análisis de rentabilidad. De tal manera que logre evaluar la factibilidad desde el punto de vista económico, considerando aspectos como riesgo e incertidumbre.

Por otro lado, también aplique los conocimientos relacionados con la administración de proyectos, que es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos de este, mismas que aplicadas en un entorno laboral, me permitieron extrapolar mis conocimientos para solucionar problemas reales.

Es importante mencionar que existen habilidades interpersonales que son fundamentales para el trabajo en equipo. Al dirigir un proyecto es de suma importancia desarrollar habilidades de comunicación, ya que te permiten comunicarte con todas las personas involucradas en el proyecto. Estas habilidades de comunicación ayudan a resolver conflictos o establecer acuerdos que son un factor determinante para el éxito del proyecto.

7 Bibliografía

1. Project Management Institute
Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)
Sexta Edición
Project Management Institute Inc., 2017
2. Project Management Institute
Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)
Quinta Edición
Project Management Institute Inc., 2013
3. Project Management Institute
The Standard for Portfolio Management
Third Edition
Newtown, Square, PA: PMI, 2013
4. COSS, BU
Análisis y evaluación de proyectos de inversión
Segunda edición
México. Limusa, 2004
5. UMANTH, David J.
Ingeniería y administración de la productividad
México. Mc. Graw Hill, 1999
6. CASHIN, Polimeni
Fundamentos y Técnicas de Contabilidad y Costos
Colombia. McGraw-Hill, 2000

8 Glosario

Acta de Constitución: También conocida como Project Charter, es el documento perteneciente al proceso de inicio de un proceso, en este se declara el alcance y objetivos específicos del proyecto.

Actividad Predecesora: Una actividad que precede desde el punto de vista lógico a una actividad dependiente en un cronograma.

Actividad Resumen: Grupo de actividades relacionadas en el cronograma, las cuales son agregadas y mostradas como una única actividad.

Actividad Sucesora: Actividad dependiente que lógicamente ocurre después de otra actividad en un cronograma.

Adquirir el Equipo del Proyecto: El proceso de confirmar la disponibilidad de recursos humanos y obtener el equipo de gente necesario para completar las actividades del proyecto.

Adquisición: Obtener los recursos humanos y materiales necesarios para ejecutar las actividades del proyecto. La adquisición implica un costo de recursos y no es necesariamente financiera.

Alcance del Proyecto: El trabajo realizado para entregar un producto, servicio o resultado con las funciones y características especificadas.

Caso de Negocio: Un estudio de viabilidad económica documentado utilizado para establecer la validez de los beneficios de un componente seleccionado que carece de una definición suficiente y que se usa como base para la autorización de otras actividades de dirección del proyecto.

Ciclo de Vida del Proyecto: La serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre.

Comprador: Persona que adquiere productos, servicios o resultados para una organización.

Contrato: Un contrato es un acuerdo vinculante para las partes en virtud del cual el vendedor se obliga a proveer el producto, servicio o resultado especificado y el comprador a pagar por él.

Crear la EDT (Estructura de Desglose de Trabajo WBS): Es el proceso que consiste en subdividir los entregables y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar.

Criterios de Aceptación: Un conjunto de condiciones que debe cumplirse antes de que se acepten los entregables.

Cronograma del Proyecto: Una salida de un modelo de programación que presenta actividades vinculadas con fechas planificadas, duraciones, hitos y recursos.

Empresa: Es la unidad económica-social en donde el capital, la dirección y el trabajo logran una coordinación para ejecutar una producción útil, buscando satisfacer un bien común, así tenemos como elementos principales de una empresa el capital, el trabajo y los recursos materiales.

ERP: Son los sistemas de información gerenciales que integran y manejan muchos de los negocios asociados con las operaciones de producción y de los aspectos de distribución de una compañía en la producción de bienes o servicios.

Gestión de proyectos: Aplicación de un conjunto de conocimientos, herramientas, habilidad y técnicas que se ponen en ejecución en unas actividades con el fin de cumplir con los requisitos de un proyecto.

Línea Base: La versión aprobada de un producto de trabajo que sólo puede cambiarse mediante procedimientos formales de control de cambios y que se usa como base de comparación.

Metodología: Sistema de prácticas, técnicas, procedimientos y normas utilizado por quienes trabajan en una disciplina.

PMI: Siglas de Instituto de Administración de Proyectos, en inglés Project Management Institute.

Práctica: Tipo específico de actividad profesional o de gestión que contribuye a la ejecución de un proceso y que puede emplear una o más técnicas y herramientas.

Presupuesto: Estimación aprobada para el proyecto o cualquier componente de la estructura de desglose del trabajo o cualquier actividad del cronograma.

Plan para la dirección del proyecto: El documento que describe el modo en que el proyecto será ejecutado, monitoreado y controlado.

Proyecto: Esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.

Recurso: Miembro del equipo o cualquier elemento físico necesario para completar el proyecto.

Riesgo: Un evento o condición incierta que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos de un proyecto.

Requisito: Condición o capacidad que debe estar presente en un producto, servicio o resultado para satisfacer una necesidad de negocio.