

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)

PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN DEL PROYECTO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL
PALETIZADO DE SACOS EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS EN HARINA

ARIEL SANCHO CORDERO

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

San José, Costa Rica

Setiembre 2023

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)

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

Enrique Barreda Lizano

NOMBRE DEL TUTOR O TUTORA

Angélica Vargas Rodríguez

NOMBRE DEL PROFESOR(A) LECTOR(A) No.2

Ariel Sancho Cordero

NOMBRE DE LA PERSONA SUSTENTANTE

DEDICATORIA

Este esfuerzo que se concluye en esta dedicatoria, quiero ofrecerlo a Dios, quien ha guiado mis pasos, me ha dado fuerzas, me ha levantado y me ha hecho perseverar para alcanzar la meta.

También le dedico este trabajo a mi familia, en especial a mi compañera de vida, quien fue mi motivadora, tutora y guía en esta travesía por el estudio.

Y en última instancia, dedico esto a los amigos que me dejó la maestría. Con quienes entre colerones, risas y mucho esfuerzo, nos apoyamos durante el trayecto.

Con ustedes hoy celebro la satisfacción de la labor cumplida.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todo el que, de una manera u otra, contribuyeron con mi aprendizaje y me brindaron apoyo para lograr desarrollar mi Proyecto Final de Graduación.

Agradecer a mi profesor tutor, Enrique Barreda Lizano, por sus enseñanzas guía durante la elaboración del proyecto, así como a los lectores por su dedicación y tiempo.

Agradecer a la empresa, por permitirme desarrollar este proyecto y preocuparse por mi formación y crecimiento personal.

Y agradecer a mi familia, por su apoyo incondicional y acompañamiento durante todas las etapas de la maestría.

ABSTRACT

El presente documento tiene como objetivo elaborar un plan de gestión del proyecto para la automatización del paletizado de sacos en una planta de alimentos en harina, con el fin de optimizar los costos del proceso. El proceso actual de paletizado de sacos se realiza de forma manual y la carga soportada por los operadores supera los límites permitidos por la organización. Esta condición cuenta con una no conformidad de parte del departamento de Seguridad y Salud Ocupacional y, además, se ha identificado la oportunidad de optimizar los costos en el proceso productivo.

El proyecto consiste en realizar una investigación y análisis de las diferentes opciones en el mercado para recomendar la tecnología más adecuada para la aplicación con el fin de obtener la mejor cadencia y calidad de paletizado al menor costo inicial, operativo y de mantenimiento. Para esto se desarrollan los procesos descritos en el grupo de procesos de inicio y planificación con el fin de garantizar la mayor probabilidad de éxito del proyecto, el cumplimiento de los costos, la ejecución en tiempo y el cumplimiento del alcance. Adicionalmente se realiza un análisis financiero para garantizar la viabilidad del proyecto y por último se proponen recomendaciones de técnicas y herramientas para dar seguimiento a la ejecución, monitoreo, control y cierre del proyecto con el fin de cumplir con el alcance, cronograma y presupuesto del proyecto. Las metodologías utilizadas para el desarrollo del proyecto se basan en el análisis de fuentes primarias y secundaria, empleando los métodos de investigación analítico-sintético, inductivo-deductivo y de recopilación y análisis de datos.

Palabras clave: administración de proyectos, paletizado de sacos, automatización, robot industrial no colaborativo, normativa nacional sobre el traslado de sacos, normativas SySO, sostenibilidad

ABSTRACT

The purpose of this document is to develop a project management plan for the automation of bag palletizing in an animal feeds plant, to optimize process costs. The current bag palletizing process is done manually, and the load carried by the operators exceeds the limits allowed by the organization. This condition has a non-conformity by the Occupational Health and Safety department, and the opportunity to optimize costs in the production process has been identified. The project consists of conducting research and analysis of different market options to recommend the most suitable technology for the application, aiming to achieve the best palletizing cadence and quality at the lowest initial, operational, and maintenance cost. To achieve this, the processes described in the initiation and planning process group are developed to ensure the highest probability of project success, cost compliance, on-time execution, and scope fulfillment. Additionally, a financial analysis is conducted to ensure the project's viability, and finally, recommendations for techniques and tools for monitoring project execution, control, and closure are proposed to meet the project's scope, schedule, and budget. The methodologies used for project development are based on the analysis of primary and secondary sources, employing analytical-synthetic, inductive-deductive, and data collection and analysis research methods.

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABLAS	14
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES	15
RESUMEN EJECUTIVO	16
1 INTRODUCCIÓN	18
1.1 Antecedentes	18
1.2 Problemática	19
1.3 Justificación del proyecto	21
1.4 Objetivo general	22
1.5 Objetivos específicos	22
2 MARCO TEÓRICO.....	24
2.1 Marco institucional.....	24
2.1.1 Antecedentes de la institución.....	24
2.1.2 Misión y visión.....	25
2.1.3 Estructura organizativa.....	26
2.1.4 Productos y servicios que ofrece.....	28
2.2 Teoría de Administración de Proyectos	29
2.2.1 Principios de la dirección de proyectos.....	29
2.2.2 Dominios de desempeño del proyecto	33
2.2.3 Proyectos predictivos, proyectos adaptativos y proyectos híbridos	36

2.2.4	Administración, dirección o gerencia de proyectos.....	39
2.2.5	Áreas de conocimiento y procesos de la administración de proyectos	41
2.2.6	Ciclos de vida de los proyectos	49
2.2.7	Estrategia empresarial, portafolios, programas, proyectos	51
2.3	Otra teoría propia del tema de interés	56
2.3.1	Situación actual del problema u oportunidad en estudio.....	56
2.3.2	Investigaciones que se han hecho sobre el tema en estudio.....	57
2.3.3	Otra teoría relacionada con el tema en estudio	64
3	MARCO METODOLÓGICO.....	70
3.1	Fuentes de información.....	70
3.1.1	Fuentes primarias	70
3.1.2	Fuentes secundarias.....	71
3.2	Métodos de Investigación.....	73
3.2.1	Método analítico-sintético.....	74
3.2.2	Método inductivo-deductivo.....	74
3.2.3	Método de recopilación y análisis de datos	75
3.3	Herramientas.....	78
3.4	Supuestos y restricciones.....	82
3.5	Entregables	84
4	DESARROLLO.....	86

4.1	Investigación y análisis de las diferentes opciones de paletizado automático en el mercado	86
4.1.1	Características del producto.....	86
4.1.2	Características del equipo requerido.....	87
4.1.3	Investigación de las diferentes opciones de paletizado automático en el mercado	89
4.1.4	Análisis de las diferentes opciones de paletizado automático en el mercado	90
4.2	Análisis financiero	94
4.3	Desarrollo del grupo de procesos de Inicio y Planificación	98
4.3.1	Acta del proyecto	98
4.3.2	Identificación de los interesados	103
4.3.3	Alcance del proyecto.....	108
4.3.4	Cronograma del proyecto.....	129
4.3.5	Costos del proyecto.....	138
4.3.6	Planificar la gestión de la calidad	145
4.3.7	Recursos del proyecto.....	158
4.3.8	Planificar la gestión de las comunicaciones	164
4.3.9	Riesgos del proyecto.....	172
4.3.10	Planificar la gestión de las adquisiciones	181
4.3.11	Planificar el involucramiento de los interesados	184

4.4	Recomendaciones para el grupo de procesos de Ejecución, Monitoreo y Control y Cierre	188
4.4.1	Recomendaciones para el grupo de procesos de Ejecución	188
4.4.2	Recomendaciones para el grupo de procesos de Monitoreo y Control	193
4.4.3	Recomendaciones para el grupo de procesos de Cierre	195
5	CONCLUSIONES	196
6	RECOMENDACIONES	198
7	VALIDACIÓN DEL TRABAJO EN EL CAMPO DEL DESARROLLO REGENERATIVO Y/O SOSTENIBLE	200
7.1	Relación del proyecto con los objetivos de Desarrollo Sostenible	202
7.1.1	Fin de la pobreza	203
7.1.2	Hambre cero	203
7.1.3	Salud y bienestar	204
7.1.4	Educación de calidad	204
7.1.5	Igualdad de género	205
7.1.6	Agua limpia y saneamiento	205
7.1.7	Energía asequible y no contaminante	206
7.1.8	Trabajo decente y crecimiento económico	207
7.1.9	Industria, innovación e infraestructura	207
7.1.10	Reducción de las desigualdades	208
7.1.11	Ciudades y comunidades sostenibles	208

7.1.12	Producción y consumo responsables	208
7.1.13	Acción por el clima	209
7.1.14	Vida submarina	210
7.1.15	Vida de ecosistemas terrestres	210
7.1.16	Paz, justicia e instituciones solidas.....	211
7.1.17	Alianzas para lograr el objetivo	211
7.2	Análisis del proyecto de acuerdo con el Estándar P5	211
7.3	Relación del proyecto con las dimensiones del Desarrollo Regenerativo	219
7.3.1	Dimensión Ambiental	219
7.3.2	Dimensión Social	221
7.3.3	Dimensión Económica.....	221
7.3.4	Dimensión Espiritual.....	222
7.3.5	Dimensión Cultural.....	224
7.3.6	Dimensión Política	225
	Lista de Referencias	227
	Anexos.....	233
	Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG	233
	Anexo 2: EDT del PFG.	244
	Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG	245
	Anexo 4: INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA PRELIMINAR.....	247

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la Empresa (2023).....	27
Figura 2 Áreas del conocimiento y grupos de procesos de la Administración de Proyectos.....	44
Figura 3 Migración de la Sexta Edición a la Séptima Edición de la Guía del PMBOK ®	48
Figura 4 Ciclo de vida del proyecto	49
Figura 5 Ciclo de vida del Proyecto para la automatización del paletizado de sacos de harina.....	51
Figura 6 Presentación comparativa de portafolios, programas y proyectos.....	55
Figura 7 Manipulador de sacos	58
Figura 8 Brazo robótico industrial marca ABB modelo 660 con herramienta Flexgripper especial para sacos.	59
Figura 9 Paletizador de sacos Payper LLP90	61
Figura 10 Tarima paletizada	87
Figura 11 Comparación del paletizado con robot y del paletizado con sistema cartesiano	90
Figura 12 Requisitos Preliminares del Proyecto.....	92
Figura 13 Análisis Financiero.....	96
Figura 14 Acta del Proyecto.....	99
Figura 15 Plan de Gestión del Alcance	109
Figura 16 Estructura de Desglose de Trabajo (EDT).....	114
Figura 17 Diccionario de la EDT	115
Figura 18 Plan de gestión del cronograma.....	130
Figura 19 Lista de actividades	132
Figura 20 Duración de las actividades	134

Figura 21 Diagrama de Gantt.....	137
Figura 22 Estimación de costos del proyecto	140
Figura 23 Presupuesto del Proyecto	142
Figura 24 Línea base de costos	144
Figura 25 Curva S del Proyecto	145
Figura 26 Involucrados del proyecto	147
Figura 27 Línea base de la calidad	148
Figura 28 Actividades de gestión y control de la calidad.	150
Figura 29 Plantilla para la Minuta de Reunión.....	154
Figura 30 Informe de no conformidades.....	155
Figura 31 Plan de mejora continua para el proceso de licitación.....	155
Figura 32 Control de Cambios	157
Figura 33 Estructura organizacional del proyecto	159
Figura 34 Roles y responsabilidades	160
Figura 35 Nomenclatura de responsabilidades	162
Figura 36 Matriz RACI de los involucrados	162
Figura 37 Plan de gestión de las comunicaciones	166
Figura 38 Matriz de comunicaciones.....	170
Figura 39 Estructura de Desglose de los Riesgos (RBS) del Proyecto.....	173
Figura 40 Escala de Probabilidad	174
Figura 41 Escala de Impacto	174
Figura 42 Evaluación del impacto de un riesgo en los objetivos principales del proyecto	175
Figura 43 Matriz Probabilidad x Impacto	176
Figura 44 Matriz de Riesgos del Proyecto.....	177

Figura 45 Plan de Gestión de las Adquisiciones	181
Figura 46 Plan de involucramiento de los interesados	186
Figura 47 Registro de Incidentes	189
Figura 48 Lecciones Aprendidas del Proyecto	190
Figura 49 Objetivos de Desarrollo Sostenible	201
Figura 50 Análisis de Impacto P5.....	213

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Comparación de grupos de procesos de las metodologías de proyectos	42
Tabla 2	Límite máximo en el transporte manual de cargas.....	66
Tabla 3	Fuentes de Información Utilizadas.....	71
Tabla 4	Métodos de Investigación Utilizados.....	76
Tabla 5	Herramientas Utilizadas.....	81
Tabla 6	Supuestos y restricciones.....	82
Tabla 7	Entregables	85
Tabla 8	Criterio de interés	104
Tabla 9	Criterio de poder.....	104
Tabla 10	Estrategia de gestión de interesados.....	105
Tabla 11	Calificación de Interesados según matriz de poder e interés	106
Tabla 12	Estrategia de gestión de interesados.....	107

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

AP	Administración de Proyectos
CCSS	Caja Costarricense del Seguro Social
CPI	Cost Performance Index (Índice de Rendimiento del Costo)
EDT	Estructura de Desglose del Trabajo
EPP	Equipo de Protección Personal
FAI	Formulario de Aceptación de Inversión.
FAT	Factory Acceptance Test (Pruebas de Aceptación de Fábrica)
GPM	Green Project Management
INSST	Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo
IPMA	International Project Management Association (Asociación Internacional para la Administración de Proyectos)
LOTO	Lockout Tagout (Bloqueo y Etiquetado)
OC	Orden de Compra
OIT	Organización Internacional del Trabajo
ONU	Organización de Naciones Unidas
PFG	Proyecto Final de Grado
PMBOK®	Project Management Body of Knowledge (Cuerpo de Conocimientos de la Gestión de Proyectos)
PMI®	Project Management Institute (Instituto de Gestión de Proyectos)
PLC	Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable)
RCB	Relación Costo-Beneficio.
ROI	Retorno sobre la Inversión
RBS	Risk Breakdown Structure (Estructura de Desglose de los Riesgos)
RRHH	Recursos Humanos
SAT	Site Acceptance Test (Pruebas de Aceptación en Sitio)
SPI	Schedule Performance Index (Índice de Rendimiento del Cronograma)
SYSO	Seguridad y Salud Ocupacional
TI	Tecnologías de Información
TIR	Tasa Interna de Retorno
QQ	Quintal
VAN	Valor Actual Neto

RESUMEN EJECUTIVO

La empresa patrocinadora de este trabajo (no se publica su nombre por cuestiones de confidencialidad y en adelante se le denomina Empresa) se fundó en 1948 con la construcción de la planta de producción de alimentos en harina. En la actualidad, cuenta con más de 4000 empleados y más de 1300 socios en el territorio nacional. Una particularidad de la empresa, a diferencia de un negocio tradicional, es que vende sus productos terminados a precio costo, pues el cliente final son los mismos socios de la empresa que se dedican a su vez a la producción agropecuaria. La planta en la cual se desarrolla el proyecto se dedica a la producción de alimentos balanceados y cuenta con una capacidad de producción de hasta 60 toneladas por hora, es la más grande en el país y una de las de mayor envergadura en Centroamérica. La planta de producción se encuentra automatizada en un 95% de su proceso productivo. Desde la recepción de las materias primas hasta el despacho de producto terminado cuenta con solo 52 colaboradores distribuidos en los tres turnos de producción y opera en formato 24/6.

El proyecto se desarrolló en el área de ensacado, proceso que se realizaba de forma semiautomática. En el proceso productivo, el saco terminado, se trasladaba por una banda transportadora inclinada la cual llevaba el saco a la altura del hombro de los operadores de banda, encargados del entarimado. La planta contaba con 18 operadores de banda distribuidos en los tres turnos de producción. En el turno de jornada diurna y mixta se contaba con 7 operadores por turno distribuidos en las dos líneas de ensacado. Durante la jornada nocturna solo operaba una línea de ensacado, por lo tanto, solo se disponía de 4 operadores de banda. Los operadores de banda recibían los sacos a la altura de su hombro y lo trasladan por escasos 3 metros para colocarlos sobre la tarima, la cual se encontraba a nivel del piso. Cada tarima se completa con 30 sacos, cinco sacos por nivel y seis niveles por tarima. En promedio, por jornada cada línea de producción entregaba 3000 sacos al centro de distribución. La problemática presente era que el departamento de Salud y Seguridad Ocupacional de la empresa calificó el trabajo de los operadores de banda como una condición insegura y, generadora de enfermedades y accidentes laborales. Adicionalmente, desde el departamento de mejora continua de la Empresa, se manifestó la oportunidad de mejora del proceso productivo de paletizado de sacos. Este departamento realizó estudios sobre la oportunidad de optimizar este proceso productivo y solicitó a la dirección que asignara presupuesto para el periodo 2023 y 2024 para el desarrollo del proyecto de automatización del paletizado de sacos. La justificación del proyecto consistió en la eliminación del proceso manual para garantizar un ambiente de trabajo seguro para los colaboradores. La principal razón para realizar este proyecto es la constante lucha de la empresa por garantizar un espacio de trabajo seguro y digno para los colaboradores. Por otra parte, se calculó que la reubicación de los 18 colaboradores encargados del paletizado generaba un ahorro para el proceso productivo de 180.000 dólares americanos anuales asociados a las garantías sociales de los colaboradores. Adicionalmente, se proyectó una disminución de los tiempos muertos de las líneas de ensacado de un 30% debido a la eliminación de los paros producidos por los tiempos de comida, los tiempos de ir al servicio sanitario, citas médicas, capacitaciones, entre otros. Como consecuencia de la disminución de los tiempos muertos, se estimó un aumento de la producción de sacos en un 15% respecto a la actualidad, lo cual se tradujo en 2250 sacos adicionales producidos por día. Por último, con la reducción del personal en planta se estimó una reducción de casi el 40% en los accidentes laborales no incapacitantes en planta, promedio calculado en base al historial de los últimos 5 años.

El objetivo general de este proyecto fue elaborar un plan de gestión del proyecto para la automatización del paletizado de sacos en una planta de alimentos en harina, con el fin de optimizar los costos del proceso. Los objetivos específicos fueron: realizar una investigación y

análisis de las diferentes opciones en el mercado para recomendar la tecnología más adecuada para la aplicación con el fin de obtener la mejor cadencia y calidad de paletizado al menor costo inicial, operativo y de mantenimiento, realizar un análisis financiero para garantizar la viabilidad del proyecto, desarrollar procesos descritos en el grupo de procesos de inicio y planificación con el fin de garantizar la mayor probabilidad de éxito del proyecto, el cumplimiento de los costos, la ejecución en tiempo y el cumplimiento del alcance y proponer recomendaciones de técnicas y herramientas para dar seguimiento a la ejecución, monitoreo, control y cierre del proyecto con el fin de cumplir con el alcance, cronograma y presupuesto del proyecto.

Las metodologías utilizadas para el desarrollo del proyecto fueron el estudio y análisis de fuentes primarias y secundaria, como entrevistas con expertos, hojas de datos de producto, libros, artículos y documentos sobre administración de proyectos, entre otros, empleando los métodos de investigación analítico-sintético, inductivo-deductivo y de recopilación y análisis de datos. Toda esta información permitió estructurar la gestión del proyecto de acuerdo con la Guía del PMBOK y conocer las diferentes tecnologías disponibles en el mercado y así se pudo seleccionar la tecnología más acorde para el paletizado automático de sacos.

Como resultado del proyecto, se logró identificar la tecnología más conveniente a implementar en la empresa, siendo esta la implementación de un robot para paletizado. Adicionalmente, se confirmó la viabilidad financiera del proyecto, con un VAN positivo, un TIR superior a la tasa de descuento y periodo de recuperación de la inversión menor a 5 años. Gracias a estos insumos se pudo desarrollar un plan de gestión de proyectos en apego a la metodología de la Guía del PMBOK. Así mismo, se plantearon múltiples recomendaciones para los grupos de proceso de ejecución, monitoreo y control y cierre que buscan que el proyecto cumpla a cabalidad con sus objetivos. Durante el desarrollo del proyecto se crearon varios formularios y plantillas de documento que se recomienda sean implementadas en la gestión de proyectos en la empresa.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La empresa patrocinadora de este trabajo (no se publica su nombre por cuestiones de confidencialidad y en adelante se le denomina Empresa) se fundó en 1948 con la construcción de la planta de producción de alimentos en harina. En la actualidad, cuenta con más de 4000 empleados y más de 1300 socios en el territorio nacional. Por su giro de negocio, la empresa, a diferencia de un negocio tradicional, vende sus productos terminados a precio costo, pues el cliente final son los mismos socios de la empresa que se dedican a su vez a la producción agropecuaria. Cabe mencionar que la empresa cuenta con otras fábricas de producto para consumo humano y son estas las que rentabilizan el negocio.

En sus inicios, la Empresa operaba desde una planta de producción ubicada en la capital de Costa Rica. No obstante, en 2006, en respuesta a la creciente cantidad de socios, la necesidad de ampliar su capacidad de producción y con la limitante dada por el tamaño del terreno con el que se contaba en la capital, la Empresa toma la decisión de trasladarse a la ciudad de Alajuela y construir una planta de producción totalmente nueva. Ese proyecto se adquirió bajo el modelo de contrato llave en mano, con un proveedor de origen español y reconocido por construir múltiples plantas de alimentos balanceados en Europa, Asia y América. Esta planta, con una capacidad de producción de hasta 60 toneladas por hora, es la más grande en el país y una de las de mayor envergadura en Centroamérica. Está compuesta por doce silos para el almacenamiento de granos, con una capacidad total de 35,000 toneladas, una bodega plana con capacidad para 5,000 toneladas para el almacenamiento de harinas, un edificio de producción y una bodega para almacenar productos terminados. El edificio de producción se divide en varias áreas: la zona de molienda (capaz de procesar hasta 60 toneladas por hora de maíz), la zona de mezclado (que tiene capacidad para mezclar 6

toneladas por lote, con hasta 10 lotes por minuto), la zona de paletizado (que puede paletizar a un ritmo de hasta 20 toneladas por hora), la zona de ensacado y la zona de descarga a granel.

La Empresa siempre ha procurado comprar equipos y soluciones acordes con las más recientes tecnologías disponibles en el mercado, por esta razón, la planta de producción se encuentra automatizada en un 95% de su proceso productivo. Desde la recepción de las materias primas hasta el despacho de producto terminado la planta cuenta con solo 52 colaboradores distribuidos en los tres turnos de producción.

El proceso de ensacado, en la actualidad, se realiza de forma semiautomática y por esta razón se pretende intervenir con el desarrollo del proyecto. Esta área cuenta con 18 colaboradores que se encargan de tomar los sacos de producto terminado y colocarlo en las tarimas para despacho al Centro de Distribución.

Por otra parte, la Empresa cuenta con un robusto departamento de Gestión Ambiental el cual brinda dirección sobre los procedimientos que se deben tomar para la disposición responsable de los desechos líquidos y sólidos que se generan en la empresa, garantizando el máximo aprovechamiento de los desechos generados en el proceso productivo.

Adicionalmente, como parte de su compromiso con el medio ambiente y la excelencia productiva, la empresa se encuentra certificada bajo la norma ISO 14001, de gestión ambiental, FSSC 22000, de inocuidad alimenticia, está galardonada como bandera azul ecológica y forma parte del programa internacional Great Place to Work para la medición del ambiente laboral. Adicionalmente, en la actualidad se realizan esfuerzos para certificarse ISO 50001, de ahorro energético y para calcular la huella de carbono generada por la empresa. Ambas iniciativas tienen fecha límite en el 2025.

1.2 Problemática

El área de ensacado de la empresa produce sacos de 1 quintal (qq) unidad de medida popularmente utilizado en el gremio y con una equivalencia al sistema métrico internacional de

46 kg. El proceso productivo se divide en dos estaciones que realizan la misma función y operan a una capacidad máxima de 12 sacos por minuto. Estas estaciones de trabajo se conocen como Línea 1 y Línea 2. El proceso inicia con el pesaje del producto terminado, el cual se realiza de forma automática mediante una banda transportadora de faja que dosifica de forma controlada la harina a una báscula para pesar los 46 kg. Estas pesadoras trabajan de forma dual porque cuentan con dos estaciones de pesaje por la línea de producción. Una vez pesado el producto se descarga por un bajante y se deposita en el saco. La colocación de los sacos se realiza de forma manual, el operador coloca los sacos en una mordaza la cual sujeta el saco para soportar el peso del alimento en caída libre. Este operador es llamado tubero. Una vez está lleno el saco, el tubero lo libera y el saco cae sobre una banda motorizada la cual transporta el saco a la siguiente estación donde lo toma otro operador, llamado cosedor y pasa el saco por una máquina de costura de alta velocidad la cual cierra el saco. Después de este paso el saco terminado, se transporta por una banda transportadora inclinada la cual lleva el saco a la altura del hombro de los operadores de banda, encargados del entarimado. La planta cuenta con 18 operadores de banda distribuidos en los tres turnos de producción. En el turno de jornada diurna y mixta se cuenta con 7 operadores por turno distribuidos en las dos líneas de ensacado. Durante la jornada nocturna solo opera una línea de ensacado, por lo tanto, solo se cuenta con 4 operadores de banda. Los operadores de banda reciben los sacos a la altura de su hombro y trasladan el saco por escasos 3 metros para colocarlos sobre la tarima, la cual se encuentra a nivel del piso. Cada tarima se completa con 30 sacos, 5 sacos por nivel y seis niveles por tarima. En promedio, por jornada cada línea de producción entrega 3000 sacos al centro de distribución.

La problemática presente en la actualidad se debe a que el departamento de Salud y Seguridad Ocupacional de la empresa califica la operación de los operadores de banda como una condición insegura y, adicionalmente, es generador de enfermedades y accidentes

laborales. Este criterio se reforzó durante la Auditoría Externa Legal del 2021 pues dentro de los hallazgos de auditoría se recomendó buscar una solución alternativa para el proceso de entarimado de la planta, en cuanto se considera que el peso trasladado por los operadores de banda no debe superar los 25 kg (NAIRI, 2021). En la actualidad, la planta tiene reubicados a 5 colaboradores pues presentan lesiones que no les permite seguir operando en el entarimado de sacos. Esto es una limitante para el proceso productivo pues se ve obligado a rotar de posición a los colaboradores para cumplir con el dictamen médico de sus colaboradores reubicados. Por lo tanto, hoy en día, los tuberos y cosedores se encuentran desempeñando el puesto de operadores de banda y los colaboradores reubicados realizan las labores de tubero y cosedor. Esta condición trae repercusiones en la calidad de los sacos despachados al Centro de Distribución.

Por otra parte, desde el departamento de mejora continua de la Empresa, se ha manifestado la oportunidad de mejora del proceso productivo de paletizado de sacos. Este departamento ha realizado estudios sobre la oportunidad de optimizar este proceso productivo y solicitó a la dirección que asignara presupuesto para el periodo 2023 y 2024 para el desarrollo del proyecto de automatización del paletizado de sacos, el cual se desarrolla en este PFG.

1.3 Justificación del proyecto

Como se expuso en la problemática del proyecto, el proceso de paletizado de la Planta se realiza actualmente de forma manual. Se cuenta con 18 colaboradores que reciben los sacos de 46kg en el hombro y los colocan sobre una tarima. Este proceso es considerado de alto riesgo por parte del departamento de Salud y Seguridad Ocupacional (SySO) ya que es generador de enfermedades y accidentes laborales. Adicionalmente, estas 18 plazas generan costos asociados a las garantías sociales de los colaboradores (salario, horas extras, vacaciones, incapacidades, subvenciones, uniformes, entre otros).

Como parte de las justificaciones del proyecto en primera instancia se tiene la eliminación del proceso manual para garantizar un ambiente de trabajo seguro para los colaboradores. La principal razón para realizar este proyecto es la constante lucha de la empresa por garantizar un espacio de trabajo seguro y digno para los colaboradores.

Por otra parte, se calcula que la reubicación de los 18 colaboradores encargados del paletizado genera un ahorro para el proceso productivo de 180.000 dólares americanos anuales asociados a las garantías sociales de los colaboradores. Adicionalmente se proyecta una disminución de los tiempos muertos de las líneas de ensacado de un 30%. Esto debido a que se eliminan los paros producidos por los tiempos de comida, los tiempos de ir al servicio sanitario, citas médicas, capacitaciones, entre otros. Como consecuencia de la disminución de los tiempos muertos, se estima un aumento de la producción de sacos en un 15% respecto a la actualidad, lo cual se traduce en 2250 sacos adicionales producidos por día. Suponiendo que la proyección es conservadora, es posible que con la automatización del paletizado de sacos se logre eliminar el turno nocturno de ensacado. Por último, con la reducción del personal en planta se estima una reducción de casi el 40% en los accidentes laborales no incapacitantes en planta, promedio calculado en base al historial de los últimos 5 años.

1.4 Objetivo general

Elaborar un plan de gestión del proyecto para la automatización del paletizado de sacos en una planta de alimentos en harina, con el fin de optimizar los costos del proceso.

1.5 Objetivos específicos

1. Realizar una investigación y análisis de las diferentes opciones en el mercado para recomendar la tecnología más adecuada para la aplicación con el fin de obtener la mejor cadencia y calidad de paletizado al menor costo inicial, operativo y de mantenimiento.

2. Desarrollar procesos descritos en el grupo de procesos de inicio y planificación con el fin de garantizar la mayor probabilidad de éxito del proyecto, el cumplimiento de los costos, la ejecución en tiempo y el cumplimiento del alcance.
3. Realizar un análisis financiero para garantizar la viabilidad del proyecto.
4. Proponer recomendaciones de técnicas y herramientas para dar seguimiento a la ejecución, monitoreo, control y cierre del proyecto con el fin de cumplir con el alcance, cronograma y presupuesto del proyecto.

2 MARCO TEÓRICO

En este capítulo se exponen los conceptos teóricos en los cuales se fundamenta este trabajo. Se desarrollan conceptos claves que colaboran al entendimiento del trabajo expuesto.

2.1 Marco institucional

En esta sección se comparte información relevante sobre la empresa para facilitar el entendimiento del trabajo. Inicialmente se presentan los antecedentes de la empresa, luego su misión y visión, estructura organizacional y por último un breve repaso de sus productos y servicios.

2.1.1 Antecedentes de la institución

La empresa patrocinadora de este trabajo (no se publica su nombre por cuestiones de confidencialidad y en adelante se le denomina Empresa) fue inaugurada en 1948 y desde su inicio, se ha dedicado a la producción de alimentos en harina. Cuenta con más de 1300 socios los cuales son los principales consumidores de los productos que aquí se fabrican. Inicialmente, se contaba con una planta de producción ubicada en la capital de Costa Rica, sin embargo, en 2006, ante la necesidad aumentar su capacidad de producción, se trasladaron a la ciudad de Alajuela para construir una planta nueva.

La planta de producción se adquirió como un proyecto llave en mano, adjudicado a una empresa española reconocida internacionalmente en el mercado. La planta, con una capacidad de hasta 60 ton/h, es la más grande del país y una de las más grandes de Centro América. La misma, se compone de doce silos de almacenamiento de grano con una capacidad total que asciende a los 35.000 ton, una bodega plana con capacidad para 5.000 ton, un edificio de producción y una bodega de almacenamiento de producto terminado. El edificio de producción a su vez se divide en varias etapas: la zona de molienda (cuenta con capacidad para procesar hasta 60 ton/h de maíz), la zona de mezclado (con capacidad de mezclar 6 ton por bache y

hasta 10 baches por min), la zona de paletizado (con capacidad de paletizar a una razón de hasta 20 ton/h), la zona de enfarde y la zona de descarga a granel.

A pesar de haberse construido hace 17 años, se cuenta con tecnología y equipos muy modernos, los cuales se han ido renovando durante el pasar de los años. La planta está automatizada en un 95% de su proceso productivo, la misma es operada desde un cuarto de control por dos operadores y en piso se cuenta con solamente 3 operadores encargados de la dosificación manual, la operación de la peletizadora y la descarga de graneles. Sin embargo, el proceso de ensacado es semiautomático.

2.1.2 Misión y visión

Según se define en la política de la empresa, a continuación, se presenta su Misión y Visión (Empresa, 2023):

2.1.2.1 Misión

Crear valor, bienestar y salud a nuestros socios, colaboradores y clientes, con prácticas sostenibles, contribuyendo a su desarrollo social y económico.

2.1.2.2 Visión

Ser la empresa líder en la región, que brinde bienestar y salud a través de un portafolio diversificado de alta calidad, con prácticas sostenibles y eficientes, manteniendo la estabilidad financiera, para el beneficio de los socios y colaboradores.

Adicionalmente promueve como valores de la empresa: compromiso, humildad, excelencia, solidaridad, integridad, gratitud y respeto.

La Empresa se caracteriza por darle una importancia fundamental a su declaración de misión y visión. A lo largo de los años de existencia, se ha enfocado por generar valor, bienestar y salud para la totalidad de su creciente número de socios, por ejemplo, con la creación de un moderno centro médico de empresa con servicio tanto para empleados como

socios. Adicionalmente, se cuenta con un robusto departamento de gestión ambiental, encargado de garantizar el desarrollo sostenible dentro de la empresa. Por otra parte, la empresa cuenta con un importante programa de ayuda social que apoya a colaboradores de bajos recursos y a los vecinos de la zona principalmente, sin embargo, también participa en grandes campañas nacionales como por ejemplo el teletón.

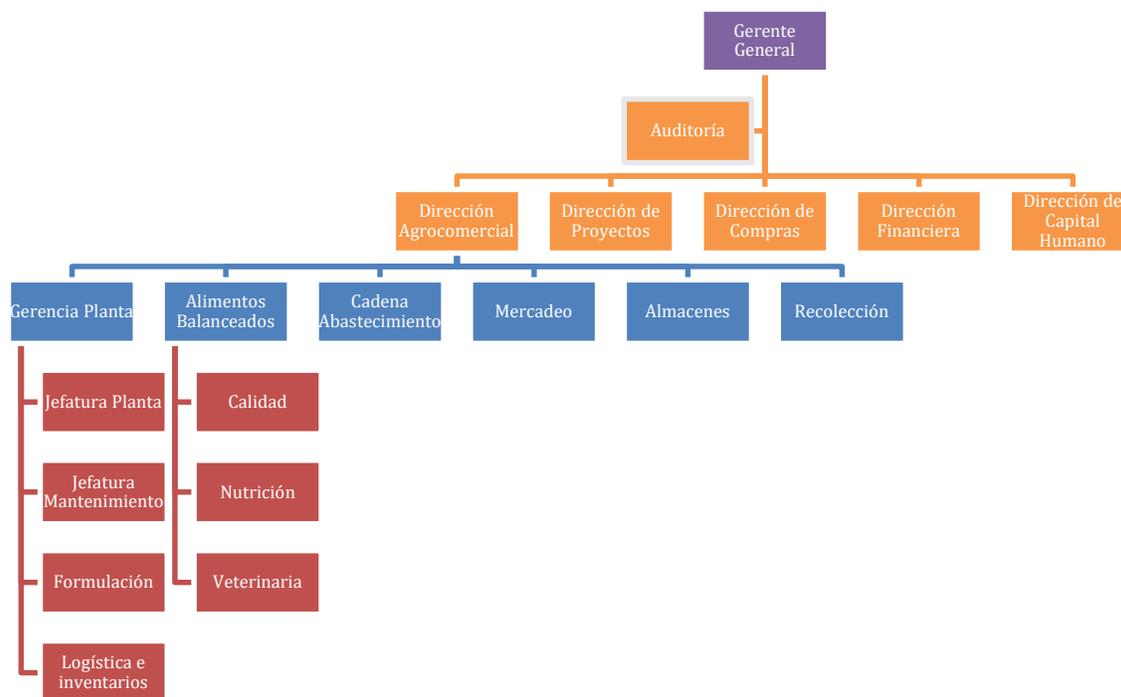
El proyecto que se va a desarrollar va en armonía con la misión y la visión de la empresa, pues se busca garantizar la salud y el desarrollo económico de los colaboradores del área de ensaque. Así mismo, incorporar esta tecnología en la planta es una muestra de la voluntad de ser líder de la región con prácticas sostenibles y eficientes.

2.1.3 Estructura organizativa

En la figura 1 se muestra la estructura organizativa de la empresa, la cual se compone de un Gerente General y cinco Direcciones. El proyecto en estudio se desarrolla en la Dirección Agrocomercial, la cual se divide en seis Gerencias, e involucra a las jefaturas de la planta, mantenimiento, formulación, logística, calidad, nutrición.

Figura 1

Organigrama de la Empresa (2023)



Nota: Adaptado de Organigrama de la Empresa (2023), con permiso del autor.

El proyecto de automatización del enfarde es un trabajo multidisciplinario desarrollado por diversas direcciones, entre las cuales destacan la Dirección Agrocomercial, la Dirección de Proyectos, la Dirección de Compras, la Dirección Financiera y la Dirección de Capital Humano. Todas estas direcciones participan de forma activa en el desarrollo de este proyecto, por lo tanto, al menos un funcionario de cada departamento forma parte del equipo de proyecto. Cabe destacar que la Dirección de Proyectos, si bien participa en el desarrollo y gestión de todos los proyectos de la empresa, no es la encargada de gerenciar los proyectos. Esta dirección está compuesta por ingenieros civiles, electromecánicos y de automatización, lo cuales forman parte del equipo de proyectos en los diferentes proyectos que se desarrollan durante el año en la empresa. Son más un apoyo para la gestión de proyecto que los gestores per se. Los ingenieros de la Dirección de Proyectos son los encargados de apoyar el desarrollo del

proyecto en aspectos metodológicos y de documentación. Dentro de los documentos que desarrollan se pueden mencionar el Acta de Constitución, el cronograma, el presupuesto del proyecto, la matriz RACI y la matriz de riesgos. Si bien estos documentos se desarrollan con base en la Guía del PMBOK® (PMI, 2017), existen muchos otros que no se han implementado, como el plan de gestión del alcance, el plan de gestión de la calidad, el plan de gestión de las comunicaciones o el plan de gestión de los involucrados. Por otra parte, el gerente del proyecto es el gerente de la planta, el patrocinador es el director agrocomercial y el director de proyectos. El equipo de proyectos se compone por dos ingenieros y un administrador de proyectos de la Dirección de Proyectos, un especialista de compras y un abogado de la Dirección de Compras, dos analistas financieros de la Dirección Financiera, un especialista de capital humano y, por último, la jefatura de planta, la jefatura de mantenimiento, el líder de calidad de la Dirección Agrocomercial.

2.1.4 Productos y servicios que ofrece

Dentro de los productos terminados que ofrece la empresa se pueden destacar los alimentos en harina para vacas, caballos, cerdos, aves y perros. Cada una de estas familias se dividen en alimentos específicos para el tipo de producción que desarrolle el socio. Por ejemplo, en la rama del alimento para aves, se pueden conseguir productos para aves ponedoras o aves para consumo humano. Así mismo, esta última se divide en alimentos según su ciclo de vida, por ejemplo, se cuenta con pollo inicio, desarrollo de pollita, pollo crecimiento y pollo final. También, las líneas de mayor venta cuentan con una categoría estándar y otra premium. Adicionalmente, se producen alimentos a la medida, por ejemplo, si un socio tiene un problema particular en su finca, se ofrece la posibilidad de fabricar alimentos medicados para mejorar la productividad de la finca. Por último, también se ofrece la venta de materias primas para los socios que prefieren fabricar sus propios alimentos. Todos los productos ofrecidos por

la empresa son de alta calidad y se garantiza la utilización de materias primas de primera categoría.

Adicionalmente, la empresa ofrece apoyo integral a sus socios, ya que se pone a su disposición el servicio de nutrición animal, veterinaria, capacitación, centros de distribución a lo largo y ancho del país y financiamiento preferencial. Para esto, la empresa cuenta con un robusto departamento nutricionistas y veterinarios que visitan periódicamente las fincas de los más de 1300 socios para analizar los índices de producción de la finca y realizar recomendaciones en base a esta información, garantizando siempre la máxima producción al menor costo posible.

2.2 Teoría de Administración de Proyectos

En este apartado se resumen los principales conceptos de la administración de proyectos que se aplican en el desarrollo del PFG. Se estudian tanto los conceptos expuestos por el PMI® en la Guía del PMBOK® 6ta (2017) y 7ma edición (2021), así como otros conceptos relacionados igualmente a la administración de proyectos.

2.2.1 Principios de la dirección de proyectos

Los principios de la dirección de proyectos son una guía esencial para los gestores de proyectos en su búsqueda de éxito en la planificación, ejecución y control de proyectos. Estos principios abarcan una amplia gama de aspectos, desde la gestión del equipo hasta la adaptabilidad en un contexto cambiante (PMI, 2021). A continuación, se exploran los doce principios clave de la dirección de proyectos, según el Estándar para la Dirección de Proyectos (PMI, 2021):

- Ser un Administrador Diligente, Respetuoso y Cuidadoso. La diligencia, el respeto y el cuidado son cualidades esenciales en la dirección de proyectos. Como afirma el Project Management Institute (PMI), "los gestores de proyectos deben actuar con diligencia para garantizar que todas las tareas se completen de manera eficiente y dentro de los plazos

establecidos" (2021, pág. 24). Además, un trato respetuoso hacia los miembros del equipo y las partes interesadas fomenta un ambiente de colaboración y productividad.

- Crear un Entorno Colaborativo del Equipo de Proyecto. El éxito de un proyecto depende en gran medida de la colaboración y la sinergia del equipo de proyecto. Según Kloppenborg (2019), "crear un entorno colaborativo en el equipo de proyecto es esencial para aprovechar las habilidades y conocimientos individuales en beneficio del proyecto" (pág. 28). Fomentar la comunicación abierta y la confianza dentro del equipo mejora la eficacia en la ejecución de tareas.
- Involucrarse Eficazmente con los Interesados. Las partes interesadas desempeñan un papel crucial en el éxito de un proyecto. Para involucrarse eficazmente con ellos, es necesario identificar sus necesidades, expectativas y preocupaciones. Según el PMI (2017), "la gestión efectiva de partes interesadas implica una comunicación clara y una respuesta adecuada a sus inquietudes" (p. 31). La satisfacción de las partes interesadas contribuye a la reputación y al éxito general del proyecto.
- Enfocarse en el Valor. El enfoque en el valor es esencial para la dirección de proyectos. Se trata de maximizar los resultados positivos y los beneficios para la organización y sus partes interesadas. Como señala Kerzner (2017), "enfocarse en el valor implica tomar decisiones que contribuyan al logro de los objetivos del proyecto y al valor global para la organización" (p. 34). Esto implica evaluar constantemente si las acciones y decisiones agregan valor al proyecto.
- Reconocer, Evaluar y Responder a las Interacciones del Sistema. Los proyectos operan en entornos complejos y están influenciados por múltiples factores. Es esencial reconocer, evaluar y responder a las interacciones del sistema que pueden afectar al proyecto. Schwalbe (2018) sostiene que "las interacciones del sistema pueden incluir factores políticos, sociales, económicos y tecnológicos que deben considerarse en la gestión del

proyecto" (p. 37). La habilidad para adaptarse a estas interacciones puede marcar la diferencia en el éxito del proyecto.

- **Demostrar Comportamientos de Liderazgo.** Los comportamientos de liderazgo son esenciales para guiar a un equipo de proyecto hacia el éxito. Según el PMI (2017), "los gestores de proyectos deben demostrar liderazgo al proporcionar dirección, inspiración y motivación al equipo" (p. 40). Un líder efectivo establece la visión del proyecto, fomenta la colaboración y toma decisiones informadas que beneficien al proyecto y a sus partes interesadas.
- **Adaptar en Función del Contexto.** Cada proyecto es único y puede requerir enfoques de gestión diferentes. La adaptabilidad en función del contexto es un principio clave para la dirección de proyectos. Highsmith (2013) argumenta que "no existe un enfoque de gestión único que sirva para todos los proyectos; es necesario adaptar las prácticas de gestión al contexto específico" (p. 44). Esto implica seleccionar y aplicar las herramientas y técnicas adecuadas en función de las características y necesidades del proyecto. Por ejemplo, en el caso desarrollado en el PFG se debe adaptar el proyecto a las condiciones de la empresa, mercado en el que opera, políticas y procedimientos de la empresa y legislación nacional.
- **Incorporar la Calidad en los Procesos y los Entregables.** La calidad es un componente esencial en la dirección de proyectos. Para garantizar la satisfacción de las partes interesadas y la entrega exitosa, es necesario incorporar la calidad en los procesos y los entregables. De acuerdo con Kloppenborg (2019), "la gestión de calidad implica establecer estándares, realizar controles y asegurarse de que los productos y servicios cumplan con los requisitos de calidad definidos" (p. 47). La calidad es un factor que contribuye a la reputación y al éxito a largo plazo de la organización. Bajo este entendido, la empresa se encuentra certificada en normas de BPM, ISO 14000 y FSSC 2000, por lo tanto, el proyecto

debe cumplir con los estándares de calidad tales que cumpla con las exigencias de la empresa.

- **Navegar en la Complejidad.** Los proyectos, especialmente en organizaciones grandes y entornos cambiantes, pueden ser inherentemente complejos. La habilidad para navegar en la complejidad es esencial para la dirección de proyectos. Ward y Daniel (2012) señalan que "los gestores de proyectos deben ser capaces de comprender y gestionar la complejidad, identificar interdependencias y tomar decisiones informadas en entornos desafiantes" (p. 50). La gestión efectiva de la complejidad asegura que los proyectos avancen de manera eficiente y se logren los objetivos. Debido a las características y complejidad del negocio en el que opera, la empresa es exigente con la gestión de los proyectos en que invierte. Adicionalmente, la tecnología que pretende instar el proyecto de fondo es nueva para la empresa. Esto es un reto para el equipo de proyecto porque existe una alta expectativa en el proyecto que se desarrolla, por lo tanto, este principio es fundamental para el éxito del proyecto.
- **Optimizar las Respuestas a los Riesgos.** Los riesgos son una parte inherente de la gestión de proyectos. La dirección de proyectos implica la identificación, evaluación y gestión de los riesgos de manera efectiva. Según Kerzner (2017), "optimizar las respuestas a los riesgos implica tomar medidas proactivas para reducir los riesgos y aprovechar las oportunidades" (p. 53). Una respuesta adecuada a los riesgos contribuye a la mitigación de posibles problemas y a la protección de los intereses del proyecto. Es fundamental para el grupo de proyecto que se invierta el esfuerzo necesario para la identificación y evaluación de los riesgos para garantizar el cumplimiento del alcance, costos y tiempo del proyecto.
- **Adoptar la Adaptabilidad y la Resiliencia.** La adaptabilidad y la resiliencia son esenciales en un entorno empresarial en constante cambio. Como sostiene Schwalbe (2018), "la dirección de proyectos debe abrazar la adaptabilidad y la resiliencia para enfrentar desafíos

imprevistos y cambios en el entorno" (p. 55). La capacidad de ajustarse a las circunstancias cambiantes y recuperarse de obstáculos es crucial para mantener la viabilidad del proyecto. El grupo de proyecto debe estar capacitado para adaptarse a las vicisitudes que se presenten en el desarrollo del proyecto, debe contar con personal y apoyo clave para garantizar que el proyecto se desarrolle de manera exitosa a pesar de las adversidades que se presenten en el camino.

- Permitir el Cambio para Lograr el Estado Futuro Previsto. Los proyectos a menudo implican cambios significativos en una organización. Permitir y gestionar el cambio de manera efectiva es un principio vital de la dirección de proyectos. Highsmith (2013) argumenta que "el cambio es necesario para lograr el estado futuro previsto; sin embargo, debe gestionarse de manera controlada y con el apoyo de las partes interesadas" (p. 58). La capacidad de liderar y facilitar el cambio es esencial para lograr los objetivos del proyecto. Debido a las condiciones del mercado en el que opera la empresa y por ser este un proyecto innovador, de alta tecnología y gran impacto para la operación, es indispensable que tanto la empresa como el grupo de proyecto estén preparados para afrontar el cambio. Afortunadamente, a lo largo de la historia, la empresa ha demostrado capacidad de implementar los cambios de manera oportuna, con el fin de lograr el estado futuro previsto.

2.2.2 Dominios de desempeño del proyecto

La séptima edición de la Guía del PMBOK®, identifica ocho dominios de desempeño clave en la gestión de proyectos: Interesados, Equipo, Enfoque de Desarrollo y Ciclo de Vida, Planificación, Trabajo del Proyecto, Entrega, Métricas, e Incertidumbre. (PMI, 2021). Estos dominios se han convertido en una guía integral para los profesionales de la gestión de proyectos, porque proporcionan enfoque estructurado y holístico para abordar los desafíos y oportunidades que surgen en el ciclo de vida de un proyecto. A continuación, se describen cada uno de los ocho dominios de desempeño y como se relacionan con el proyecto en cuestión:

- Dominio de Interesados: este dominio se enfoca en la gestión de las partes interesadas clave del proyecto y la forma en la cual abordarlos. Según Schwalbe (2019), "La identificación y el compromiso efectivo de las partes interesadas son esenciales para el éxito del proyecto, ya que influyen en la dirección del proyecto y su capacidad para alcanzar sus objetivos". Autores como Gray y Larson (2018) destacan la importancia de una comunicación efectiva para gestionar las expectativas.

En este proyecto entender las necesidades de los interesados, como los operadores de la planta y los responsables de la toma de decisiones, es esencial para garantizar el éxito y la aceptación de la automatización del proceso de paletizado de los sacos de harina.

- Dominio de Equipo: destaca la importancia de liderar y gestionar eficazmente al equipo del proyecto para obtener un equipo de alto rendimiento. Según Kerzner (2018), "La gestión de equipos es un componente crítico de la gestión de proyectos, ya que los equipos altamente colaborativos y motivados son más propensos a lograr resultados exitosos". Bajo el contexto del PFG, este dominio será de vital importancia para garantizar que los miembros estén capacitados para trabajar con las nuevas tecnologías y que haya una colaboración efectiva entre los diferentes actores involucrados.
- Dominio de Enfoque de Desarrollo y Ciclo de Vida: en este dominio se toman decisiones clave sobre la metodología y el ciclo de vida del proyecto. Según Gido y Clements (2020), "Elegir el enfoque de desarrollo adecuado y el ciclo de vida del proyecto es fundamental para la adaptabilidad y el éxito del proyecto en un entorno empresarial en constante cambio". Por su parte, Schwalbe (2018) destaca la necesidad de adaptar el ciclo de vida del proyecto a sus características específicas;

en este caso el enfoque del proyecto es predictivo, lo que implica que establecer anticipadamente los objetivos, planificar actividades en función de las estimaciones iniciales, definir los requisitos de la automatización, riesgos, entre otros.

- **Dominio de Planificación:** se centra en la planificación estratégica y táctica del proyecto. De acuerdo con PMI (2021), "La planificación efectiva del proyecto establece la base para la ejecución exitosa, y es un proceso clave para la gestión de proyectos de alto rendimiento". Autores como Wysocki (2018) resaltan que una buena planificación es esencial para evitar sorpresas, sobre todo en el marco de un proyecto con un enfoque predictivo, siendo vital para este proyecto que se establezcan hitos y se aborden las actividades y funciones requeridas para la instalación y puesta en marcha del brazo robótico, dentro del alcance, tiempo y costos previstos y cumpliendo con el objetivo del proyecto.
- **Dominio de Trabajo del Proyecto:** este dominio se refiere a la ejecución de las actividades y tareas del proyecto. Schwalbe (2019) señala que "la ejecución eficaz es donde se crea el valor real del proyecto a través de la entrega de entregables y la gestión de recursos". En la automatización de la paletización de sacos de harina, implica que las actividades del proyecto —como la importación, instalación, pruebas, etc.— se realicen conforme al plan, con el monitoreo del avance y el control de cambios.
- **Dominio de Entrega:** en el Dominio de Entrega, se garantiza que los entregables cumplan con los estándares de calidad esperados y se entreguen de manera exitosa. Kerzner (2018) destaca que "la gestión de la entrega es esencial para asegurar que el proyecto alcance sus objetivos técnicos y de calidad". Para el proyecto, el dominio involucra garantizar que la automatización cumpla con las expectativas y mejore la eficiencia del paletizado.

- **Dominio de la Medición:** implica el seguimiento y la medición del desempeño del proyecto. PMI (2021) subraya que "las métricas adecuadas proporcionan información valiosa para la toma de decisiones informadas y la mejora continua del proyecto". Para la automatización, la medición sería esencial para evaluar su eficacia y realizar ajustes según sea necesario, lo que conlleva el establecimiento de una línea base y de metas.
- **Dominio de Incertidumbre:** El Dominio de Incertidumbre se centra en la gestión de riesgos y la adaptación a la incertidumbre. Gido y Clements (2020) argumentan que "la gestión efectiva de la incertidumbre y los riesgos es fundamental para minimizar las sorpresas y los impactos negativos en el proyecto". En el proyecto de automatización, este dominio abordaría posibles desafíos y obstáculos, como problemas de compatibilidad o resistencia al cambio, anticipando y gestionando estas incertidumbres.

Por lo tanto, los 8 dominios de desempeño son fundamentales para la gestión exitosa de proyectos, ya que abordan aspectos clave para el éxito de un proyecto.

2.2.3 Proyectos predictivos, proyectos adaptativos y proyectos híbridos

La gestión de proyectos es una disciplina que ha evolucionado con el tiempo para adaptarse a las cambiantes demandas del entorno empresarial. En este contexto, se han desarrollado tres enfoques principales para la ejecución de proyectos: proyectos predictivos, proyectos adaptativos y proyectos híbridos. Estos enfoques ofrecen herramientas y metodologías diversas que permiten a los gestores de proyectos elegir la mejor estrategia según las necesidades específicas de cada proyecto.

2.2.3.1 Proyectos Predictivos

Los proyectos predictivos, también conocidos como proyectos tradicionales o enfoques de "cascada", se basan en una planificación detallada y una secuencia lineal de actividades. Según la Guía del PMBOK®, (Project Management Institute, 2017), "en los proyectos predictivos, la planificación se realiza en detalle antes de que comiencen las actividades de ejecución" (p. 25). Este enfoque es especialmente adecuado para proyectos con requisitos estables y bien definidos, donde se puede prever y planificar con precisión cada fase del proyecto.

El enfoque predictivo se caracteriza por una estructura rígida de gestión, donde los cambios en los requisitos pueden ser costosos y complicados de implementar. No obstante, es eficaz en proyectos donde la estabilidad y la previsibilidad son esenciales.

2.2.3.2 Proyectos Adaptativos

En contraposición, los proyectos adaptativos, también conocidos como proyectos ágiles, se centran en la flexibilidad y la adaptación continua a medida que se avanza en el proyecto. Según Highsmith (2013), "los proyectos adaptativos se basan en la idea de que es difícil prever todos los detalles del proyecto desde el principio y que es necesario adaptarse a medida que se avanza" (p. 23). Este enfoque es particularmente eficaz en proyectos donde los requisitos cambian con frecuencia o donde la velocidad de entrega es crítica.

Los proyectos adaptativos se caracterizan por ciclos de desarrollo iterativos e incrementales, donde los cambios pueden incorporarse de manera más ágil. La comunicación abierta y continua con los stakeholders es fundamental para garantizar la alineación con los objetivos del proyecto.

2.2.3.3 Proyectos Híbridos

Los proyectos híbridos representan una combinación de enfoques predictivos y adaptativos. En estos proyectos, se aplican prácticas y metodologías de ambos enfoques para aprovechar las ventajas de cada uno. Como señala Schwalbe (2018), "los proyectos híbridos permiten una mayor flexibilidad y agilidad, al tiempo que mantienen un cierto grado de planificación y control" (p. 45). Este enfoque es especialmente útil cuando se enfrentan requisitos variables y se requiere una planificación inicial.

En un proyecto híbrido, las partes del proyecto que pueden preverse se gestionan de manera predictiva, mientras que las partes que requieren flexibilidad se gestionan de manera adaptativa. Esto permite a los gestores de proyectos adaptarse a las cambiantes condiciones del proyecto sin comprometer la calidad ni los plazos.

Para respaldar aún más estos conceptos, otros autores han contribuido con sus perspectivas en la gestión de proyectos:

Schwaber (2004) afirma que "los proyectos ágiles se basan en la colaboración continua con los stakeholders y en la entrega incremental de valor" (p. 14). Esta perspectiva destaca la importancia de la comunicación y la entrega constante en proyectos adaptativos.

Crawford y Pollack (2004) señalan que "los proyectos híbridos ofrecen a las organizaciones la flexibilidad necesaria para adaptarse a un entorno empresarial en constante cambio" (p. 67). Esta flexibilidad es esencial para mantener la competitividad en el mercado actual.

Boehm y Turner (2004) destacan que "los proyectos predictivos siguen siendo adecuados para proyectos con requisitos bien definidos y estables, pero los proyectos adaptativos han demostrado ser efectivos en entornos inciertos y cambiantes" (p. 112). Esta comparación subraya la elección estratégica entre enfoques.

En resumen, la elección entre proyectos predictivos, adaptativos o híbridos depende de la naturaleza del proyecto y de los objetivos específicos de la organización. Cada enfoque tiene sus ventajas y desafíos, y la habilidad de los gestores de proyectos para seleccionar y aplicar el enfoque más adecuado puede marcar la diferencia en el éxito del proyecto.

Con base en lo expuesto, y como se mencionó brevemente en el apartado anterior, este proyecto se desarrolla bajo un enfoque predictivo, ya que su planificación es meticulosa y conlleva una estructura bien definida. En este tipo de proyecto, es crucial anticipar y abordar una serie de factores, como los requisitos específicos de equipo y su sistema, la coordinación con otros departamentos de la empresa, la gestión del cambio con los involucrados, entre otros. La planificación detallada proporcionada por el enfoque predictivo permite la asignación eficiente de recursos y la identificación temprana de posibles riesgos, lo que resulta crucial en proyectos de automatización donde la integración con otros componentes y actividades del sistema de producción puede ser compleja. Además, la instalación de un brazo robótico para el paletizado implica una secuencia de pasos claramente definidos, desde la importación, instalación y configuración del sistema hasta las pruebas y la puesta en marcha. El enfoque predictivo facilita la gestión de estos pasos de manera secuencial, garantizando una implementación ordenada y eficiente.

2.2.4 Administración, dirección o gerencia de proyectos

Los términos Administración, dirección o gerencia de proyectos son traducciones válidas para el término Project Management, por lo que en este documento se considerarán como sinónimos y se utilizarán indistintamente. “La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo” (PMI, 2017, p10).

International Project Management Association (IPMA) por su parte, agrega que la administración de proyectos contempla la planificación, organización, monitoreo y control de

todos los aspectos de este, en aras de alcanzar los objetivos perseguidos cumpliendo con los requisitos en materia de tiempo, costo, alcance, desempeño y calidad (IPMA, 2015)

En esta materia, se identificaron los siguientes modelos de administración de proyectos:

a) La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos del PMI® que proporciona pautas para la dirección de proyectos individuales y define conceptos relacionados con la dirección de proyectos. Describe el ciclo de vida de la dirección de proyectos y los procesos relacionados, así como el ciclo de vida del proyecto (PMI®, 2017, p.2)

b) ISO 21500:2012 - Directrices para la Dirección y Gestión de Proyectos que pretende establecer un lenguaje, principios, procedimientos y prácticas comunes de gestión de proyectos, que puedan ser aplicables de manera estandarizada a nivel global a cualquier tipo de proyecto u organización (PMI®, 2014)

c) Internacional Competence Baseline 3 (ICB3) ayuda a los Directores de Proyecto en su desarrollo, definiendo las competencias que se requiere para las diversas posiciones involucradas en los Proyectos (PMI®, 2014, p.13).

d) PRINCE2® es un método de gestión de proyectos que contempla la gestión, el control y la organización; describe procedimientos para coordinar personas y actividades en un proyecto, cómo diseñar y supervisar el proyecto y los pasos a seguir si ocurre alguna desviación de lo planificado y es necesario realizar ajustes (Montes de Oca, 2014, p.4)

e) Scrum, como lo definen Schwaber y Sutherland (2013, p.4) es un marco de trabajo por el cual las personas pueden acometer problemas complejos adaptativos, a la vez que entregar productos del máximo valor posible productiva y creativamente. Scrum está basado en un modelo de proceso empírico, con respeto a las personas y basado en la autoorganización de los equipos para lidiar con lo imprevisible y resolver problemas complejos inspeccionando y adaptando continuamente (Schwaber y Sutherland, 2013)

Wallace (2014) indica que la gestión de proyecto se enfoca en controlar la introducción del cambio deseado, lo cual conlleva comprender las necesidades de los interesados; planificar qué se necesita hacer, cuándo, responsables y bajo qué estándares; motivar y coordinar al equipo de proyecto; monitorear y controlar y gestionar cambios.

En este sentido, el PMI® (2017) establece que dentro de las actividades necesarias que deben desarrollarse desde la Administración de Proyectos se encuentran:

- La identificación de requisitos.
- El abordaje de los interesados.
- El manejo de las comunicaciones del proyecto.
- El manejo de restricciones propias del alcance, el presupuesto, el cronograma, la calidad y los riesgos del proyecto.

Estas y otras actividades propias de la administración de proyectos buscan el éxito de estos, el cual, en todas las metodologías citadas, se mide en función del tiempo, el costo y la calidad, de manera que el objetivo de la gestión de proyectos está en lograr un equilibrio satisfactorio de esas tres variables. La buena gestión de proyecto consiste en poder desarrollar esta clase de campo de éxito, monitorear cómo el progreso real se compara con el progreso planificado y llevar a cabo cualquier acción correctiva en caso de ser necesario (Wallace, 2014, p.22).

2.2.5 Áreas de conocimiento y procesos de la administración de proyectos

Con el objetivo de entender los procesos de la Administración de Proyectos, conviene definir el concepto proceso, el cual, según el PMI® (2017) es un conjunto de acciones y actividades, relacionadas entre sí, que se utilizan para crear producto, resultado o servicio predefinido.

Al respecto, el Estándar del PMI® (2017), al igual que el modelo de ISO 21500:2012 y el PRINCE2, establecen los mismos grupos de proceso, los cuales se detallan en el siguiente cuadro:

Tabla 1

Comparación de grupos de procesos de las metodologías de proyectos

PMBOK	ISO 21500:2012	PRINCE2	ICB3
Iniciación	Inicialización	Puesta en marcha	Competencias
Planificación	Planificación	Iniciando un proyecto	contextuales
Ejecución	Implementación	Controlando una etapa	Competencias
Seguimiento y control	Control	Administrando la entrega de productos	técnicas
Cierre	Cierre	Gestión de un límite de etapa	Competencias de comportamiento
		Cerrar el proyecto	

Nota: Autoría propia.

Para efectos del presente análisis, como base se tomará el Estándar del PMI® (2017), cuyos grupos de proceso se definen a continuación:

- **Iniciación:** procesos realizados para definir un nuevo proyecto, a través de la obtención del visto bueno correspondiente para comenzar dicho proyecto. Esta aprobación se obtiene a partir de la elaboración del acta de constitución del proyecto; además, permiten alinear las expectativas de los interesados con los objetivos del proyecto.
- **Planificación:** procesos que tiene como fin determinar el alcance del proyecto, los objetivos y la línea de acción necesaria para la consecución de estos. Tiene como

entregables el plan para la dirección del proyecto y los documentos del proyecto donde se plasman las líneas base en materia de tiempo y costo, las que permitirán las mediciones del desempeño.

- Ejecución: procesos requeridos para ejecutar el proyecto de acuerdo con el plan. En este grupo se debe coordinar al equipo de proyecto, el uso de recursos y la gestión de interesados, entre otros.

- Seguimiento y Control: procesos para el monitoreo de las actividades del proyecto para determinar el desvío con respecto al plan original y con base en estos generar los cambios y la toma de decisiones necesaria al efecto.

- Cierre: 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.

Los grupos de proceso de la Administración de proyectos se adaptan a cada proyecto, en función de las políticas e intereses de la organización.

Por otra parte, las Áreas de Conocimiento “es un área identificada de la dirección de proyectos definida por sus requisitos de conocimientos y que se describe en términos de los procesos, prácticas, entradas, salidas, herramientas y técnicas que la componen” (PMI®, 2017, p.23).

Según lo establecido en la Guía del PMBOK® (PMI, 2017), existen 10 Áreas de Conocimiento, mostradas en la Figura 2, las cuales agrupan los 49 procesos identificados por dicho Estándar, las cuales se utilizan en la mayoría de los proyectos.

Figura 2

Áreas del conocimiento y grupos de procesos de la Administración de Proyectos.

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 4.4 Gestionar el Conocimiento del Proyecto	4.5 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.6 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.7 Cerrar el Proyecto o Fase
5. Gestión del Alcance del Proyecto		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS		5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance	
6. Gestión del Cronograma del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar la Duración de las Actividades 6.5 Desarrollar el Cronograma		6.6 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los Costos del Proyecto		7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto		7.4 Controlar los Costos	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	8.2 Gestionar la Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
9. Gestión de los Recursos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de Recursos 9.2 Estimar los Recursos de las Actividades	9.3 Adquirir Recursos 9.4 Desarrollar el Equipo 9.5 Dirigir al Equipo	9.6 Controlar los Recursos	
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Monitorear las Comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos	11.6 Implementar la Respuesta a los Riesgos	11.7 Monitorear los Riesgos	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar el Involucramiento de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Monitorear el Involucramiento de los Interesados	

Nota: La figura muestra la relación entre los grupos de procesos y las áreas de conocimiento de la Dirección de Proyectos y las acciones que se llevan a cabo en cada una de ellas. Adaptado de la *Guía del PMBOK®* (p.125), por Project Management Institute, Inc., 2017. PMI.

A continuación, se explica cada una de las áreas de conocimiento de la Administración de Proyectos, según lo expuesto en la Guía del PMBOK® (PMI, 2017).

- **Gestión de la Integración:** contempla los procesos para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los grupos de procesos de la dirección de proyectos. Como indica Redondo (2017) en la sexta edición de la Guía del PMBOK® se presenta la gestión del Conocimiento del Proyecto, que tiene como fin usar el conocimiento existente y crear uno nuevo en aras de alcanzar las metas del proyecto, promoviendo a la vez el aprendizaje y la mejora continua en la organización.

Algunas de los procesos de esta área son la elaboración del desarrollo del Acta del Proyecto, desarrollo del Plan de Gestión del Proyecto, dirigir y gestionar la ejecución del Proyecto, supervisar y controlar el trabajo del Proyecto, realizar Control Integrado de Cambios y cerrar el Proyecto o Fase (PMI®, 2017).

- **Gestión del Alcance:** se refiere a los procesos necesarios para establecer cuál es el trabajo que incluirá el proyecto y cuál no. Los procesos inherentes a esta área describen cómo se planificará, definirá, desarrollará, verificará y controlará el alcance del proyecto y cómo se creará y definirá la estructura de desglose del trabajo; asimismo orienta sobre cómo el alcance del proyecto será gestionado y controlado por el equipo de dirección del proyecto (Redondo, 2017).
- **Gestión del Cronograma:** contempla los procesos requeridos para concluir el proyecto en los tiempos establecidos tales son: definir las actividades, secuenciarlas, estimar los recursos de las actividades, estimar la duración de las actividades, desarrollar y controlar el cronograma (PMI®, 2017).

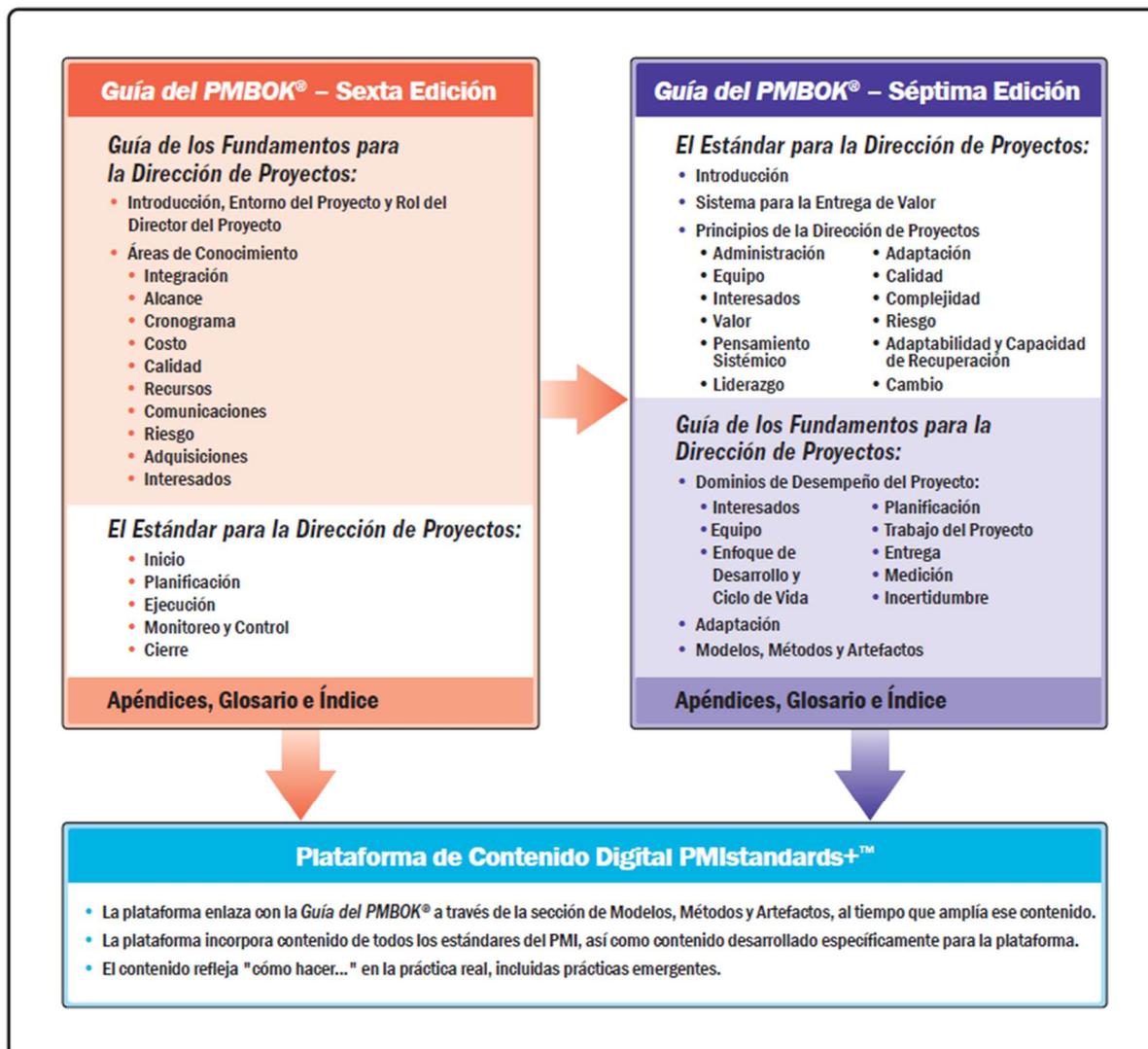
- **Gestión de Costos:** esta área conlleva los procesos de planificar, estimar, presupuestar y controlar los costos, con el objetivo de que el proyecto se ejecute dentro del presupuesto aprobado al efecto (PMI®, 2017).
- **Gestión de la Calidad:** como indica Redondo (2017) esta área detalla la manera en que el equipo de proyecto implementará la política de calidad de la organización ejecutante, a fin de que se cumplan y validen los requisitos del Proyecto. Incluye la planificación, gestión y el control de la calidad.
- **Gestión de los Recursos:** Incorpora los procesos que organizan y gestionan los procesos relacionados con la identificación, adquisición, desarrollo y gestión de los recursos necesarios para la culminación exitosa del proyecto, tanto humanos como materiales (PMI®, 2017)
- **Gestión de la Comunicación:** de manera muy acertada, Redondo (2017) define esta área como los procesos necesarios para garantizar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean adecuados y oportunos. Esto, tomando en cuenta las necesidades y expectativas del proyecto y sus interesados.
- **Gestión de los Riesgos:** Incluye procesos que permitan potenciar los riesgos positivos y disminuir los negativos; tales como la identificación de riesgos, el análisis cualitativo y cuantitativo de estos, la planificación e implementación de la respuesta a los riesgos y su monitoreo (PMI®, 2017)
- **Gestión de las Adquisiciones:** Según el PMI® (2017) contempla los procesos necesarios para planificar, efectuar y controlar los procesos de compra de los productos o servicios requeridos para ejecutar el proyecto.

- **Gestión de los Interesados:** se refiere a las actividades para la identificación de las personas que puedan percibirse como afectados o puedan ser afectados a raíz de la ejecución del proyecto, por lo que sus procesos buscan el análisis de expectativas, de impactos, el desarrollo de medidas de atención, etc. (Redondo, 2017).

Si se compara la Guía del PMBOK® (PMI, 2017) en su sexta edición y la Guía del PMBOK® (PMI, 2021) en su séptima edición, se puede constatar que se pasó de cinco grupos de procesos y 10 áreas de conocimiento a 12 principios para la dirección de proyectos y 8 dominios de desempeño. Si bien la séptima edición no sustituye la sexta edición, si se pueden identificar ciertas similitudes, sin embargo, la edición más reciente es menos prescriptiva y permite que se adapte la teoría al proyecto dependiendo del enfoque de ejecución. Adicionalmente la séptima edición no se enfoca solamente en el tiempo y los costos, si no que resalta la importancia de entregar en tiempo y en costo, pero con calidad. En la figura a continuación se pueden apreciar las diferencias entre ambas ediciones de la Guía del PMBOK® (PMI).

Figura 3

Migración de la Sexta Edición a la Séptima Edición de la Guía del PMBOK®



Nota: La figura muestra la revisión del Estándar para la Dirección de Proyectos y la Migración de la sexta edición a la séptima edición de la Guía del PMBOK® y la plataforma de contenidos digitales PMStandards+™. Adaptado de la *Guía del PMBOK®* (p.xiii), por Project Management Institute, Inc., 2021. PMI.

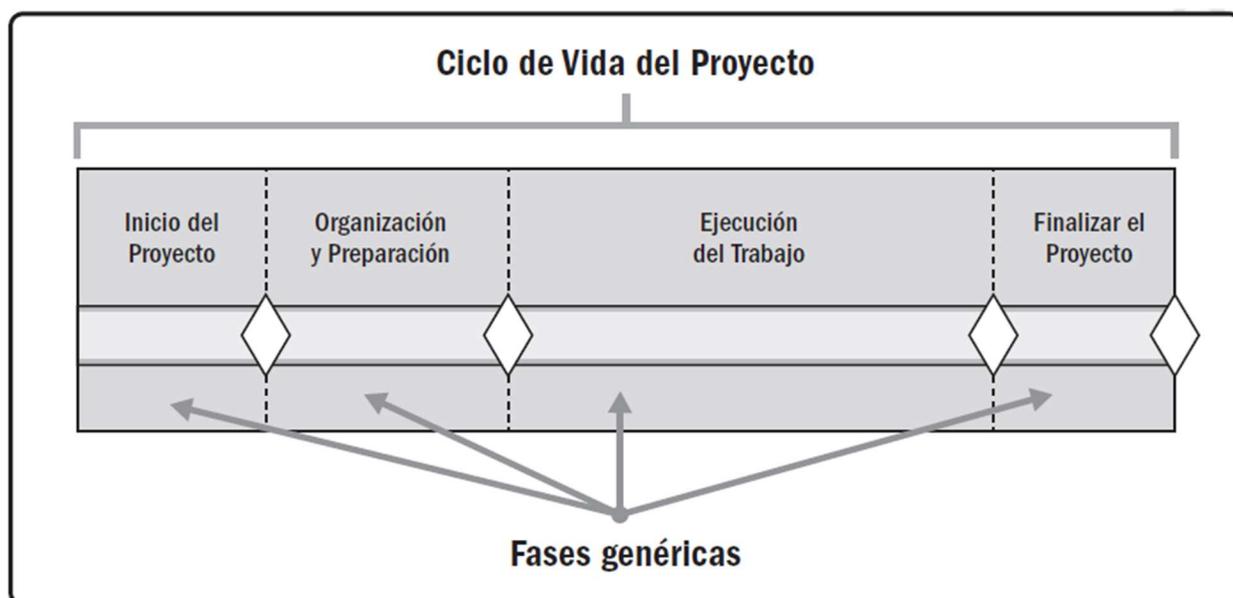
En el desarrollo del PFG se utilizará principalmente el enfoque de la Guía del PMBOK® en su sexta edición (PMI, 2017).

2.2.6 Ciclos de vida de los proyectos

El ciclo de vida del proyecto se define como el conjunto de fases por las que este atraviesa desde su inicio y hasta su cierre, las cuales son secuenciales y sus nombres y números dependen de las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones que interactúan con el proyecto (PMI®, 2017, p.38). No obstante, aunque no es posible determinar cuáles son las fases de todos los tipos de proyecto, usualmente se hace referencia a una estructura genérica del ciclo de vida, la cual se muestra en la Figura 4.

Figura 4

Ciclo de vida del proyecto



Nota: Adaptado de la *Guía del PMBOK®* (p.548), por Project Management Institute, Inc., 2017. PMI.

Se definen de manera genérica 4 fases para el proyecto: Inicio, Organización y Preparación, Ejecución del Trabajo y Finalizar el Proyecto.

A su vez, Kerzner (2017) destaca la importancia de considerar el ciclo de vida del proyecto como una serie de fases interconectadas, desde la definición del problema hasta la

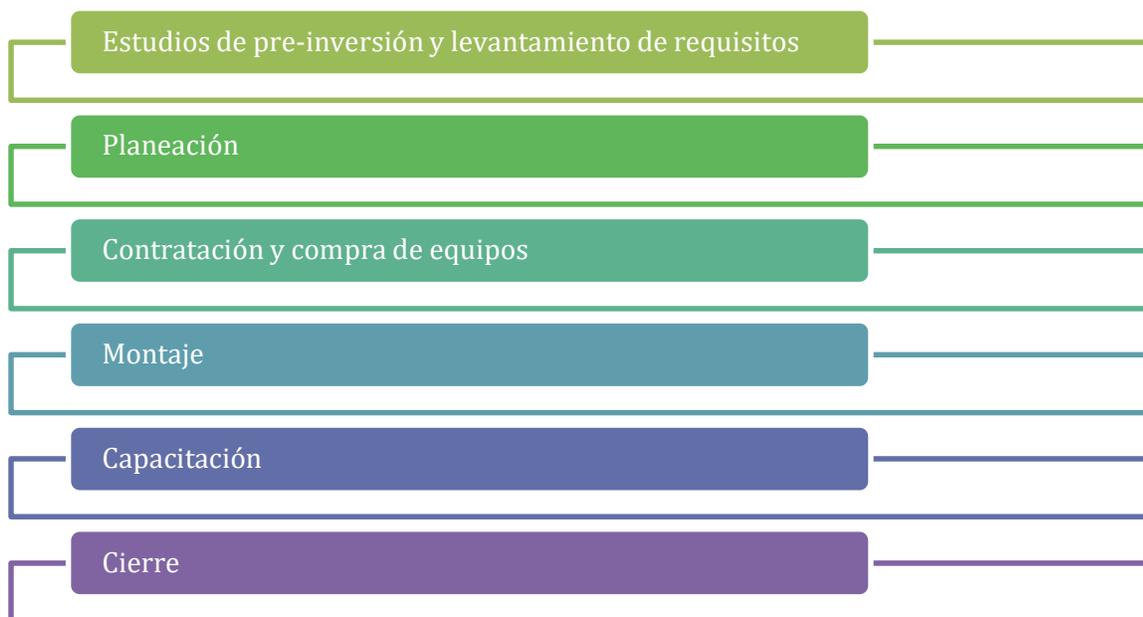
terminación. Su enfoque reconoce la complejidad y la interdependencia de las actividades a lo largo del tiempo.

Los ciclos de vida pueden ser predictivos, adaptativos e incrementales. El tipo predictivo define desde un inicio los entregables, y los cambios son altamente gestionados. Los ciclos de vida adaptativos definen el alcance al inicio de la fase. Los ciclos de vida incrementales o iterativos son repeticiones de las fases donde cada iteración mejora a la anterior agregando más funcionalidad al producto o mejorando el entregable (PMI®, 2017, p.19).

Para un ciclo de vida predictivo, como es el caso de este Proyecto, conviene traer a colación el Modelo Waterfall, un enfoque tradicional en la gestión de proyectos caracterizada por su estructura lineal y secuencial, donde las fases se suceden de manera predefinida y sin superposición. Este enfoque busca una planificación exhaustiva desde el principio del proyecto hasta su cierre, proporcionando una visión clara y detallada del alcance y los requisitos. Como señala Pressman (2014), el modelo Waterfall sigue una progresión lineal rigurosa, donde cada fase, como la definición de requisitos, el diseño, la implementación y las pruebas, se completa antes de pasar a la siguiente. Bajo esta línea, la siguiente figura muestra cómo está configurado el ciclo de vida del proyecto objeto de este PFG:

Figura 5

Ciclo de vida del Proyecto para la automatización del paletizado de sacos de harina



Nota: Fases del ciclo de vida del proyecto.

Cabe resaltar que, el ciclo de vida del proyecto es distinto a los grupos de proceso de la Dirección de Proyectos.

2.2.7 Estrategia empresarial, portafolios, programas, proyectos

La gestión exitosa de proyectos es fundamental para alcanzar los objetivos estratégicos de una organización. Para comprender completamente este proceso, es esencial explorar los conceptos de estrategia empresarial, portafolios, programas y proyectos, y cómo se interrelacionan para lograr un éxito sostenible en el mundo empresarial.

2.2.7.1 Estrategia Empresarial

La estrategia empresarial es el proceso mediante el cual una organización establece sus objetivos a largo plazo y define el camino para alcanzarlos. Kaplan y Norton (1996) sostienen que "la estrategia empresarial implica la formulación y ejecución de iniciativas que aprovechan las capacidades de la organización y se alinean con sus metas estratégicas" (p. 24). Una estrategia efectiva proporciona dirección y cohesión a todos los niveles de la organización y guía la toma de decisiones.

2.2.7.2 Portafolios

Un portafolio es una colección de proyectos y programas que una organización lleva a cabo para alcanzar sus objetivos estratégicos (PMI, 2017). Cada proyecto y programa en el portafolio contribuye de manera específica a la misión y visión de la organización. El concepto de portafolios permite una gestión holística de los proyectos, garantizando que estén alineados con la estrategia empresarial y que se asignen los recursos de manera eficiente (Kendall y Rollins, 2003).

2.2.7.3 Programas

Los programas son conjuntos de proyectos relacionados que se gestionan de manera coordinada para obtener beneficios que no estarían disponibles si se gestionaran de forma individual (PMI, 2017). Meredith y Mantel (2012) indican que "los programas pueden abordar objetivos estratégicos más amplios que los proyectos individuales y permiten una mayor sinergia y gestión eficiente de recursos" (p. 78). Los programas supervisan y coordinan múltiples proyectos para garantizar que todos contribuyan de manera efectiva a los objetivos estratégicos de la organización.

2.2.7.4 Proyectos

Los proyectos son esfuerzos temporales que tienen como objetivo producir un resultado único (PMI, 2017). Los proyectos son la unidad fundamental de trabajo en la gestión de proyectos y pueden variar en tamaño y complejidad. Como argumenta Schwalbe (2018), "los proyectos se utilizan para implementar iniciativas específicas que contribuyen al logro de los objetivos estratégicos de la organización" (p. 23). La gestión de proyectos eficaz asegura que se alcancen los resultados esperados dentro de los límites de tiempo, costos y calidad establecidos.

En relación con esto, Kerzner destaca que "la estrategia de la organización y la dirección de proyectos están vinculadas entre sí" (2017, p. 117). Señala que la dirección de proyectos es instrumental para implementar la estrategia de la organización, ya que los proyectos se convierten en los medios a través de los cuales se ejecutan las iniciativas estratégicas. Al respecto, subraya que "la dirección de proyectos es la llave maestra para el cambio" (Kerzner, 2017, p. 117), ya que son el medio a través del cual las organizaciones pueden implementar nuevas estrategias, innovaciones y mejoras, contribuyendo directamente a la adaptabilidad y competitividad.

Como se denota en lo expuesto por los autores supra, la estrategia empresarial, los portafolios, los programas y los proyectos son elementos interconectados que desempeñan un papel crucial en la consecución de los objetivos estratégicos de una organización. La comprensión de la diferencia entre estos conceptos, cómo se relacionan y se aplican de manera efectiva es esencial para el éxito en la gestión empresarial contemporánea. El PMI sintetiza esto en la Figura 6.

Conviene tener claro que, el presente PFG se enmarca en la categoría de proyectos. Ahora bien, si bien la empresa no tiene definido una categorización como la expuesta, este

proyecto responde al objetivo corporativo de implementar proyectos de mejora que generen eficiencias en costo y gasto (empresa, 2023).

Figura 6

Presentación comparativa de portafolios, programas y proyectos

Dirección Técnica de Proyectos			
	Proyectos	Programas	Portafolios
Definición	Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.	Un programa es un grupo de proyectos, programas secundarios y actividades de programas relacionados cuya gestión se realiza de manera coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían si se gestionaran en forma individual.	Un portafolio es una colección de proyectos, programas, portafolios secundarios y operaciones gestionados como un grupo para alcanzar los objetivos estratégicos.
Alcance	Los proyectos tienen objetivos definidos. El alcance se elabora progresivamente a lo largo del ciclo de vida del proyecto.	Los programas tienen un alcance que abarca los alcances de sus componentes de programa. Los programas producen beneficios para una organización, al garantizar que los productos y resultados de los componentes del programa sean entregados en forma coordinada y complementaria.	Los portafolios tienen un alcance organizativo que cambia con los objetivos estratégicos de la organización.
Cambio	Los directores de proyecto esperan cambios e implementan procesos para mantener los cambios gestionados y controlados.	Los programas son administrados de una manera que acepta y se adapta al cambio según resulte necesarios para optimizar la entrega de beneficios a medida que los componentes del programa entregan resultados y/o salidas.	Los directores de portafolios monitorean continuamente cambios en los entornos internos y externos más amplios.
Planificación	Los directores de proyecto elaboran progresivamente información a alto nivel en planes detallados a lo largo del ciclo de vida del proyecto.	Los programas son administrados mediante planes de alto nivel que realizan el seguimiento de las interdependencias y los avances de los componentes del programa. Los planes del programa también se utilizan para guiar la planificación al nivel de componente.	Los directores de portafolios crean y mantienen los procesos y la comunicación necesarios con relación al portafolio en conjunto.
Gestión	Los directores de proyecto gestionan al equipo del proyecto a fin de cumplir con los objetivos del proyecto.	Los programas son gestionados por directores de programas quienes aseguran que los beneficios del programa sean entregados de acuerdo con lo esperado, al coordinar las actividades de los componentes del programa.	Los directores de portafolios pueden manejar o coordinar al personal dirección de portafolios, o al personal de programas y proyectos que puedan tener responsabilidades en materia de presentación de informes en el portafolio en conjunto.
Monitorear	Los directores de proyecto supervisan y controlan el trabajo para la producción de los productos, servicios o resultados para los que se emprendió el proyecto.	Los directores de programas monitorean el progreso de los componentes del programa para garantizar que se logren los objetivos, cronogramas, presupuesto y beneficios del mismo.	Los directores de portafolios supervisan los cambios estratégicos y la asignación de recursos totales, los resultados del desempeño y el riesgo del portafolio.
Éxito	El éxito es medido según la calidad del producto y del proyecto, la puntualidad, el cumplimiento del presupuesto y el grado de satisfacción del cliente.	El éxito de un programa se mide por la capacidad del mismo para entregar sus beneficios previstos a una organización, y por la eficiencia y la efectividad del programa en la obtención de esos beneficios.	El éxito se mide en términos del desempeño de la inversión en conjunto y la realización de beneficios del portafolio.

Nota: Adaptado de la *Guía del PMBOK®* (p.13), por Project Management Institute, Inc., 2017. PMI.

2.3 Otra teoría propia del tema de interés

En este apartado se estudian las teorías relacionadas directamente con el tema expuesto en el trabajo. Inicialmente se revisa la situación presente en la planta, cual es el problema presente y las soluciones que se han implementado hasta el momento. Luego, se expone la teoría existente sobre posibles soluciones al problema para concluir sobre cuales pueden solucionar el problema actual. Este apartado es de suma importancia para el PFG porque aporta información sobre las tecnologías que se pueden implementar para solucionar el problema expuesto en este trabajo.

2.3.1 Situación actual del problema u oportunidad en estudio

En la empresa se vende el producto terminado en presentación de sacos de 46kg, lo cual equivale a un quintal, unidad de masa muy popular en el gremio. Para el ensacado de los productos se cuenta con dos líneas de ensacado semiautomáticas. Por lo tanto, el pesaje del producto se realiza en un equipo automático el cual libera el producto pesado para que en caída libre ingrese al saco que colocó previamente el operador. Este operador es llamado tubero. Una vez está lleno el saco, el tubero lo libera y el saco cae sobre una banda motorizada la cual transporta el saco a la siguiente estación donde lo toma otro operador, llamado cosedor y pasa el saco por una máquina de costura la cual cierra el saco. Después de este paso es que se tiene el problema a resolver en este proyecto. Se debe buscar la forma de colocar los sacos ya cosidos sobre una tarima para poder finalmente, transportar el producto terminado a la bodega del centro de distribución.

Inicialmente, los sacos se tomaban del piso entre dos operadores, denominados operadores de banda y los colocaban sobre la tarima. Sin embargo, hace 15 años se tuvo la idea de colocar unas bandas motorizadas inclinadas para que el saco se transportara a la altura del hombro del operador de banda y de esta manera se redujo la operación de dos personas por saco a una sola. Por lo tanto, en la actualidad al final de la banda inclinada los

operadores de banda toman el saco apoyándolo sobre su hombro y avientan el saco sobre la tarima. Actualmente se tienen cuatro operadores en cada línea de ensaque que rotan para recibir el saco y colocarlo sobre la tarima. Se debe mencionar que cada tarima está conformada por 30 sacos, dispuestos en cinco sacos por nivel y la tarima se completa con seis niveles.

En cuanto a las características del proceso productivo, se indica que se cuenta con dos líneas de ensacado que producen hasta 12 sacos de 46 kg por minuto cada una, y se cuenta con cuatro operadores de banda por línea. Ambas líneas de ensacado trabajan ocho horas en el turno de la mañana y siete horas en el turno de la tarde. Para el turno de noche solo se trabaja en una línea durante 6 horas.

Si bien la legislación nacional no es clara sobre el peso máximo que puede trasladar una persona, de forma implícita indica que “un hombre podría transportar hasta 55kg” (MTSS, 2013). Sin embargo, el departamento de Seguridad y Salud Ocupacional (SySO) de la empresa considera que soportar un peso de 46kg sobre el hombro es un acto inseguro y, además, puede generar enfermedades y accidentes laborales. Por esta razón, la empresa está interesada en buscar una solución definitiva a este problema.

2.3.2 Investigaciones que se han hecho sobre el tema en estudio

A raíz de la problemática existente, se realiza una investigación sobre las diferentes soluciones en el mercado que se pueden implementar en la empresa para eliminar el hallazgo realizado por el departamento de SySO enfocándose en un proyecto que también optimice los costos del proceso. Por lo tanto, se han investigado tres diferentes soluciones las cuales se enlistarán a continuación.

La primera opción consiste en un manipulador de sacos, la cual es una herramienta que cuenta con un brazo en L anclado al piso que permite desplazamiento en el eje horizontal a una altura fija. En el eje horizontal, el brazo cuenta con una herramienta que se desplaza de forma

vertical y cuenta con una ventosa (succión al vacío) la cual se encarga de sujetar el saco desde la banda transportadora hasta la tarima. En la figura 7 se muestra el equipo descrito.

Figura 7

Manipulador de sacos



Nota: Adaptado de *¿Qué es un manipulador por vacío y cómo funciona?* [Fotografía], por TAWI, 2021, <https://www.tawi.com/es/insights/que-es-un-manipulador-por-vacio-y-como-funciona/>.

En la figura 7 se observa cómo se manipula el saco con la ayuda de la ventosa. Esta herramienta asiste al operador de banda para que pueda desplazar el saco sin necesidad de ejercer una fuerza considerable. Sin embargo, se constata que esta herramienta es muy lenta por lo que no es capaz de llevar los 12 sacos por minuto que produce la línea de ensaque.

La segunda opción que se analiza consiste en incorporar un robot industrial acondicionado con una herramienta de sujeción de sacos. Esta solución consiste en un robot automático el cual se encarga de recoger el saco desde la banda motorizada y lo coloca sobre la tarima. La incorporación de un robot industrial en el proceso productivo permite desplazar los sacos a gran velocidad en los ejes de coordenadas: “x”, “y” y “z”. En la figura 8 se muestra el robot industrial para paletizado.

Figura 8

Brazo robótico industrial marca ABB modelo 660 con herramienta Flexgripper especial para sacos.



Nota: Adaptado de FlexGripper – Claw Palletizing gripper [Fotografía], por ABB, 2019, <https://library.e.abb.com/public/490afd71c9af45cdb4b90f719373f908/FlexGripperClaw-datasheet-9AKK107045A8893-revD.pdf>

Estos equipos se producen en la fábrica de ABB Robotics ubicada en San Luis Potosí, México y los distribuye en el país la empresa Sistemas IQ. Esta opción se considera como

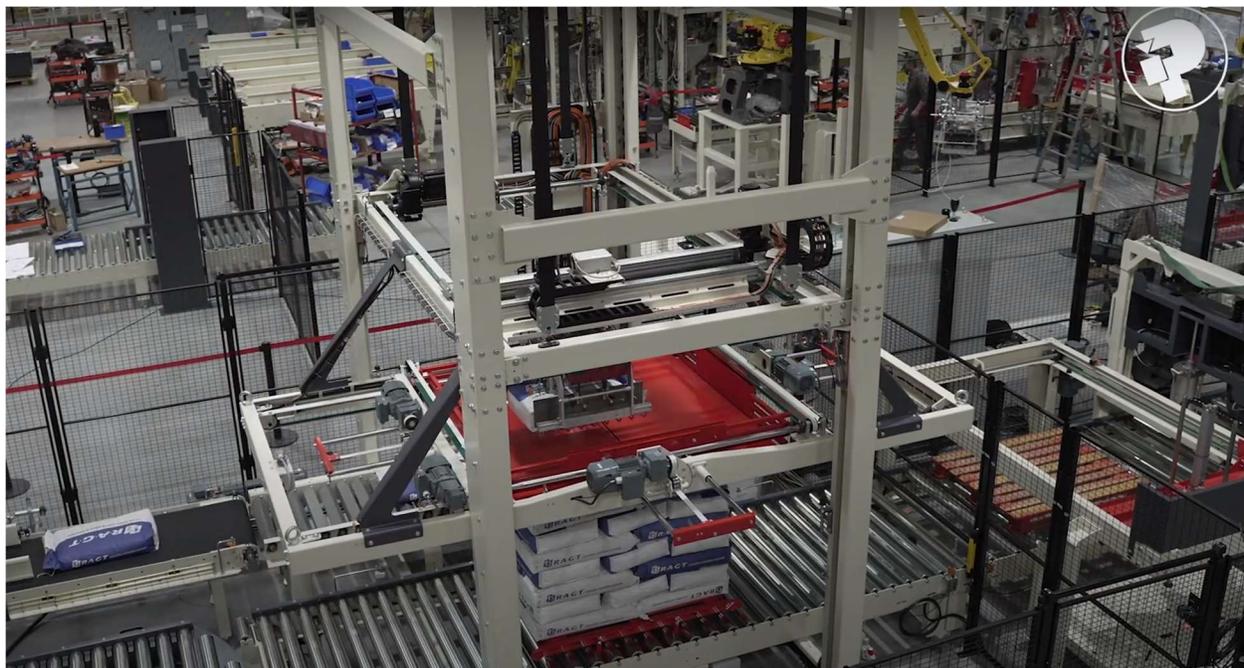
viable para solucionar el problema planteado. Una gran ventaja de este equipo es que se sustituye el trabajo humano por el robot industrial, por lo tanto, se puede cuantificar un ahorro en los costos de producción. Como parte de la investigación realizada sobre el tema se conversó con el especialista de la empresa Sistemas IQ y otro de la empresa ABB Robotics para conocer a cabalidad las ventajas de implementar un robot en el proceso productivo y la experiencia que tiene el proveedor nacional en la implementación de soluciones similares a la solicita por la empresa. A raíz de este acercamiento con el proveedor se constata que el robot tiene capacidad de mover los sacos de 46kg a una razón de 12 sacos por minuto.

Adicionalmente, tiene una vida útil de 12 a 14 años y en el mercado se encuentran equipos con más de 20 años de servicio. Además, se sabe que el costo de mantenimiento ronda los \$3000 anuales y a los 12 años se debe realizar una remanufacturación con un costo de \$15.000 (J.A. Quirós, comunicación personal, setiembre 2023). Tanto Sistemas IQ como ABB Robotic cuentan con un amplio inventario de repuestos por lo que se garantiza un soporte inmediato para atención de fallas en caso de requerirse. Por último, se realizó una visita en México a una planta donde se ensaca arena en presentación de 50kg y tienen implementado un robot para el paletizado.

La última opción investigada es el paletizado de sacos con un sistema cartesiano automatizado. Esta tecnología es ofrecida por la empresa Payper ubicada en México. Este equipo acomoda los sacos por camas y luego los libera sobre la tarima. El sistema consta de una serie de bandas transportadoras, pistones, servomotores y motorreductores que interactúan entre ellos para colocar los sacos en posición y luego lo dejan caer sobre la tarima. En la figura 9 se muestra el equipo descrito.

Figura 9

Paletizador de sacos Payper LLP90



Nota: Adaptado de *PAYPER Bagging* [Fotografía], por Payper, 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=ukK1Qe7XGJc>.

Este equipo cuenta con capacidad para paletizar sacos de 46kg a una velocidad de hasta 900 sacos por hora (Payper, 2021) lo que se traduce en 15 sacos por minuto. Esta opción se considera como viable para solucionar el problema de la empresa. Además, en esta opción también se estarían reemplazando los 18 colaboradores encargados del entarimado por este equipo.

Debido a las velocidades máximas de las tecnologías existentes, es necesario instalar un equipo independiente para cada línea de ensacado. Esto es una ventaja porque en caso de que una línea se detenga para labores de mantenimiento, la otra línea puede seguir operando sin inconvenientes.

2.3.2.1 Metodologías que se han usado

Para el desarrollo del PFG se estudian diferentes fuentes de información para lograr extraer la mayor cantidad de información útil para el proyecto.

Para la solución robótica considerada, se ha obtenido la información del fabricante ABB Robotics. Estos documentos explican con un enfoque comercial las características de su robot y su accesorio herramienta. La información específica del robot proviene de más de 40 años de investigación y desarrollo en soluciones robóticas. Estos documentos indican la capacidad del robot (180kg a 3,15m), capacidad de la herramienta (50 kg), características propias del robot (peso y dimensiones), alimentación eléctrica (220V), velocidad de movimiento (hasta 300°/s) y normativa internacional considerada por el fabricante (ABB Robotics, 2020).

Otra fuente de información consultada y de gran popularidad, es el ChatGPT. La metodología con la que trabaja esta aplicación consiste en enormes fuentes de información almacenadas en bases de datos las cuales son consultadas e interpretadas a gran velocidad por el programa para ofrecer una respuesta correcta al usuario. Esta tecnología permite consultar información básica sobre el tema de estudio para orientar y limitar la investigación del PFG a temas de mayor interés y aprovechamiento. Por ejemplo, al consultar sobre soluciones de paletizado automático, esta aplicación indicó como primeras opciones las desarrolladas en el punto 2.3.2 del presente documento (IA abierta, 2023).

Para el entendimiento de las normas SySO aplicadas a la robótica, se consultan dos documentos, uno del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) y otro de la Agencia Europea Para la Seguridad y Salud Ocupacional. El primer documento consiste en una introducción a los principales factores de riesgo que se deben considerar al implementar soluciones con robot y la recomendación de medidas preventivas para evitar accidentes (Morano, 2023). El autor desarrolla este documento en base al estudio de la normativa europea e información estadística del Centro Nacional de Condiciones del trabajo del INSST. El

resultado es un documento introductorio, de fácil comprensión y que aporta conceptos básicos a considerar en el desarrollo de proyectos de robótica. Por otra parte, el segundo documento mencionado, consiste en la recopilación y síntesis de la información aportada por expertos europeos en materia de robótica y SySO. Este documento resume las principales normativas europeas y los principales focos de atención para garantizar la seguridad en aplicaciones con robot.

Por su parte, la empresa Payper (2021) publica una serie de videos explicativos para mostrar sus tecnologías en materia de paletizado de sacos. Esta empresa se ha dedicado a la fabricación de soluciones de pesado, ensacado, costura y paletizado de sacos a nivel mundial. Estos videos son el resultado del desarrollo de equipos y explican las ventajas de su tecnología. En estos videos se menciona que los equipos cuentan con una capacidad de producción de 900 sacos por hora y se hace énfasis en la estabilidad que tiene la tarima una vez sale del proceso, teniendo un rechazo de cero tarimas mal formadas (Payper, 2021).

Finalmente, dentro de la información bibliográfica preliminar, se encuentra un documento de la Organización Internacional del Trabajo, que norma el peso máximo a trasladar por un hombre adulto de sexo masculino, indicando que este peso máximo no debe sobrepasar los 55kg (OIT, 2022).

La investigación expuesta en el numeral 2.3 de este documento, es de gran importancia para el éxito del proyecto, porque se obtiene mucha información para lograr entender el alcance del proyecto y poder determinar los puntos de interés a considerar para el desarrollo del proyecto. Entre más robusta sea la investigación preliminar, más información se tiene para el desarrollo del proyecto y, por lo tanto, se reduce la posibilidad de que se materialicen desviaciones en el desarrollo de proyecto.

2.3.3 Otra teoría relacionada con el tema en estudio

En este apartado se estudian otras teorías que sirven de sustento al presente trabajo y que sirve de complemento a lo desarrollado en el marco teórico. Inicialmente se revisan las recomendaciones de seguridad propuestas por el fabricante, luego, se estudia la normativa nacional sobre el traslado de cargas y, por último, se investigará sobre los equipos periféricos necesarios para la correcta operación de las soluciones estudiadas.

2.3.3.1 Sistemas de seguridad ocupacional en instalaciones con robots no colaborativos

Los robots industriales no colaborativos se definen como “Son aquellos robots que no están diseñados para la interacción directa con humanos en la zona de trabajo, por lo que robot y humano no pueden realizar tareas de forma simultánea” (Morano, 2023). Por lo tanto, se deben instalar resguardos de seguridad que eviten que los humanos ingresen al área de trabajo del robot mientras este esté en funcionamiento.

En entrevista con los especialistas de Sistemas IQ se indica que para la instalación de un robot es necesario instalar equipos de seguridad en tres niveles para garantizar la seguridad del operador cuando ingresa al área de trabajo del robot (J.A. Quirós, comunicación personal, setiembre 2023). La primera seguridad es la desconexión del panel de control y el panel de potencia. Este se bloquea con un candado de seguridad. La segunda seguridad es la malla perimetral y los sensores infrarrojos que la complementan. Este equipo además de proteger a la persona que ingresa, también evita que cualquier persona ingrese por error al área de trabajo del robot. Si alguna persona interrumpe los sensores infrarrojos o abre el portón de la malla perimetral, el robot se detiene inmediatamente. Por último, se debe instalar un scanner de posición el cual detecta si se encuentra algún objeto extraño dentro del área de trabajo del robot. El implementar tres niveles de seguridad en un sistema, garantiza que, si un equipo de seguridad falla, existen dos adicionales para proteger al humano.

Se debe comprender que los robots son equipos sólidos y pesados que trabajan a alta velocidad, por lo tanto, si impactan un objeto o una persona le pueden causar un daño irreparable y en el caso de una persona, le pueden provocar la muerte. Por esta razón es fundamental considerar esta información y adquirir junto con el robot todos los equipos descritos para garantizar el resguardo del equipo y principalmente de las personas que laboran en áreas aledañas al robot.

En cuanto al equipo cartesiano para el paletizado de sacos, esta es una solución completa que trae incorporados sus propios sistemas de seguridad, por lo tanto, el acceso a las partes en movimiento es muy limitado y se requiere de herramientas especializadas para tener acceso a ellos. Sin embargo, esta solución también contempla una malla perimetral y un desconector para las señales de potencia y de control.

Finalmente, se debe mencionar que la empresa está totalmente comprometida con salud y la seguridad ocupacional, por esta razón este tema es de gran interés el estudio de este apartado para el desarrollo del proyecto, pues todo lo aquí descrito se debe incluir en las especificaciones técnicas a la hora de iniciar el proceso de licitación del proyecto.

2.3.3.2 Normativa nacional sobre el traslado de cargas

En Costa Rica se tiene regulado el peso máximo que pueden trasladar los adolescentes y las mujeres en el código de trabajo, sin embargo, no existe claridad sobre el peso máximo que puede trasladar un hombre adulto.

Tabla 2

Límite máximo en el transporte manual de cargas.

Población	Peso máximo
Varones de 16 a menos de 18 años	15 kg
Varones de 18 a 21 años	20 kg
Mujeres de 16 a menos de 18 años	10 kg
Mujeres de 18 a 21 años	15kg
Mujeres de 21 años o más	20kg

Nota: Adaptado de Decreto de la Dirección de Asuntos Jurídicos del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (2013), con permiso del autor.

Por lo tanto, en el año 2013, ante la consulta realizada ante la Dirección de Asuntos Jurídicos del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, se proclamó que “el trabajador está obligado a levantar pesos de 55 kilogramos máximo en el desempeño de su trabajo, pudiendo ser menores de acuerdo con su aptitud física” (Obando, Barrantes, 2013).

Como información adicional, la Organización Internacional del Trabajo si es enfática en definir en 55kg el peso máximo que puede transportar un “trabajador adulto de sexo masculino” (OIT, 2022). En este caso la OIT no se limita el peso a la aptitud física del trabajador, como si lo hace la legislación costarricense

Bajo este entendido, se constata que la empresa no está incurriendo en un atentado contra los derechos del trabajador en tanto este cuenta con la aptitud física para soportar esta carga de trabajo. Sin embargo, el departamento de SySO de la empresa amparado en la variable de la aptitud física, indica que el peso de los sacos es considerado un riesgo laboral y por esta razón solicitó a la gerencia de planta una solución. Si bien es importante el respeto de la ley, se alaba la voluntad de la empresa para buscar una solución para que sus colaboradores no se expongan a condiciones de trabajo riesgosas.

Es importante mencionar, que en promedio las líneas de ensacado entregan alrededor de 12mil sacos por día, lo que quiere decir que cada operador de banda debe mover más de 650 sacos de 46 kg por día.

Este tema es de gran interés para el desarrollo del PFG pues forma parte de la justificación del proyecto. Es de suma importancia conocer el contenido legal detrás de este proyecto para determinar cuál es la solución idónea para la empresa. Así mismo, este proyecto demuestra el interés de la empresa por garantizar un espacio digno de trabajo para sus colaboradores, libre de peligros o condiciones de trabajo inseguras.

2.3.3.3 Equipos periféricos en instalaciones con robots industriales para el paletizado de saco

Si bien se puede considerar al robot como el personaje principal de esta solución, se debe mencionar que por sí solo no puede realizar el trabajo completo. Es aquí donde aparecen los equipos periféricos que complementan al robot para completar el sistema. Dentro de los equipos periféricos deben incluir al menos los siguientes: banda transportadora de sacos, volteador de sacos, aplanador de sacos, alimentador de tarimas, transportador de tarimas vacías, transportador de tarimas llenas, equipo eléctrico y equipos de seguridad. A continuación, se describe la función de cada uno de estos equipos.

- Banda transportadora de sacos: Es la encargada de mover el saco desde la línea de ensacado hasta el punto donde lo va a recoger el robot. Esta banda puede ser de rodillos o una banda de goma y debe contar con la capacidad necesaria de trasladar varios sacos en simultaneo. Al final debe contar con un tope para evitar que el saco se caiga.
- Volteador de sacos: Al coser el saco, este se encuentra postrado de forma vertical. El volteador de sacos se encarga de poner el saco en la posición correcta para que lo agarre el robot. Típicamente estos equipos acuestan el saco y lo voltean 90 grados, para que el saco llegue de tope con su lado más corto el final de la banda

transportadora. Existen volteadores de sacos mecánicos (no necesitan alimentación eléctrica) y volteadores de sacos electromecánicos.

- Aplanador de sacos: los sacos se llenan en posición vertical y por esta razón tienen a quedar más gruesos en la parte de abajo y más delgados en la parte de arriba. Este equipo se encarga de aplanar el saco para que su geometría sea lo más homogénea posible y de esta manera al colocarse el saco en la tarima quede en una correcta posición que garantice la estabilidad de la tarima llena.
- Alimentador de tarimas: este equipo es el encargado de almacenar las tarimas vacías y suministrarlas al robot cuando este las requiera. Estos equipos pueden almacenar hasta 10 tarimas vacías y se recargan con el uso de un montacargas. Este equipo debe ser fabricado con láminas gruesas de metal y debe estar altamente reforzado pues es colisionado constantemente por el montacargas cuando se alimentan las tarimas vacías.
- Transportador de tarimas vacías: se encargan de llevar la tarima a posición para que el robot las cargue con sacos. Estos transportadores se construyen con cadenas para facilitar el arrastre de la tarima de madera. Deben garantizar la colocación de la tarima en el menor tiempo posible para optimizar la velocidad del paletizado.
- Transportador de tarimas llenas: son las encargadas de transportar la tarima llena a la posición donde la retira el montacargas. Este transportador es muy similar al transportador de tarimas vacías, sin embargo, debe soportar un peso mucho mayor. Una tarima llena cuenta con 30 sacos de 46 kg, por lo tanto, debe dimensionarse para trasladar 3 tarimas en simultaneo de casi 1500kg cada una.
- Equipo eléctrico: el equipo eléctrico se compone de los tableros eléctricos y el cableado. Deben tener una protección de al menos IP 65 para garantizar el

correcto funcionamiento de los componentes instalados. Dentro del tablero están instalados todos los elementos de potencia del robot y las periferias y además resguarda el PLC, más conocido como el cerebro de la automatización. Esta computadora industrial es la encargada de dar instrucciones a los equipos eléctricos para que se desplacen según la secuencia programada.

- Equipos de seguridad: descritos en el apartado 2.3.3.1, son los encargados de garantizar una operación segura del paletizado de sacos con robot.

Todos estos equipos son ofertados y programados por el integrador Sistemas IQ a la hora de implementar un proyecto de paletizado con robot. Todos deben secuenciarse de manera correcta para garantizar el correcto funcionamiento del paletizador.

3 MARCO METODOLÓGICO

El presente marco metodológico muestra las fuentes, los métodos y las herramientas de investigación utilizadas, los supuestos y las restricciones y los entregables generados conforme a cada uno de los objetivos del PFG. Al respecto, es importante recordar que este documento tiene como fin elaborar un plan de gestión del proyecto para la automatización del paletizado de sacos en una planta de alimentos en harina, con el fin de optimizar los costos del proceso.

3.1 Fuentes de información

Las fuentes de información son recursos que se utilizan para obtener datos sobre uno o varios temas (Lifeder, 2022). En este sentido, se debe entender por fuentes de información todos aquellos datos, formales, informales, orales, escritos o electrónicos disponibles, de los cuales se obtiene información relevante para el desarrollo de este proceso. (Losantos, 2007).

Las fuentes de información son indispensables para el desarrollo del PFG, porque aportan toda la información a utilizar como base para el desarrollo exitoso del proyecto.

Bajo este contexto, a continuación, se presentan los diferentes tipos de fuentes de información utilizadas en este trabajo:

3.1.1 Fuentes primarias

Las fuentes primarias son las que “proporcionan información nueva, original y final en sí misma, no remiten ni complementan a ninguna otra fuente, la información que se ofrece empieza y acaba en el mismo documento” (Gallego y Junca, 2019).

Las fuentes primarias que se utilizaron en este proyecto consistieron en entrevistas con personal de la empresa, entrevistas con expertos en soluciones de paletizado, datos suministrados por la empresa y datos e información suministrada por las empresas fabricantes e integradoras de soluciones para paletizado.

3.1.2 Fuentes secundarias

Según indica la literatura, las fuentes secundarias “son aquellas que proporcionan información fruto del análisis de las fuentes primarias. No contienen información nueva, final u original, indican qué fuente o documento puede proporcionarnos la información, no contienen información acabada, siempre remiten a fuentes o documentos primarios” (Gallego y Junca, 2019).

Las fuentes secundarias que se emplearon en este proyecto consisten en libros de Administración de Proyectos, tesis de maestría, normativa nacional e internacional sobre regulaciones de SySO y sobre seguridad en procesos industriales e información audiovisual sobre soluciones de paletizado.

El resumen de las fuentes de información que se utilizaron en este proyecto se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3

Fuentes de Información Utilizadas

Objetivos	Fuentes de Información	
	Primarias	Secundarias
1. Realizar una investigación y análisis de las diferentes opciones en el mercado para recomendar la tecnología más adecuada para la aplicación con el fin de obtener la mejor cadencia y calidad de paletizado al menor costo inicial, operativo y de mantenimiento.	Procedimientos propios de la empresa. Información del caso propio de la empresa. Entrevistas con expertos en soluciones de paletizado de sacos. Entrevistas con expertos de producto de los proveedores. Entrevista con usuarios e integradores de soluciones de paletizado automatizado. ABB Robotics. (2019) FlexGripper – Claw Palletizing gripper.	Morano, MA (mayo 2023). Introducción a los aspectos ergonómicos y a otros factores de riesgos derivados del uso de robots, exoesqueletos y drones. Organización Internacional del Trabajo (2022). Convenio sobre el peso máximo. Project Management Institute, Inc. (2021). La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Project Management Institute, Inc. (2017). La Guía de los

Objetivos	Fuentes de Información	
	Primarias	Secundarias
	<p>ABB Robotics. (2020) Especificaciones del product IRB 660.</p> <p>PAYPER Bagging. (16 de diciembre de 2021) #Low_Level_Infeed Palletizer, gripper type: 900 bags/ hour [Video].</p>	<p>Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK).</p> <p>TAWI (junio, 2021). ¿Qué es un manipulador por vacío y cómo funciona?</p> <p>Artículos de internet</p>
2. Realizar un análisis financiero para garantizar la viabilidad del proyecto.	<p>Procedimientos propios de la empresa.</p> <p>Entrevista con experto financiero de la empresa.</p>	<p>Project Management Institute, Inc. (2021). La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK).</p> <p>Project Management Institute, Inc. (2023). Process Groups: A Practice Guide.</p> <p>Artículos de internet</p>
3. Desarrollar procesos descritos en el grupo de procesos de inicio y planificación con el fin de garantizar la mayor probabilidad de éxito del proyecto, el cumplimiento de los costos, la ejecución en tiempo y el cumplimiento del alcance.	<p>Procedimientos propios de la empresa.</p> <p>Entrevistas con expertos en soluciones de paletizado de sacos.</p> <p>Entrevistas con expertos de producto de los proveedores.</p> <p>Entrevista con usuarios e integradores de soluciones de paletizado automatizado.</p> <p>Entrevistas con expertos de la empresa.</p>	<p>Project Management Institute, Inc. (2021). La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK).</p> <p>Project Management Institute, Inc. (2017). La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK).</p> <p>Project Management Institute, Inc. (2023). Process Groups: A Practice Guide.</p> <p>Lledó, P. (2017). Director de Proyectos: Cómo aprobar el examen del PMP sin morir en el intento.</p> <p>Otras fuentes secundarias sobre Administración de Proyectos.</p> <p>Artículos de internet</p>
4. Proponer recomendaciones de técnicas y herramientas para dar seguimiento a	<p>Procedimientos propios de la empresa.</p> <p>Entrevistas con expertos en soluciones de paletizado de sacos.</p>	<p>Project Management Institute, Inc. (2021). La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK).</p>

Objetivos	Fuentes de Información	
	Primarias	Secundarias
la ejecución, monitoreo, control y cierre del proyecto con el fin de cumplir con el alcance, cronograma y presupuesto del proyecto.	Entrevistas con expertos de producto de los proveedores. Entrevista con usuarios e integradores de soluciones de paletizado automatizado. Entrevistas con expertos de la empresa.	Project Management Institute, Inc. (2017). La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Project Management Institute, Inc. (2023). Process Groups: A Practice Guide. Lledó, P. (2017). Director de Proyectos: Cómo aprobar el exámen del PMP sin morir en el intento. Otras fuentes secundarias sobre Administración de Proyectos. Artículos de internet

Nota: La Tabla 3 muestra las fuentes de información utilizadas, en correspondencia con cada objetivo, y según sean primarias o secundarias.

3.2 Métodos de Investigación

Los métodos de investigación son el conjunto de procedimientos lógicos a través de los cuales se plantean los problemas científicos y se pone a prueba una hipótesis y los instrumentos de trabajo investigados. El método es un elemento necesario en la ciencia; ya que sin él no sería fácil demostrar si un argumento es válido. (Ramos, 2008).

Según Rodríguez y Pérez (2017, pág. 3), el término métodos de investigación como técnica particular se refiere a las diferentes formas en que el sujeto que investiga puede interactuar con el objeto de estudio; los métodos que se pueden emplear en el proceso investigativo son múltiples y variados, determinados en última instancia por el objeto de estudio.

Al respecto, es necesario entender el desarrollo del presente documento. Este PFG consiste en la investigación sobre soluciones de paletizado de sacos en el mercado que solucionen la problemática presente, buscando una optimización del costo del proceso

productivo. Lo anterior siguiendo las buenas prácticas expuestas por el PMI® en la Guía del PMBOK® 6ta (2017) y 7ma edición (2021).

En los siguientes apartados se describen los métodos de investigación que se utilizaron en el desarrollo del presente PFG.

3.2.1 Método analítico-sintético

Este método se refiere a dos procesos intelectuales inversos que operan en unidad: el análisis y la síntesis. El análisis es un procedimiento lógico que posibilita descomponer mentalmente un todo en sus partes y cualidades, en sus múltiples relaciones, propiedades y componentes, lo que permite estudiar el comportamiento de cada parte. Por su parte, la síntesis es la operación inversa, que establece mentalmente la unión o combinación de las partes previamente analizadas y posibilita descubrir relaciones y características generales entre los elementos de la realidad (Rodríguez et al, 2017, pág. 8).

Suárez y et al (citados por Rodríguez & Pérez, 2017) expresan que utilizaron este método para resumir la búsqueda bibliográfica, lo que facilitó el análisis y la clasificación de las fuentes de información recopiladas en busca de la esencia de las ideas.

Se considera que este método es de gran utilidad para la búsqueda y el procesamiento de la información empírica, teórica y metodológica, lo que coincide plenamente con el tipo de fuentes que se consultaron en este análisis.

3.2.2 Método inductivo-deductivo

Rodríguez & Pérez (2017) describen el método inductivo de la siguiente manera:

La inducción es una forma de razonamiento en la que se pasa del conocimiento de casos particulares a un conocimiento más general, que refleja lo que hay de común en los fenómenos individuales. Su base es la repetición de hechos y fenómenos de la realidad, encontrando los rasgos comunes en un grupo definido, para llegar a

conclusiones de los aspectos que lo caracterizan. Las generalizaciones a que se arriban tienen una base empírica (pág. 9)

Por otra parte, respecto al método deductivo indican que:

Mediante la deducción se pasa de un conocimiento general a otro de menor nivel de generalidad. Las generalizaciones son puntos de partida para realizar inferencias mentales y arribar a nuevas conclusiones lógicas para casos particulares. Consiste en inferir soluciones o características concretas a partir de generalizaciones, principios, leyes o definiciones universales. Se trata de encontrar principios desconocidos, a partir de los conocidos o descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos; por ejemplo, obtener conclusiones prácticas referentes al comportamiento de alguna sustancia, en función de un principio o ley general que allí se aplica (Rodríguez & Pérez, 2017, pág. 10).

Este método se empleó para el desarrollo del PFG en cuanto permite analizar las soluciones presentadas por diferentes fabricantes y la posibilidad de replicarlas en la empresa.

3.2.3 Método de recopilación y análisis de datos

Los métodos de recopilación y análisis de datos son utilizados para recopilar, valorar y evaluar datos e información con el fin de obtener una comprensión más profunda de una situación (PMI, 2021).

Bajo este contexto, este método de investigación se utilizó principalmente para el desarrollo del análisis financiero.

En la Tabla 4, se pueden apreciar los métodos de investigación utilizados para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

Tabla 4*Métodos de Investigación Utilizados*

Objetivos	Métodos de Investigación		
	Método analítico-sintético	Método inductivo-deductivo	Método de recopilación y análisis de datos
1. Realizar una investigación y análisis de las diferentes opciones en el mercado para recomendar la tecnología más adecuada para la aplicación con el fin de obtener la mejor cadencia y calidad de paletizado al menor costo inicial, operativo y de mantenimiento.	Se analizó toda la información referente a las tecnologías expuesta en las fuentes de información y se descompuso para analizar por separado cada una de las partes y finalmente se realizó una síntesis de los aspectos más relevantes con el fin de realizar la recomendación de la tecnología más adecuada para la aplicación.	Se analizaron las recomendaciones de las distintas fuentes de información supra señaladas, en materia de las tecnologías existentes en el mercado y se establecieron las aplicables al proyecto de fondo y el PFG.	Mediante el método de recopilación y análisis de datos llamado análisis de alternativas se evaluó y seleccionó la tecnología más adecuada para la aplicación.
2. Realizar un análisis financiero para garantizar la viabilidad del proyecto.	Se analizó la información aportada en las entrevistas a los expertos en materia financiera de la empresa y las fuentes de información sobre teoría de Administración de Proyecto mediante la descomposición de cada una de sus partes. Se realizó una síntesis de cada una de estas para consolidarlo en el análisis financiero del proyecto.	A partir del análisis de distintas fuentes de información en materia de análisis financiero, se dedujo la información que debe contener el entregable de este objetivo.	Mediante el método de recopilación y análisis de datos, específicamente utilizando el método de análisis de justificación del negocio se construyó el análisis financiero del proyecto de fondo.

Objetivos	Métodos de Investigación		
	Método analítico-sintético	Método inductivo-deductivo	Método de recopilación y análisis de datos
3. Desarrollar procesos descritos en el grupo de procesos de inicio y planificación con el fin de garantizar la mayor probabilidad de éxito del proyecto, el cumplimiento de los costos, la ejecución en tiempo y el cumplimiento del alcance.	Se analizó la información expuesta en las fuentes de información sobre teoría de Administración de Proyecto para descomponer cada una de las partes que conforman cada grupo de proceso. Se realizó una síntesis de las principales áreas de conocimiento para desarrollar los procesos descritos en el grupo de proceso de inicio y planificación.	A partir de las fuentes de información y conforme a las buenas prácticas de administración de proyectos y, fue posible deducir los componentes de cada grupo de procesos descrito en este objetivo. Adicionalmente, mediante el análisis inductivo, se evaluaron la información histórica y lecciones aprendidas de la empresa para tomarlas en consideración en el desarrollo de los grupos de proceso de inicio y planificación.	Este método de análisis se empleó principalmente para el análisis de los interesados y el análisis de los supuestos y restricciones.
4. Proponer recomendaciones de técnicas y herramientas para dar seguimiento a la ejecución, monitoreo, control y cierre del proyecto con el fin de cumplir con el alcance, cronograma y presupuesto del proyecto.	Se analizó la información expuesta en las fuentes de información sobre teoría de Administración de Proyecto para descomponer cada una de las partes que conforman cada grupo de proceso. Se realizó una síntesis de las principales áreas de conocimiento para desarrollar recomendaciones pertinentes sobre en el grupo de proceso de ejecución, monitoreo, control y cierre del proyecto.	A partir de las fuentes de información estudiadas y conforme a las buenas prácticas de administración de proyectos y, fue posible deducir las principales recomendaciones en materia de técnicas y herramientas para dar seguimiento a la ejecución, monitoreo, control y cierre del proyecto.	Este método de análisis no fue empleado en este objetivo.

Nota: La Tabla 4 muestra los métodos de investigación utilizados, en correspondencia con cada objetivo.

3.3 Herramientas

Como lo expone el PMI (2017, pág. 714) una herramienta es algo tangible, como una plantilla o un programa de software, utilizado al realizar una actividad para producir un producto o resultado. Las herramientas son aquellos instrumentos que proporcionan la estructura, y controles necesarios para lograr desarrollar el trabajo requerido en el proyecto.

A continuación, se describen las herramientas que se utilizaron en el desarrollo del PFG.

El juicio de expertos consiste en recurrir al criterio de expertos mediante la utilización de los conocimientos que posee un grupo de personas como herramienta para indagar la factibilidad de su aplicación y a su vez perfeccionar y enriquecer la propuesta, mediante recomendaciones realizadas desde la experiencia individual de cada uno de los integrantes consultados (Gutiérrez J, Olvera MD, 2017).

Durante el desarrollo del proyecto, se realizaron reuniones entre el grupo de proyecto, los proveedores y expertos para desarrollar de los entregables de los grupos de proceso y para dar seguimiento al avance del proyecto.

El análisis de datos se divide en diferentes herramientas de análisis tales como, análisis de alternativas, análisis costo-beneficio, análisis de valor ganado, análisis de causa raíz, análisis de tendencia y análisis de variación (PMI, 2017). Estas herramientas se emplearon para el análisis de la información en diferentes etapas del PFG.

La toma de decisiones es una técnica para la toma de decisiones colectiva y un proceso de evaluación que maneja múltiples alternativas, con un resultado esperado en forma de acciones futuras. Estas técnicas se pueden utilizar para generar, clasificar y asignar prioridades a los requisitos del producto (PMI, 2017). Esta herramienta se utilizó para tomar de forma colectiva decisiones trascendentales para el desarrollo del proyecto, como por ejemplo la selección de la tecnología más adecuada para el proceso.

El análisis del producto consiste hacer en preguntas acerca de un producto o servicio y la formación de respuestas para describir el uso, las características y otros aspectos relevantes de lo que va a ser entregado (PMI, 2017). Mediante esta herramienta se analizó el alcance de los entregables del proyecto.

La descomposición es una técnica utilizada para dividir y subdividir el alcance del proyecto y sus entregables en partes más pequeñas y manejables (PMI, 2017). Esta herramienta se empleó para la construcción de la EDT del PFG.

Los sistemas de información para la dirección de proyectos son sistemas de información para la dirección de proyectos incluyen software de programación que ayuda a planificar, organizar y ajustar la secuencia de actividades; insertar las relaciones lógicas, valores de adelanto y retraso; y diferenciar los distintos tipos de dependencias (PMI, 2017). En el caso del PFG se utilizó MS Project para construir el cronograma del proyecto.

El método de la ruta crítica se utiliza para estimar la mínima duración del proyecto y determinar el nivel de flexibilidad en la programación de los caminos de red lógicos dentro del modelo de programación. Esta técnica de análisis de la red del cronograma calcula las fechas de inicio y finalización, tempranas y tardías, para todas las actividades, sin tener en cuenta las limitaciones de recursos, y realiza un análisis que recorre hacia adelante y hacia atrás toda la red del cronograma (PMI, 2017). Esta herramienta fue fundamental para calcular la duración del proyecto y para dar seguimiento periódico al avance y cumplimiento de este.

La planificación de pruebas e inspección consiste en determinar cómo probar o inspeccionar el producto, entregable o servicio para satisfacer las necesidades y expectativas de los interesados, así como la forma de cumplir con el objetivo para el desempeño y la fiabilidad del producto (PMI, 2017). Como parte del grupo de procesos de planificación se desarrolló un documento para inspección de los entregables del proyecto con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

La información histórica puede incluir características del proyecto (parámetros) para desarrollar modelos matemáticos a fin de predecir los costos totales del proyecto (PMI, 2017). Esta herramienta se utilizó para desarrollar el cronograma y para determinar los costos del proyecto.

El gasto de fondos debería conciliarse con los límites de financiamiento comprometidos en relación con la financiación del proyecto (PMI, 2017). La conciliación del límite de financiamiento se utilizó para definir el presupuesto del proyecto de fondo.

El financiamiento implica la adquisición de fondos para los proyectos. Si un proyecto es financiado externamente, la entidad financiera puede tener ciertos requisitos que deben cumplirse (PMI, 2017). Si bien el proyecto es financiado por la propia empresa, se deben respetar una serie de pautas para tener acceso a los fondos, por esta razón se empleó esta herramienta para el desarrollo del análisis financiero.

El control de cambios está orientado a identificar, documentar y aprobar o rechazar los cambios a los documentos, entregables o líneas base del proyecto (PMI, 2017). El control de cambios se utilizó para documentar la aprobación o rechazo de los cambios surgidos durante el desarrollo del proyecto.

Una inspección consiste en el examen del producto de un trabajo para determinar si cumple con los estándares documentados. Por lo general, los resultados de las inspecciones incluyen mediciones y pueden llevarse a cabo en cualquier nivel (PMI, 2017). Esta herramienta se utilizó dentro de las recomendaciones para la gestión de los grupos de proceso de ejecución, monitoreo, control y cierre.

La generación de informes del proyecto es el acto de recopilar y distribuir información del proyecto. La información del proyecto se distribuye entre muchos grupos de interesados y debe adaptarse para proporcionar información a un nivel y con un formato y grado de detalle adecuados para cada tipo de interesado (PMI, 2017). Se recomendó la realización de informes

del proyecto para garantizar una correcta gestión de las comunicaciones hacia los interesados del proyecto.

En la Tabla 5, se definen las herramientas utilizadas para cada objetivo propuesto.

Tabla 5

Herramientas Utilizadas

Objetivos	Herramientas
1. Realizar una investigación y análisis de las diferentes opciones en el mercado para recomendar la tecnología más adecuada para la aplicación con el fin de obtener la mejor cadencia y calidad de paletizado al menor costo inicial, operativo y de mantenimiento.	Juicio de expertos, reuniones, análisis de datos, toma de decisiones, y análisis del producto.
2. Realizar un análisis financiero para garantizar la viabilidad del proyecto.	Juicio de expertos, reuniones, análisis de datos, toma de decisiones, revisar la información histórica, conciliación del límite de financiamiento y financiamiento.
3. Desarrollar procesos descritos en el grupo de procesos de inicio y planificación con el fin de garantizar la mayor probabilidad de éxito del proyecto, el cumplimiento de los costos, la ejecución en tiempo y el cumplimiento del alcance.	Juicio de expertos, reuniones, análisis de datos, toma de decisiones, análisis del producto, descomposición, sistemas de información para la dirección de proyectos, método de la ruta crítica y planificación de pruebas e inspección.
4. Proponer recomendaciones de técnicas y herramientas para dar seguimiento a la ejecución, monitoreo, control y cierre del proyecto con el fin de cumplir con el alcance, cronograma y presupuesto del proyecto.	Juicio de expertos, reuniones, análisis de datos, toma de decisiones, herramientas de control de cambios, inspección, sistemas de información para la dirección de proyectos y presentación de informes del proyecto.

Nota: La Tabla 5 muestra las herramientas utilizadas, en correspondencia con cada objetivo.

3.4 Supuestos y restricciones

Los supuestos son los factores que son aceptados como verdaderos y deberían ocurrir para el éxito del proyecto. Por ejemplo, los trabajadores no se enfermarán. Por su parte las restricciones son elementos que limitan al proyecto (Lledó, 2017).

Los supuestos del proyecto son un aspecto esperado del ciclo de vida del proyecto y agregan un elemento de riesgo porque pueden no ser precisos o no llegar a buen término. Las suposiciones del proyecto que han demostrado ser falsas a menudo se convierten en restricciones y pueden causar reveses o limitaciones importantes en un objetivo (LHH, 2023).

Por otra parte, existen seis principales restricciones en la gestión de proyectos que están relacionadas con los costos, el tiempo, el alcance, la calidad, los recursos y los riesgos (Asana, 2022).

Como parte del proceso de planificación del PFG, en el Acta de Constitución correspondiente se establecieron los supuestos y restricciones tomados en cuenta en el proyecto, los cuales se presentan en la siguiente tabla para cada uno de los objetivos específicos:

En la tabla 6 se exponen los supuestos y restricciones para cada objetivo.

Tabla 6

Supuestos y restricciones

Objetivos	Supuestos	Restricciones
1. Realizar una investigación y análisis de las diferentes opciones en el mercado para recomendar la tecnología más adecuada para la aplicación con el fin de obtener la mejor cadencia y calidad de	<p>Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa para desarrollar la investigación y análisis.</p> <p>Se tiene acceso a la información comercial de los oferentes de la tecnología para desarrollar el PFG.</p> <p>Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar este objetivo.</p>	<p>Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.</p> <p>El proyecto debe desarrollarse en apego a la legislación nacional y las políticas de gestión ambiental de la empresa para garantizar el resguardo de los recursos naturales.</p>

Objetivos	Supuestos	Restricciones
paletizado al menor costo inicial, operativo y de mantenimiento.	<p>Se tiene acceso a la tecnología necesaria para desarrollar el proyecto.</p> <p>Se cuenta con espacio suficiente, capacidad eléctrica y neumática para instalar los equipos en planta.</p>	<p>En el país solo existe una empresa especializada en soluciones de paletizado con robot.</p> <p>La tecnología seleccionada para el proyecto debe cumplir con los estándares de automatización y TI de la empresa.</p> <p>Se cuenta con un presupuesto limitado de \$600.000 para el proyecto.</p>
2. Realizar un análisis financiero para garantizar la viabilidad del proyecto.	<p>Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa para desarrollar el trabajo.</p> <p>Se tiene acceso a la información comercial de los oferentes de la tecnología para desarrollar el análisis financiero.</p> <p>Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar el análisis financiero.</p> <p>Se cuenta con el apoyo de personal especialista del departamento financiero de la empresa para la realización del análisis financiero.</p>	<p>Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.</p> <p>El proyecto debe desarrollarse en apego a la legislación nacional y las políticas de gestión ambiental de la empresa para garantizar el resguardo de los recursos naturales.</p> <p>Para realizar el análisis financiero, la empresa exige contar con información detallada y justificada del costo del proyecto, ahorros generados y costos adicionales (mantenimiento, personal, entre otros).</p> <p>La empresa cuenta con tasas de descuento previamente establecidas que se deben respetar a la hora de realizar el análisis financiero.</p>
3. Desarrollar procesos descritos en el grupo de procesos de inicio y planificación con el fin de garantizar la mayor probabilidad de éxito del proyecto, el cumplimiento de los costos, la ejecución en tiempo y el	<p>Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa para desarrollar el trabajo.</p> <p>Se tiene acceso a la información comercial de los oferentes de la tecnología para desarrollar el PFG.</p> <p>Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar este objetivo.</p>	<p>Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.</p> <p>El proyecto debe desarrollarse en apego a la legislación nacional y las políticas de gestión ambiental de la empresa para garantizar el resguardo de los recursos naturales.</p>

Objetivos	Supuestos	Restricciones
cumplimiento del alcance.	Se cuenta con el conocimiento necesario para desarrollar ambos grupos de proceso.	
4. Proponer recomendaciones de técnicas y herramientas para dar seguimiento a la ejecución, monitoreo, control y cierre del proyecto con el fin de cumplir con el alcance, cronograma y presupuesto del proyecto.	<p>Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa para desarrollar el trabajo.</p> <p>Se tiene acceso a la información comercial de los oferentes de la tecnología para desarrollar este objetivo.</p> <p>Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar este objetivo.</p> <p>Se cuenta con el conocimiento necesario para desarrollar recomendaciones para los tres grupos de proceso.</p>	<p>Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.</p> <p>El proyecto debe desarrollarse en apego a la legislación nacional y las políticas de gestión ambiental de la empresa para garantizar el resguardo de los recursos naturales.</p>

Nota: La Tabla 6 muestra supuestos y restricciones utilizadas en correspondencia con cada objetivo.

3.5 Entregables

Un entregable se define como cualquier producto, resultado o capacidad única y verificable para ejecutar un servicio que se debe producir para completar un proceso, una fase o un proyecto (PMI, 2021, p.242).

El Consejo Nacional de Evaluación y Fomento de Proyectos Artístico-Culturales de Uruguay (s.f, p.1) amplía el concepto indicando que se trata de cualquier producto medible y verificable que se elabora para completar un proyecto o parte de este. Existen entregables intermedios (internos) que se utilizan para producir los entregables finales que validará el cliente del proyecto. Los entregables ayudan a comprobar el avance del trabajo en el proyecto para ser monitoreado y brindar el seguimiento del caso.

En la tabla 7 se exponen los entregables para cada objetivo.

Tabla 7*Entregables*

Objetivos	Entregables
1. Realizar una investigación y análisis de las diferentes opciones en el mercado para recomendar la tecnología más adecuada para la aplicación con el fin de obtener la mejor cadencia y calidad de paletizado al menor costo inicial, operativo y de mantenimiento.	Investigación y análisis de las diferentes opciones de paletizado automático en el mercado. Este entregable es un informe donde se exponen al menos dos opciones de soluciones de paletizado automático disponibles para ser adquiridas por la empresa.
2. Realizar un análisis financiero para garantizar la viabilidad del proyecto.	Análisis financiero. Este entregable es un documento aprobado por el departamento financiero de la empresa necesario para la liberación del presupuesto del proyecto.
3. Desarrollar procesos descritos en el grupo de procesos de inicio y planificación con el fin de garantizar la mayor probabilidad de éxito del proyecto, el cumplimiento de los costos, la ejecución en tiempo y el cumplimiento del alcance.	Desarrollo del grupo de procesos de Inicio. Desarrollo del grupo de procesos de Planificación. Este entregable agrupa los planes de gestión de cada una de las áreas de conocimiento que forman parte del grupo de proceso de Inicio y Planificación.
4. Proponer recomendaciones de técnicas y herramientas para dar seguimiento a la ejecución, monitoreo, control y cierre del proyecto con el fin de cumplir con el alcance, cronograma y presupuesto del proyecto.	Recomendaciones para el grupo de procesos de Ejecución. Recomendaciones para el grupo de procesos de Monitoreo y Control. Recomendaciones para el grupo de procesos de Cierre. Este entregable agrupa una serie de recomendaciones clave para garantizar el éxito en la gestión de los grupos de proceso de Ejecución, Monitoreo y Control y Cierre. El cumplimiento de las recomendaciones es indispensable para el cumplimiento del alcance, tiempo y costo del proyecto.

Nota: La Tabla 7 muestra los entregables del proyecto, en correspondencia con cada objetivo.

4 DESARROLLO

4.1 Investigación y análisis de las diferentes opciones de paletizado automático en el mercado

En este apartado, se analizan las diferentes opciones disponibles en el mercado que pueden implementarse como solución al problema de fondo. Por lo tanto, se debe realizar un análisis exhaustivo dentro de las restricciones presupuestarias impuestas por la organización y la tecnología disponible para generar una lista preliminar de requisitos. Esta lista es el insumo para determinar el alcance en la sección 4.1.3 del grupo de procesos de planificación. Para realizar la investigación y análisis requerido es importante en primera instancia plantear las características del producto a paletizar, luego se deben conocer las características del equipo requerido, seguido de las opciones más viables existentes en el mercado y por último analizar y evaluar las opciones para recomendar la mejor opción para el paletizado automático de sacos.

4.1.1 Características del producto

El producto que se ensaca es producto terminado en presentación en harina con una granulometría que ronda entre los 400 μm y los 800 μm y una densidad cercana a los 550 kg/m³. El saco que se utiliza en el proceso de ensacado es un saco de rafia con dimensiones de 107cm de largo y 65,5cm de ancho. El saco lleno con producto terminado tiene una dimensión promedio de 85cm de largo, 57cm de ancho y 18cm de alto. La tarima que se utiliza para paletizar los sacos está fabricada en madera, pero cuenta con medidas fuera del estándar industrial. Las dimensiones de la tarima son de 1,7m de largo, 1,4m de ancho y 0,15m de alto, con un peso por tarima de 100kg. El paletizado consta de 30 sacos colocados en 6 camas de 5 sacos cada una, posicionados sobre una tarima de madera. En la Figura 10 se observa una tarima con sacos de arena dispuestos en 8 camas de 5 sacos cada una. Esta imagen ejemplifica la disposición que se utiliza en la empresa.

Figura 10*Tarima paletizada*

Nota: La Figura 10 muestra un ejemplo de una tarima paletizada de 8 camas y 5 sacos por cama, autoría propia.

4.1.2 Características del equipo requerido

El equipo requerido por la empresa para la automatización del paletizado de sacos debe ser capaz de paletizar sacos de 46kg a una razón de 12 sacos por minuto en cada una de las dos líneas de ensacado. Debe contemplar la alimentación automática de las tarimas y la colocación del cartón sobre la tarima vacía, así como la alimentación automática de los sacos de harina. Las dimensiones de la solución deben adecuarse al espacio disponible en planta (26

m de largo y 8,5 m de ancho). Adicionalmente, la acometida eléctrica disponible en planta es de 480 +/- 5% VAC trifásico a 60Hz y la disponibilidad de aire comprimido es de 40 cfm @ 120 psi. Los equipos deben contar con una protección al polvo y agua de al menos IP 65. Los tableros eléctricos no deben permitir el ingreso de polvo y todo el cableado debe ser entubado para protegerlo de roedores. El equipo debe ser fabricado en cumplimiento con la normativa IEC o ANSI (no se admite combinación de ambas normas).

En cuanto a los componentes de la solución, los equipos de automatización y accesorios eléctricos deben ser de la marca Allen Bradley o Siemens, los robot de la marca ABB, Fanuc, Yaskawa o Kuka, los motores y reductoras deben ser de la marca ABB, Baldor, Siemens, SEW o Dodge, los rodamientos deben ser marca SKF o NTN y los componentes neumáticos deben ser de la marca SCM, Norgrem o Festo. En caso de sugerir una marca distinta a las mencionadas se debe comprobar su calidad. Esta restricción se da porque la empresa cuenta con un amplio stock de repuestos en las marcas de componentes mencionados, por lo tanto, limita las marcas para contener el crecimiento de su inventario de repuestos.

Por último, la solución de paletizado automático debe contar con dispositivos para el resguardo de la salud y seguridad de las personas que transiten cerca de ellos. Es necesario que la solución contemple un perímetro en malla que impida el acceso de personas al área de trabajo del robot y cortinas laser para limitar las secciones de entrada de sacos y salida de tarimas terminadas. El acceso de personas debe contar con una cerradura de seguridad que solo permita su apertura si los equipos están desconectados y dentro del área de operación del robot debe instalarse un scanner de posición para detectar si alguna persona u objeto viola el perímetro de seguridad. Adicionalmente, los tableros deben permitir el bloqueo de los equipos y la colocación de dispositivos de bloqueo y etiquetado.

4.1.3 Investigación de las diferentes opciones de paletizado automático en el mercado

Como se expuso en el apartado 2.3.2 existen dos tecnologías que cumplen con el alcance esperado por la empresa al implementar la automatización del paletizado de sacos. La primera consiste en paletizar los sacos con un robot equipado con una pinza especial para la manipulación de sacos y la segunda es un sistema cartesiano automático que acomoda los sacos por camas para luego liberarlos sobre la tarima. Ambas soluciones cuentan con capacidad de paletizar los sacos de 46kg a una razón de 12 sacos por minuto, por lo que se requiere en ambos escenarios un equipo completo para cada línea de producción.

En entrevista con los proveedores de ambas tecnologías, se constatan varias diferencias entre ambas soluciones propuestas. En primera instancia, se comprueba que ambas tecnologías pueden paletizar sacos de hasta 50kg a alta velocidad, sin embargo, la calidad de la tarima terminada con sacos formada por el sistema cartesiano es más estable que la formada con un robot paletizador. Esto se da porque el robot supone que todos los sacos poseen las mismas dimensiones, pero en la realidad, entre un saco y otro existen pequeñas diferencias de tamaño. Este fenómeno trae como consecuencia que el robot pueda colocar un saco traslapado con otro, causando que se desestabilice la estiba de sacos. Por su parte, el sistema cartesiano compacta los cinco sacos que conforman una cama antes de liberar la cama, evitando que los sacos se traslapen. En cuanto a la vida útil, el robot cuenta con una mayor vida útil debido a que sus ciclos de trabajo son más cortos. En el sistema cartesiano existen más componentes sometidos a desgaste y con ciclos de trabajo prolongados. Esto trae como consecuencia una menor vida útil y en adición, los costos de mantenimiento del sistema cartesiano son mayores. En cuanto al apartado de mantenimiento, el sistema cartesiano presenta mayor cantidad de fallos que el robot, sin embargo, estos fallos son fáciles de resolver y no requieren de personal altamente calificado en robótica industrial. Por su parte, el robot falla

muy poco, pero las fallas son más difíciles de resolver y en ocasiones se requiere de personal experto para recuperar los equipos. Por último, a partir de las investigaciones realizadas sobre ambas tecnologías se constató que el precio de los robots ronda los 500 o 600 mil dólares para el proyecto completo (ambas líneas de ensacado) y la solución con sistema cartesiano es mucho más costosa, pues ronda los 900 mil a un millón de dólares. Toda la información mencionada se resume en el cuadro comparativo expuesto en la Figura 11.

Figura 11

Comparación del paletizado con robot y del paletizado con sistema cartesiano

	Robot	Sistema Cartesiano
Velocidad de Paletizado	alto	alto
Calidad de las Estibas	media	alta
Vida Útil	12-14 años	10 años
Cadencia de Fallos	muy baja	moderada
Costo de Mantenimiento	moderado	alto
Dificultad de Mantenimiento	alto	bajo
Precio	\$500.000 a \$600.000	\$900.000 a \$1.000.000

Fuente: Realización propia.

4.1.4 Análisis de las diferentes opciones de paletizado automático en el mercado

Tomando en cuenta la investigación realizada en el apartado anterior, se constata que ambas soluciones cumplen con el alcance esperado por la empresa, por lo tanto, la elección de una tecnología u otra radica en pequeños detalles que ofrecen cada una de las opciones.

Un aspecto importante por considerar es que la empresa que ofrece la solución de paletizado con robot es una empresa nacional con la cual la empresa tiene una relación comercial y ha desarrollado otros proyectos en el pasado, por lo tanto, el acceso a soporte y servicio post venta es mucho más ágil y efectivo con esta empresa. Este aspecto es de vital importancia pues le resta peso a la variante “dificultad de mantenimiento” y da seguridad a la empresa sobre la confiabilidad de los equipos.

Para analizar la problemática que se presenta en el paletizado con robots, en cuanto a la estabilidad de las tarimas terminadas con sacos, se realizó una visita a una empresa que cuenta con esta tecnología instalada. En la visita se constató que el fenómeno de traslape entre sacos se puede controlar desde el llenado y cocido de los sacos entrenando al personal que interviene en estas tareas. En otras palabras, si la costura de los sacos es siempre a la misma altura del saco, este problema se elimina por completo. Adicionalmente, la solución de paletizado con robot cuenta con unos rodillos aplanadores que homogenizan la distribución del alimento dentro del saco dando una forma constante y repetitiva a los sacos. Por lo tanto, gracias a la visita se puede constatar que la estabilidad de las tarimas terminadas no representa un aspecto para el descarte de la tecnología.

Finalmente, uno de los aspectos más importantes es el costo de ambas tecnologías. La solución de paletizado con robot tiene un costo que se encuentra dentro del presupuesto del proyecto y, al contrario, el costo del robot cartesiano supera el presupuesto disponible para el proyecto en casi de un 100%.

Tomando en consideración la importancia del cumplimiento de los costos del proyecto, la solución más recomendable y viable para el proyecto es la implementación de un sistema automático de paletizado con robot.

Con base en la información recopilada en este apartado, se construye la lista preliminar de requisitos, la cual agrupa las características necesarias y deseables de los equipos. Esta información es un insumo para la planificación del alcance que se desarrolla en la sección 4.3.3 de este documento.

Figura 12*Requisitos Preliminares del Proyecto*

Requisitos Preliminares del Proyecto			
Nombre del Proyecto	Automatización del Paletizado de Sacos		
Gerente del Proyecto		Fecha	1/3/2024
Requisitos productivos			
<p>Se requiere adquirir un equipo que sea capaz de paletizar sacos de 46kg a una razón de 12 sacos por minuto, generando tarimas con 30 sacos, dispuesta en 6 camas de 5 sacos cada una. Las tarimas deben ser armadas y despachadas para que las tome un montacargas y las traslade el centro de distribución.</p> <p>El equipo debe acoplarse a las dimensiones del saco y tarimas utilizadas en la empresa.</p> <p>La solución implementada debe ser totalmente automática y permitir la eliminación de 18 plazas de operador de línea.</p>			
Requisitos del robot paletizador			
<p>El robot debe ser de la marca ABB, o equivalente en calidad y respaldo, con capacidad para soportar hasta 50kg de peso a 130°/s y con un movimiento en 4 ejes de acción.</p> <p>Debe estar acoplado a una herramienta de sujeción especial para el levantamiento de sacos.</p> <p>El equipo debe ser capaz de lograr la formación de estivas estables en todas las repeticiones.</p> <p>Debe contar con su debido tablero de potencia, tablero de control y estar programado para realizar de forma automática el proceso de paletizado de los sacos. Deben ser fabricado en cumplimiento con la normativa IEC o ANSI (no se admite combinación de ambas normas).</p> <p>El equipo debe trabajar con una conexión a 480 +/- 5% VAC trifásico a 60Hz y no sobrepasar el consumo de aire comprimido es de 40 cfm @ 120 psi.</p> <p>Debe contar con una protección al polvo y agua de al menos IP 65.</p>			
Requisitos de la solución de paletizado			
<p>La solución de paletizado debe incluir para cada una de las líneas de ensacado un transportador con volteador y aplanador de sacos que traslade los sacos desde la estación de costura hasta la posición en que el robot toma los sacos.</p> <p>Debe incluir un alimentador de tarimas de madera diseñado según las dimensiones de las tarimas en uso en la empresa. El alimentador de sacos debe ser capaz de almacenar al menos 8 tarimas vacías.</p> <p>Debe contar con un colocador de láminas de cartón sobre la tarima vacía.</p>			

Debe contar con un transportador que traslade la tarima vacía hasta la posición de carga de sacos y luego traslade la tarima cargada hasta la posición de salida para que la tome el montacargas. El equipo debe trabajar con una conexión a 480 +/- 5% VAC trifásico a 60Hz y no sobrepasar el consumo de aire comprimido es de 40 cfm @ 120 psi.

Debe contar con una protección al polvo y agua de al menos IP 65.

Los componentes de la solución, los equipos de automatización y accesorios eléctricos deben ser de la marca Allen Bradley o Siemens, los motores y reductoras deben ser de la marca ABB, Baldor, Siemens, SEW o Dodge, los rodamientos deben ser marca SKF, Dodge o NTN y los componentes neumáticos deben ser de la marca SCM, Norgrem o Festo. En caso de sugerir una marca distinta a las mencionadas se debe comprobar su calidad.

Todas las conexiones eléctricas deben estar entubadas y ancladas a nivel de piso.

Requisitos de seguridad

La instalación del robot debe contar con la colocación de una malla perimetral, instalación de cortinas infrarrojas en las secciones donde ingresan las tarimas, los sacos y donde salen las tarimas cargadas. Adicionalmente se deben agregar switches de seguridad en las puertas, que no permitan su apertura si el robot está energizado, un escáner de posición como medida de seguridad redundante, paros de emergencia junto a los tableros de control y potencia, los ingresos de personas y las cortinas infrarrojas y dispositivos de desconexión que permitan la colocación de dispositivos LOTO.

Durante la ejecución del proyecto es indispensable que los contratistas cumplan las normativas de seguridad de la planta, cuenten con el permiso de trabajo debidamente llenado y aprobado, porten su equipo de protección personal y cuenten con certificados como personas competentes para realizar trabajos en altura, trabajos en caliente, corte y soldadura y de bloqueo y etiquetado.

Requisitos del capital humano

El proyecto debe mantenerse como confidencial hasta que se autorice la divulgación de este. Se deben firmar acuerdos de confidencialidad para garantizar la protección de la información.

El personal afectado por la automatización del proceso productivo debe ser reubicado a otros puestos de trabajo de la empresa. Esto es posible debido a la cantidad de fábricas que son propiedad de los dueños de la empresa y a la cantidad de puestos de trabajo que contrata la empresa por mes.

Se deben garantizar las garantías sociales de los colaboradores reubicados.

Realizado por		Equipo de Proyecto
Aprobado por		Gerente del Proyecto

4.2 Análisis financiero

El propósito del análisis financiero es evaluar el proyecto desde la perspectiva financiera para determinar si el proyecto es rentable o no. Por políticas de la empresa, todos los proyectos con un presupuesto superior a los \$250.000, para ser aprobados, deben contar con un análisis financiero donde el VAN sea positivo y el TIR superior al 13,75% en un periodo de evaluación de 10 años.

Para construir el análisis financiero se conocen los ahorros generados por el proyecto, la inversión inicial y los gastos incrementales asociados a la implementación del proyecto (gastos en energía eléctrica, mantenimiento y depreciación). Para el proyecto Automatización del Paletizado de sacos se toman las siguientes consideraciones:

- La implementación del paletizado automático supone un ahorro de capital humano de \$75.043 durante el primer año y \$150.437 a partir del segundo año. Este ahorro se obtiene del salario y cargas sociales resultantes de la reubicación de los 18 colaboradores. Este ahorro fue suministrado y validado por el departamento de Recursos Humanos de la empresa.
- Los gastos incrementales que se visualizan con esta inversión son: depreciación, gastos de mantenimiento y energía eléctrica asociados a la nueva inversión.
- Los gastos de mantenimiento se calculan a partir de la información proporcionada por el fabricante de los equipos. Se considera un primer mantenimiento a las 6.000 horas de trabajo durante el año 1 por un valor de \$2.800, un mantenimiento cada 24,000 horas, cada 3 años y 8 meses, por \$3.900 y un pago anual de \$1200 a partir del año 2 por concepto del contrato de mantenimiento con el fabricante.
- Considerando el consumo energético de los equipos y el costo del kWh se estima un gasto por consumo eléctrico de \$3.486 por año.

Adicionalmente, se toman los siguientes supuestos financieros:

- Se considera una depreciación en línea recta de 10 años según las políticas de la empresa.
- El impuesto de la renta es del 13%.
- El tipo de cambio aprobado por la empresa para el periodo 2024 es de 564,68 colones por dólar.
- La tasa de descuento aprobada para el periodo 2024 es de %13,75

A partir de la información considerada, se construye la tabla de cálculo que se presenta en la figura 13 la cual presenta los ahorros generados por el proyecto, los costos y gastos del proyecto y el flujo de efectivo, datos necesarios para al cálculo del VAN y el TIR del proyecto.

Figura 13**Análisis Financiero**

Descripción	Año 0	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Ahorro		75 043	150 437	150 437	150 437	150 437	150 437	150 437	150 437	150 437	150 437
Total Ahorro		75 043	150 437								
Gastos Incrementales:											
Depreciación	-	55 145	55 145	55 145	55 145	55 145	55 145	55 145	55 145	55 145	55 145
Consumo eléctrico	-	3 468	3 468	3 468	3 468	3 468	3 468	3 468	3 468	3 468	3 468
Mantenimiento	-	2 800	1 200	1 200	5 100	1 200	1 200	1 200	5 100	1 200	1 200
Total Gastos	-	61 414	59 814	59 814	63 714	59 814	59 814	59 814	63 714	59 814	59 814
Ahorro neto		13 630	90 623	90 623	86 723	90 623	90 623	90 623	86 723	90 623	90 623
(-) impuestos sobre la renta	-	1 772	11 781	11 781	11 274	11 781	11 781	11 781	11 274	11 781	11 781
(+) Depreciación		55 142	55 142	55 142	55 142	55 142	55 142	55 142	55 142	55 142	55 142
(+) Devolución inversión											
(-) Inversión inicial	-	551 453									
Flujo de efectivo	-	551 453	67 000	133 984	133 984	130 591	133 984	133 984	133 984	130 591	133 984
Perpetuidad											
Factor de descuento	1,00	0,88	0,77	0,68	0,60	0,53	0,46	0,41	0,36	0,31	0,28
Flujo de efectivo descontado	-	551 453	58 900	103 547	91 029	77 998	70 350	61 845	54 368	46 585	42 018

Tasa de descuento	13,75%
Descuento flujo	643 577
Inversión Inicial	- 551 453
VAN	92 124,16
TIR	17,59%

Nota: La Figura 13 muestra el análisis financiero para el Proyecto Automatización del Paletizado Sacos.

De la figura anterior se constata que el VAN es superior a cero y que el TIR es superior a 13,75 por lo tanto, el resultado del análisis financiero es positivo y se le da viabilidad financiera a la inversión. Por lo tanto, se aprueba el proyecto para su ejecución, con lo cual se procede con la planificación del proyecto. Adicionalmente, cabe destacar que el periodo de recuperación de la inversión es 4,6 años por lo cual se considera a corto plazo según las políticas de la empresa y le da una categoría de prioridad al proyecto. Se debe aclarar que la viabilidad financiera del proyecto depende del ahorro generado por la reubicación del personal, en este sentido, si el ahorro real es inferior al 85% de lo indicado por el departamento de Recursos Humanos, el TIR sería inferior al 13,75% y el VAN negativo, lo que haría que el proyecto fuera financieramente inviable.

4.3 Desarrollo del grupo de procesos de Inicio y Planificación

En este apartado se desarrollan las diferentes etapas de los grupos de procesos de Inicio y Planificación según la Guía del PMBOK® 6ta (2017). Específicamente se desarrollan los documentos correspondientes a cada Área de Conocimiento con el afán de contar con toda la documentación necesaria para garantizar el éxito del proyecto.

En esta sección se pone en práctica todo el conocimiento adquirido en cuanto a la administración de proyectos con el afán de desarrollar procesos robustos que agreguen valor a la organización y a los involucrados en el proyecto. De esta manera, se busca el cumplimiento de los objetivos del proyecto, además de generar un desarrollo personal en todas las personas que participen en el éxito del proyecto.

4.3.1 Acta del proyecto

El Acta del Proyecto es “un documento que autoriza formalmente la existencia de un proyecto y confiere al director de proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización las actividades del proyecto. Los beneficios clave de este proceso son que proporciona un vínculo directo entre el proyecto y los objetivos estratégicos de la organización, crea un registro formal del proyecto y muestra el compromiso de la organización con el proyecto” (PMI®, 2017, p.75). Por esta razón, es de real importancia incluir dentro del Acta del Proyecto toda la información detallada y de manera específica para buscar que sea un documento de real apoyo y que contenga toda la información necesaria para que sea guía en el desarrollo del proyecto. A continuación, se detalla el Acta del Proyecto Automatización del Paletizado de sacos.

Figura 14

Acta del Proyecto

ACTA DEL PROYECTO		
Fecha	Nombre de Proyecto	
01/10/23	Automatización del paletizado de sacos	
Tipo de proyecto:	Predictivo	
Áreas de conocimiento / grupos de proceso	Área de aplicación (Sector / Actividad)	
Procesos: Proceso de inicio, proceso de planificación, proceso de ejecución, proceso de control, proceso de cierre. Áreas de conocimiento: Integración, alcance, cronograma, costo, calidad, recursos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones, interesados.	Agro industrial	
Fecha tentativa de inicio	Fecha tentativa de finalización	Duración (meses)
01/01/24	25/06/25	19 meses.
Objetivos del proyecto (general y específicos)		
Objetivo general: Automatizar el proceso de paletizado de sacos para optimizar el costo operativo del proceso Objetivos específicos: <ol style="list-style-type: none"> 1. Instalación de dos brazos robóticos para automatizar el paletizado de sacos en las dos líneas de ensaque de la PAB. 2. Eliminar plazas y reducir los costos asociados a ellas para mejorar los costos del proceso productivo. 3. Eliminar el proceso de paletizado manual por ser considerado por SySO como un proceso no ergonómico y de alto riesgo. 		
Justificación o propósito del proyecto (Aporte y resultados esperados)		
El proceso de paletizado de la fabrica se realiza actualmente de forma manual. Se cuenta con 18 colaboradores (ayudante de planta) que reciben los sacos de 46kg en el hombro y los colocan sobre una tarima. Este proceso es considerado de alto riesgo por parte del departamento de Salud y Seguridad Ocupacional (SySO) y generador de enfermedades laborales. Adicionalmente, estas 18 plazas generan costos asociados a las garantías sociales de los colaboradores (horas extras, subvenciones, uniformes, etc). Se estima un potencial ahorro de 180mil dólares anuales al automatizar estas plazas.		

Este proyecto consiste en instalar dos brazos robóticos programados para recoger los sacos de alimento de una banda transportadora y colocarlos en una tarima previamente alistada con su hoja de cartón. Cada robot es exclusivo para una línea de ensaque, sin embargo. Adicionalmente se cuenta con un sistema de seguridad perimétrico que garantiza ambiente de trabajo seguro.

Para la implementación del proyecto se deben contratar con 3 operadores especializados para la operación de los robots. Adicionalmente, los costos de mantenimiento preventivo asociados al proyecto se distribuyen en un primer mantenimiento a las 6000h (aproximadamente 11 meses) por un costo de \$2800 y luego se realizan mantenimientos cada 24000h (aproximadamente cada 3 años y 8 meses) por un costo de \$3900. La vida útil de cada robot es de 20 años según expresa el fabricante.

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

El producto final contempla la instalación y puesta en marcha de dos brazos robóticos con capacidad para paletizar sacos de 46kg a una razón de 12 sacos por minuto, dos apiladores de tarimas con colocación de hoja de cartón y transportador de tarimas y varias bandas transportadoras para el traslado de los sacos de producto terminado. Además se incluye la instalación y conexión de tableros de control y potencia para las celdas de paletizado y el sistema de cerramiento de seguridad, cortinas de seguridad, interruptores de seguridad de puertas y relé de seguridad. Con la entrega se deben incluir los manuales e instructivos para la operación de los equipos instalados y dar capacitación al personal de planta para la operación y mantenimiento de los equipos instalados.

El producto instalado debe ser avalado por el departamento SySO y calidad de la empresa.

Por último, se contempla la reubicación de personal de las líneas de enfarde y contratación de personal nuevo para la operación de los robots paletizadoras. Este proceso debe ser coordinado con el departamento de Recursos Humanos de la empresa.

Supuestos

- Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa para desarrollar la investigación y análisis.
- Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar este objetivo.
- Se tiene acceso a la información comercial de los oferentes de la tecnología para desarrollar el análisis financiero.
- Se tiene acceso a la tecnología necesaria para desarrollar el proyecto.
- Se cuenta con espacio suficiente en planta para la instalación de los equipos nuevos.
- Se cuenta con la capacidad energética y en aire comprimido para la instalación de los equipos nuevos.
- El departamento de producción facilitará los espacios necesarios para la instalación y puesta en marcha de los equipos.

Restricciones
<ul style="list-style-type: none"> • Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa. • El proyecto debe desarrollarse en apego a la legislación nacional y las políticas de gestión ambiental de la empresa para garantizar el resguardo de los recursos naturales. • En el país solo existe una empresa especializada en soluciones de paletizado con robot. • La tecnología seleccionada para el proyecto debe cumplir con los estándares de automatización y TI de la empresa. • Se cuenta con un presupuesto limitado de \$600.000 para el proyecto.

Identificación preliminar de riesgos
<ul style="list-style-type: none"> • Si no se cumple con el tiempo establecido para cada tarea, se puede ver afectada la finalización del proyecto teniendo un impacto severo en el cronograma. • Si no se logra conseguir información sobre soluciones para paletizado de sacos, el tiempo de investigación se puede extender afectando el cronograma. • Si no se consiguen proveedores a nivel local de soluciones de paletizado automático, se deberá buscar proveedores extranjeros, esto puede aumentar la dificultad en la comunicación con ellos atrasando el tiempo de investigación y cotizaciones. • Si no se controlan los tiempos de fabricación y envío de los componentes, se puede ver afectado el tiempo de entrega de los equipos teniendo un impacto negativo en el cronograma. • Si no se cuenta con el proyecto finalizado para julio 2025, puede existir una pérdida de interés por parte del patrocinador y se decida invertir el presupuesto en otro proyecto. • Una declaratoria de pandemia o estado de emergencia a nivel nacional podría impedir la recolección de información, lo que podría generar atrasos en los entregables, impactando el plazo del proyecto.

Estimación de recursos y presupuesto generales				
Entregable	Nombre del recurso	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Conjunto Paletizado			
1.1	Brazo robótico y accesorios	2	\$87 151	\$174 302
1.2	Panel de control y potencia principal	1	\$57 950	\$57 950
1.3	Equipos de campo, mecánicos y estructurales	1	\$180 365	\$180 365
1.4	Mano de obra electromecánica	1	\$68 826	\$68 826
1.5	Mano de obra de automatización	1	\$35 750	\$35 750
2	Previstas de servicios industriales			
2.1	Acometida eléctrica y neumática	1	\$8 000	\$8 000
3	Reservas			
3.1	Imprevistos	1	\$26 260	\$26 260
			TOTAL	\$551 453

Cronograma de hitos	
Aprobación del FAI	Marzo 24
Colocación de la Orden de Compra	Setiembre 24
Entrega de equipos en planta	Mayo 25
Puesta en marcha de línea de producción 1	Junio 25
Puesta en marcha de línea de producción 2	Junio 25
Cierre del proyecto y capitalización	Junio 25

Información histórica relevante
<p>En la empresa se vende el producto terminado en presentación de sacos de 46kg, lo cual equivale a un quintal, unidad de masa muy popular en el gremio. Para el ensacado de los productos se cuenta con dos líneas de ensacado semiautomáticas. Por lo tanto, el pesaje del producto se realiza en un equipo automático el cual libera el producto pesado para que en caída libre ingrese al saco que colocó previamente el operador. Este operador es llamado tubero. Una vez está lleno el saco, el tubero lo libera y el saco cae sobre una banda motorizada la cual transporta el saco a la siguiente estación donde lo toma otro operador, llamado cosedor y pasa el saco por una máquina de costura la cual cierra el saco. Después de este paso es que se tiene el problema a resolver en este proyecto. Se debe buscar la forma de colocar los sacos ya cosidos sobre una tarima para poder finalmente, transportar el producto terminado a la bodega del centro de distribución.</p> <p>Inicialmente, los sacos se tomaban del piso entre dos operadores, denominados operadores de banda y los colocaban sobre la tarima. Sin embargo, hace 15 años se tuvo la idea de colocar unas bandas motorizadas inclinadas para que el saco se transportara a la altura del hombro del operador de banda y de esta manera se redujo la operación de dos personas por saco a una sola. Por lo tanto, en la actualidad al final de la banda inclinada los operadores de banda toman el saco apoyándolo sobre su hombro y avientan el saco sobre la tarima. Actualmente se tienen cuatro operadores en cada línea de ensaque que rotan para recibir el saco y colocarlo sobre la tarima. Se debe mencionar que cada tarima está conformada por 30 sacos, dispuestos en cinco sacos por nivel y la tarima se completa con seis niveles.</p> <p>En cuanto a las características del proceso productivo, se indica que se cuenta con dos líneas de ensacado que producen hasta 12 sacos de 46 kg por minuto cada una, y se cuenta con cuatro operadores de banda por línea. Ambas líneas de ensacado trabajan ocho horas en el turno de la mañana y siete horas en el turno de la tarde. Para el turno de noche solo se trabaja en una línea durante 6 horas.</p> <p>Si bien la legislación nacional no es clara sobre el peso máximo que puede trasladar una persona, de forma implícita indica que “un hombre podría transportar hasta 55kg” (MTSS, 2013). Sin embargo, el departamento de Seguridad y Salud Ocupacional (SySO) de la empresa considera que soportar un peso de 46kg sobre el hombro es un acto inseguro y, además, puede generar enfermedades y accidentes laborales. Por esta razón, la empresa está interesada en buscar una solución definitiva a este problema.</p>

Identificación de grupos de interés (involucrados)	
Involucrados Directos: Socios de la empresa Gerente general de la empresa Director agrocomercial (Patrocinador) Gerente de proyecto Gerente de compras Gerente de recursos humanos Gerente de tecnologías de la información Gerente de Salud y Seguridad Ocupacional Proveedor de equipos y servicios Trabajadores de la empresa Involucrados Indirectos: Comunidad Empresas competidoras	
Nombre del estudiante (director de proyecto): Ariel Sancho Cordero	Firma:
Nombre y cargo de la persona que autoriza (facilitador): Enrique Barreda	Firma:

4.3.2 Identificación de los interesados

La Gestión de los Interesados identifica a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto (PMI, 2017).

4.3.2.1 Criterio de evaluación de interesados

A continuación, se definen los criterios de evaluación a considerarse en el análisis de los interesados del proyecto, en dichos criterios de evaluación se toma en cuenta la escala de interés y poder, según las posibilidades siguientes:

Tabla 8*Criterio de interés*

Criterio	Escala	Definición
Muy alto	5	Sus acciones demuestran un grado muy alto de participación y compromiso con el proyecto.
Alto	4	Participa de forma activa y constante en las actividades del proyecto
Medio	3	Participa de forma activa pero intermitente en las actividades del proyecto.
Bajo	2	Asiste a las actividades del proyecto, pero no participa ni genera aportes o sugerencias.
Muy bajo	1	No demuestra interés ni compromiso en el desarrollo del proyecto.

Nota: La Tabla 8 muestra los criterios de interés para evaluar a los interesados del proyecto.

Tabla 9*Criterio de poder*

Criterio	Escala	Definición
Muy alto	5	Tiene poder absoluto de detener o impulsar el proyecto con su influencia en términos políticos, económicos y/o legales, en términos de alcance, tiempo y costo.
Alto	4	Tiene potestad para la toma de decisiones que afecten o favorezcan el proyecto, ya sea a lo interno o a lo externo de este, en términos de alcance, tiempo y costo.
Medio	3	Sus acciones tienen un impacto moderado sobre el proyecto en términos de alcance, tiempo y costo.
Bajo	2	Sus acciones tienen poco impacto sobre el proyecto en términos de alcance, tiempo y costo.
Muy bajo	1	Sus acciones no impactan el proyecto en términos de alcance, tiempo y costo.

Nota: La Tabla 9 muestra los criterios de interés para evaluar a los interesados del proyecto.

4.3.2.2 Estrategias para gestionar las partes interesadas

Para el correcto análisis de los interesados, se define un criterio que sea de ayuda para la gestión de los interesados del proyecto. Es importante precisar una escala para aquellos interesados que son clave en el éxito del proyecto. La importancia se define multiplicando la escala de interés por la escala de poder de los interesados o grupos de interesados, el producto de la multiplicación define el criterio a considerar, según lo determina la tabla 10:

Tabla 10

Estrategia de gestión de interesados

Importancia	Escala	Definición
Monitorear	1-6	Mantener informados mediante comunicados generales.
Mantener Informado	7-12	Mantener informados a los interesados e involucrados en áreas de bajo riesgo.
Mantener Satisfecho	13-18	Participa de forma activa pero intermitente en las actividades del proyecto.
Clave	19-25	Grupo principal de enfoque. Principales involucrados en la toma de decisiones.

Nota: La Tabla 10 muestra la clasificación de los interesados del proyecto según su importancia.

4.3.2.3 Identificación de los interesados del proyecto

Luego de definidos los criterios de evaluación, se presenta la lista de grupos identificados que se ven afectadas por el proyecto. Esto permite desarrollar las estrategias de participación eficaz y de apoyo en el análisis de las decisiones en las diferentes fases del proyecto. Los interesados se presentan con el criterio de interés, poder y su importancia, según lo definido en la estrategia para gestionar a los interesados.

Tabla 11*Calificación de Interesados según matriz de poder e interés*

Interesado	Interés	Poder	Importancia	Importancia
Socios de la empresa	3	4	12	Mantener Informado
Gerente general de la empresa	5	5	25	Clave
Director agrocomercial (Patrocinador)	5	5	25	Clave
Gerente de proyecto	5	5	25	Clave
Gerente de compras	3	3	9	Mantener informado
Gerente de recursos humanos	3	3	9	Mantener Informado
Gerente de tecnologías de la información	3	3	9	Mantener Informado
Gerente de Salud y Seguridad Ocupacional	3	3	9	Mantener Informado
Proveedor de equipos y servicios	5	2	10	Mantener Informado
Trabajadores de la empresa	5	1	5	Monitorear
Comunidad	2	2	4	Monitorear
Empresas competidoras	3	1	3	Monitorear

Nota: La Tabla 11 muestra la clasificación de los interesados y la estrategia a implementar con cada uno de ellos.

En base a la clasificación de los interesados se determinan las estrategias de gestión de los interesados según se muestra en la tabla 12. Cabe destacar que por políticas de la empresa la información para los socios debe ser canalizada por medio del departamento de comunicación y es este departamento quien toma la decisión de que información retener o liberar.

Tabla 12*Estrategia de gestión de interesados*

Interesado	Importancia	Estrategia
Socios de la empresa	Mantener Satisfecho	Mantener informado mediante comunicados formales emitidos por el departamento de comunicación de la empresa.
Gerente general de la empresa	Clave	Mantener informado trimestralmente mediante reuniones virtuales para exponer los indicadores del proyecto. Mantener informado en todo momento en caso de existir desviaciones en el alcance, los costos o en tiempo.
Director agrocomercial (Patrocinador)	Clave	Mantener informado semanalmente mediante reuniones virtuales para exponer los indicadores del proyecto. Mantener informado en todo momento en caso de existir desviaciones en el alcance, los costos o en tiempo. Presentar informe de avances mensualmente.
Gerente de proyecto	Clave	Mantener informado en todo momento sobre todas las decisiones importantes que se tomen alrededor del proyecto. Realizar reuniones semanales para revisar el avance el proyecto, posibles dificultades y revisar los indicadores del proyecto.
Gerente de compras	Mantener Informado	Mantener informado mensualmente mediante informe de avances. Involucrar en el proceso de adquisición.
Gerente de recursos humanos	Mantener Informado	Mantener informado mensualmente mediante informe de avances. Involucrar en el proceso de reubicación de personal durante el proceso de planificación y ejecución del proyecto.
Gerente de tecnologías de la información	Mantener Informado	Mantener informado mensualmente mediante informe de avances. Involucrar proceso de definición del alcance y en la ejecución del proyecto.
Gerente de Salud y Seguridad Ocupacional	Mantener Informado	Mantener informado mensualmente mediante informe de avances. Involucrar en el proceso de definición del alcance del proyecto. Involucrar inmediatamente en caso de materializarse un accidente laboral.

Interesado	Importancia	Estrategia
Proveedor de equipos y servicios	Mantener Informado	Realizar reuniones semanales de seguimiento para verificar el avance del proyecto. Realizar auditorías no anunciadas para evaluar el cumplimiento de las obligaciones contractuales
Trabajadores de la empresa	Monitorear	Durante el proceso de planificación el proyecto se maneja de forma confidencial para evitar rechazo de los trabajadores de la empresa. Al inicio del proceso de ejecución se mantendrán informados en cuanto al proceso de reubicación al que serán sometidos.
Comunidad	Monitorear	Mantener monitoreados y facilitar información solo si es estrictamente necesario.
Empresas competidoras	Monitorear	Mantener monitoreados y entablar comunicación solo si es estrictamente necesario.

Nota: La Tabla 12 muestra la estrategia de gestión de los involucrados del proyecto.

Como parte de las acciones de monitoreo de los interesados a tomarse en cuenta para aumentar la eficiencia de las actividades de participación de los interesados dentro del proyecto, se debe mantener actualizado el registro de interesados durante todo el ciclo de vida del proyecto, identificando los interesados que cambian su interés y/o poder y agregando nuevos interesados que se identifiquen proceso.

4.3.3 Alcance del proyecto

En esta sección se describe como será definido, validado y controlado el alcance del proyecto. Según lo expuesto en la Guía del PMBOK® (PMI, 2017) “la Gestión del Alcance del Proyecto incluye los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y únicamente el trabajo requerido, para completar el proyecto con éxito” (p. 129).

Para la construcción del plan para la gestión del alcance se utilizan herramientas como lecciones aprendidas de proyectos anteriores de la empresa, el juicio de expertos y reuniones entre el grupo de proyecto, con el afán de definir el alcance del proyecto, los criterios de aceptación de los entregables y la estructura de desglose del trabajo.

4.3.3.1 Plan para la gestión del alcance

El plan de gestión del alcance es un documento que consolida el alcance y los requisitos del proyecto. Este documento se construye tomando como base los requisitos preliminares definidos en el apartado 4.1 de este documento.

Figura 15

Plan de Gestión del Alcance

Plan del Alcance del Proyecto			
Nombre del Proyecto	Automatización del Paletizado de Sacos		
Gerente del Proyecto		Fecha	1/3/2024
Enunciado del Proyecto			
<p>El proyecto tiene como finalidad la automatización del paletizado de sacos que hoy en día se realiza de manera manual. Por lo tanto, contempla la instalación y puesta en marcha de dos brazos robóticos con capacidad para paletizar sacos de 46kg a una razón de 12 sacos por minuto, dos apiladores de tarimas con colocación de hoja de cartón y transportador de tarimas y varias bandas transportadoras para el traslado de los sacos de producto terminado. Además se incluye la instalación y conexión de tableros de control y potencia para las celdas de paletizado y el sistema de cerramiento de seguridad, cortinas de seguridad, interruptores de seguridad de puertas, relé de seguridad y escaners de posición. Con la entrega se deben incluir los manuales e instructivos para la operación de los equipos instalados y dar capacitación al personal de planta para la operación y mantenimiento de los equipos instalados.</p> <p>Por último, se contempla la reubicación de el personal de las líneas de enfarde en otros puestos de la empresa. Esto es posible debido al tamaño de la empresa y el volumen de plazas nuevas y de remplazo que se generan mensualmente en toda la compañía.</p>			
Aprobación y Línea Base del Proyecto			
<p>La aprobación de la línea base del proyecto se da mediante una reunión con el patrocinador del proyecto y los principales interesados del proyecto en la cual se comparte la EDT del proyecto y los procesos de control. Adicionalmente se realizan reuniones semanales con los involucrados de este proyecto y una vez al mes se presenta un informe de avances ante el patrocinador y los directores de la empresa.</p>			

Aprobación de los Entregables del Proyecto
<p>Los distintos paquetes de trabajo relacionados con el alcance del proyecto tienen asociados indicadores de desempeño que establecerán los criterios de éxito y cumplimiento del alcance. La aprobación de los entregables debe contar con el visto bueno del patrocinador y del gerente del proyecto.</p> <p>La aceptación de los entregables se realiza mediante pruebas en vivo que confirmen el correcto funcionamiento de los equipos instalados.</p>
Planificación de los Requisitos del Proyecto
<p>La planificación de los requisitos se construye con el equipo de proyecto, el gerente de proyectos y los principales involucrados. Para la planificación de los entregables se tiene como insumo la lista de requisitos preliminares, el análisis financiero, y distintos estándares de la empresa sobre SySO, calidad y producción.</p>
Gestión de cambios
<p>Para la gestión de cambios se cuenta con un formulario para la solicitud de cambios el cual se muestra en la Figura 32 de la sección 4.3.6.6. Este documento lo completa el equipo de proyectos para solicitar un cambio que impacte el cronograma, el alcance o el costo del proyecto y lo aprueba el gerente de proyecto y el patrocinador.</p>
Priorización de los Requisitos del Proyecto
<p>La priorización de los requisitos se realiza mediante la técnica MoSCoW (must-have, should-have, could-have, won't-have) la cual categoriza los requisitos como indispensables, deseables, posibles y no deseables.</p>
Descripción del Alcance del Producto
<p>En el alcance del Proyecto para la automatización del paletizado de sacos se contemplan los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La fabricación, instalación y puesta en marcha de dos celdas de paletizado automático independientes con capacidad para paletizar sacos de 46kg a una velocidad de 12 sacos por minuto cada una. Cada celda debe contar con su propia alimentación de tarimas y sacos de manera independiente. Ambas celdas deben contar con elementos de seguridad que resguarden la integridad humana y estructural. La solución debe contar con un grupo de gabinetes eléctricos y todos los elementos necesarios para la operación de todos los equipos instalados. • El tiraje de la acometida eléctrica y neumática hasta el punto requerido por el contratista para la conexión de los equipos instalados.

- Todos los operadores afectados por la automatización del proceso deben contar con una propuesta de reubicación en otras áreas de la empresa. La reubicación del personal debe respetar el salario y condiciones contractuales del colaborador.

Entregables del Proyecto

A continuación, se exponen los entregables del proyecto:

- Planos constructivos detallados de la instalación de ambas estaciones de paletizado.
- Instalación y puesta en marcha de dos estaciones de paletizado con brazo robótico con capacidad de paletizar sacos de 46 kg a una razón de al menos 12 sacos por minuto.
- Instalación y puesta en marcha de dos apiladores de tarimas con colocación de hoja de cartón con capacidad para almacenar al menos 8 tarimas cada uno.
- Instalación y puesta en marcha de bandas transportadoras automáticas para el transporte de tarimas desde el apilador de sacos hasta el punto de descarga de las tarimas llenas.
- Instalación y puesta en marcha de bandas para el transporte automático de sacos de alimento desde la línea de ensacado hasta el punto de recogida del brazo robótico.
- Instalación y puesta en marcha de volteador de sacos para colocar el saco en posición horizontal.
- Instalación y puesta en marcha de aplanador de sacos, para garantizar que los sacos lleguen al robot lo más homogéneos posible.
- Instalación y puesta en marcha de dispositivos de seguridad perimétricos para garantizar la operación segura de los robots.
- Entrega de manuales de instalación y mantenimiento de los equipos instalados y capacitación del personal operativo y de mantenimiento.
- Acometida eléctrica y neumática.
- Reubicación del personal afectado por la automatización del proceso productivo.

Criterios de Aceptación

A continuación, se detallan los criterios de aceptación para cada uno de los entregables del proyecto definidos en el punto anterior:

- Aceptación por parte del equipo de proyecto de los planos constructivos de las dos celdas de paletizado. Se debe incluir la ubicación espacial y cotas para interpretar los planos. Deben incluirse todos los equipos solicitados en el cartel de licitación.
- Aceptación por parte del equipo de proyecto de las pruebas FAT y SAT. Se deben poner a prueba ambas celdas de paletizado y deben cumplir con el paletizado de sacos de 46 kg a una razón de 12 sacos por minuto entregando estivas estables con 30 sacos por

palet. Las pruebas se deben realizar con al menos 5 productos distintos debido a las diferencias de densidad y geometría del producto ensacado. Las tarimas con sacos a la salida del proceso deben cumplir con los lineamientos de calidad de la empresa.

- c) Los apiladores de tarimas deben contar con una estructura robusta que soporte el impacto de montacargas con tarimas durante el proceso de llenado. Se requiere almacenar al menos 8 tarimas por celda de paletizado. Se debe verificar la alimentación de tarimas y la colocación de la lámina de cartón en tiempo para garantizar la velocidad de 12 sacos por minuto.
- d) Los transportadores de tarimas deben ser capaces de trasladar de manera automática la tarima desde el punto de inicio hasta la descarga. Debe contar con al menos tres posiciones de descanso para tarimas llenas.
- e) Los transportadores de tarimas deben ser capaces de trasladar de manera automática el saco con producto desde la estación de ensacado y costura hasta la posición donde el saco es tomado por el brazo robótico.
- f) El volteador de sacos debe ser capaz pasar el saco de la posición vertical a la posición horizontal con un giro de 90°. Todos los sacos deben ser volteados de forma homogénea.
- g) El aplanador de sacos debe recibir los sacos de la banda transportadora de sacos y homogenizar la geometría de los sacos para facilitar el trabajo del robot a la hora de tomar los sacos de la banda.
- h) Los dispositivos de seguridad deben garantizar la detención total de la celda de paletizado en caso de que se presione un paro de emergencia o una persona u objeto invada el perímetro de trabajo del robot. Debe contar con sensores redundantes para la protección del perímetro. Debe ser avalado por el departamento de SySO de la empresa.
- i) Los manuales de instalación y mantenimiento deben contar con el detalle de todo los componentes instalados y sus rutinas de mantenimiento completa. Se deben impartir al menos tres capacitaciones al personal operativo y de mantenimiento para cubrir los tres turnos de trabajo. Se deben entregar los documentos en formato PDF vía correo electrónico o plataforma virtual.
- j) La acometida eléctrica debe estar dimensionada para soportar al menos 50kW, contar con un disyuntor y cableado dimensionado para esta capacidad. Debe cumplir con la normativa eléctrica nacional. La acometida neumática debe ser capaz de suministrar al

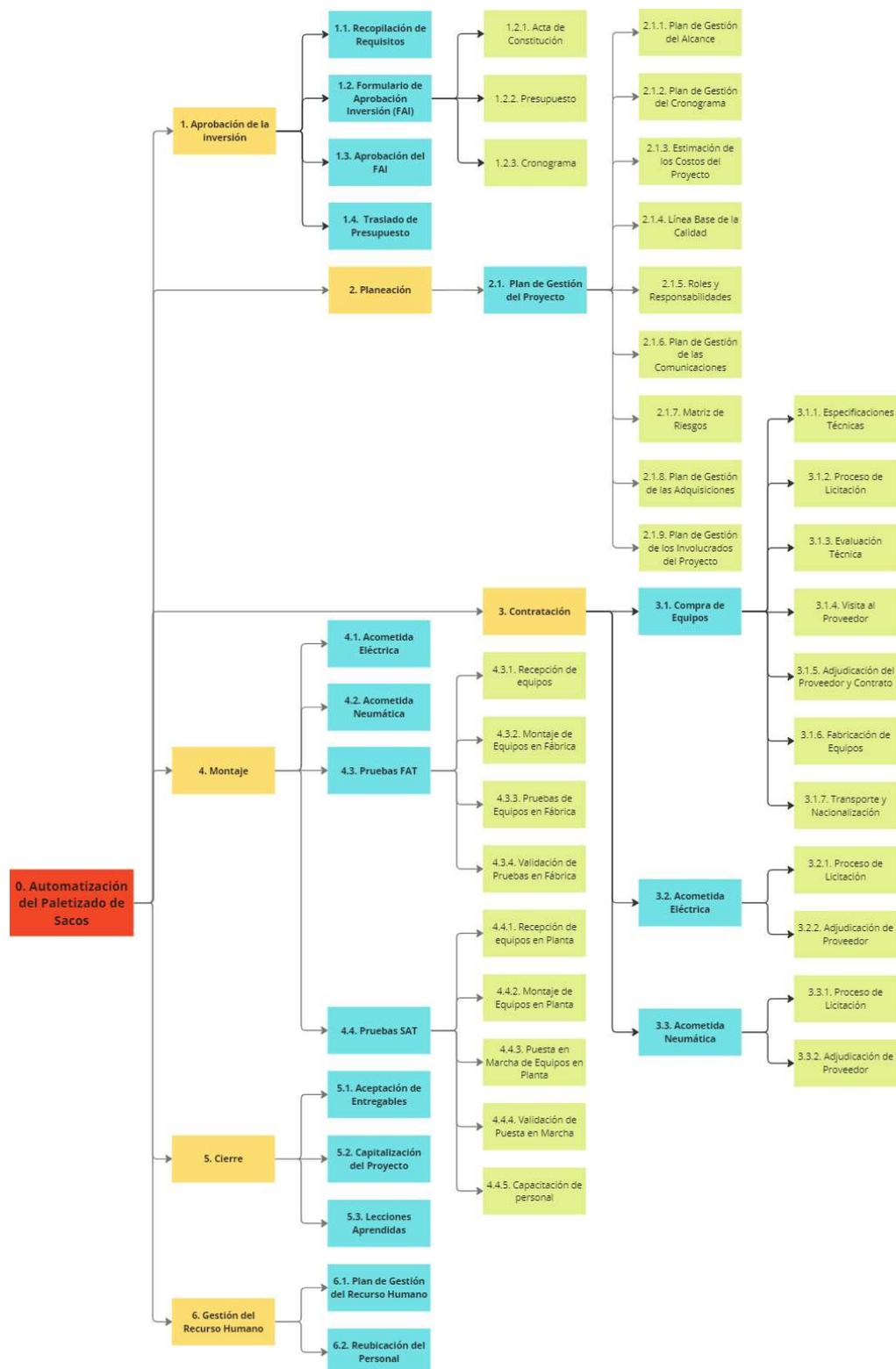
<p>menos 7 CFM y debe fabricarse en hierro negro roscado y pintada color azul. Debe contar con soportes cada 4 m pintados en color amarillo.</p> <p>k) A todos los colaboradores afectados por el proyecto se le realizó al menos una propuesta de reubicación. Los colaboradores que aceptaron la propuesta fueron ubicados en un nuevo puesto de trabajo dentro de la empresa.</p>		
Exclusiones		
<p>Este proyecto no contempla los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La modificación de las dimensiones de las tarimas. • La sustitución del tipo de saco que se utiliza en el proceso. • El peso de los sacos (46kg). • La modificación de los equipos de pesaje y ensacado actuales. • La ampliación de la bodega de producto terminado. • El despido de personal de planta. 		
Realizado por		Equipo de Proyecto
Aprobado por		Gerente del Proyecto

4.3.3.2 Estructura de desglose del trabajo (EDT)

Mediante la técnica de descomposición, se obtuvo la siguiente EDT:

Figura 16

Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)



4.3.3.3 Diccionario de la EDT

A continuación, se presenta el diccionario de la EDT en el cual se describen cada uno de los paquetes de trabajo, los recursos asignados, supuestos y restricciones.

Figura 17

Diccionario de la EDT

Actividad	Descripción	Recursos	Supuestos	Restricciones
0. Automatización del Paletizado de Sacos				
1. Aprobación de la inversión				
1.1. Recopilación de Requisitos	Consiste en una etapa de investigación y análisis para determinar los requisitos que debe satisfacer el proyecto. Esta etapa es un insumo para el plan de gestión del alcance.	Recurso Humano: Equipo de proyecto Materiales: Equipo de computo	Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa para desarrollar la investigación y análisis. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar las especificaciones técnicas. Se tiene acceso a la información comercial de los oferentes de la tecnología para desarrollar las especificaciones técnicas.	La investigación y análisis se debe realizar tomando en cuenta las restricciones presupuestarias impuestas por la empresa y la tecnología disponible en la región.
1.2. Formulario de Aprobación Inversión (FAI)				

Actividad	Descripción	Recursos	Supuestos	Restricciones
1.2.1. Acta de Constitución	Se definen objetivos del proyecto, la justificación del proyecto, descripción del producto, supuestos, restricciones, riesgos, presupuesto general, cronograma de hitos, información relevante e interesados del proyecto.	Recurso Humano: Equipo de proyecto Materiales: Equipo de computo	Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar el acta de constitución.	El acta de constitución debe contener toda la información solicitada en la plantilla para ser aprobada.
1.2.2. Presupuesto	Se construye un presupuesto preliminar del proyecto basado en información histórica, cotizaciones preliminares y juicio de expertos.	Recurso Humano: Equipo de proyecto Materiales: Equipo de computo	Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar el presupuesto. Se tiene acceso a la información comercial de los oferentes de la tecnología para desarrollar el presupuesto.	Se cuenta con un presupuesto limitado de \$600.000 para el proyecto.
1.2.3. Cronograma	Se construye el cronograma preliminar del proyecto basado en información histórica, cotizaciones preliminares y juicio de expertos.	Recurso Humano: Equipo de proyecto Materiales: Equipo de computo	Se tiene acceso a la información histórica necesaria de la empresa y criterio de expertos para proyectar el cronograma. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar el cronograma.	Se dispone de 2 años máximo para desarrollar el proyecto.

Actividad	Descripción	Recursos	Supuestos	Restricciones
1.3. Aprobación del FAI	La aprobación del FAI es requisito para la liberación del presupuesto del proyecto. Se calculan indicadores financieros para evaluar la rentabilidad del proyecto (VAN y TIR).	Recurso Humano: Analista financiero Materiales: Equipo de computo	Se cuenta con toda la información necesaria para la aprobación del FAI. La información suministrada para el análisis financiero es real y suficiente. La aprobación del FAI se ejecutará en el tiempo establecido en el cronograma del proyecto.	El VAN debe ser positivo para que se apruebe el FAI. La TIR debe ser superior a 13.75% para que se apruebe el FAI.
1.4. Traslado de Presupuesto	Una vez aprobado el FAI, se libera el presupuesto y se traslada a las cuentas propias del proyecto.	Recurso Humano: Equipo de proyecto, dirección financiera Materiales: Equipo de computo	Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar este proceso.	Al inicio de cada año calendario se debe ejecutar un carry over y volver a trasladar el presupuesto a las cuentas del proyecto.
2. Planeación				
2.1. Plan de Gestión del Proyecto				
2.1.1 Plan de Gestión del Alcance	Desarrollar el Plan de Gestión del Alcance del proyecto de acuerdo con los lineamientos de la Guía del PMBOK® 6ta (PMI, 2017).	Recurso Humano: Equipo de proyecto Materiales: Equipo de computo	Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar el acta de constitución. Se cuenta con el informe de recopilación de requisitos.	Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.

Actividad	Descripción	Recursos	Supuestos	Restricciones
2.1.2 Plan de Gestión del Cronograma	Desarrollar el Plan de Gestión del Cronograma del proyecto de acuerdo con los lineamientos de la Guía del PMBOK® 6ta (PMI, 2017).	Recurso Humano: Equipo de proyecto Materiales: Equipo de computo	Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar el acta de constitución.	Se dispone de 2 años máximo para desarrollar el proyecto. Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.
2.1.3 Estimación de los Costos del Proyecto	Construir la estimación de los costos del proyecto tomando como base las cotizaciones y el juicio de expertos.	Recurso Humano: Equipo de proyecto Materiales: Equipo de computo	Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar el acta de constitución.	Se cuenta con un presupuesto limitado de \$600.000 para el proyecto. Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.
2.1.4. Línea Base de la Calidad	Desarrollar la línea base de la calidad de acuerdo con los lineamientos de la Guía del PMBOK® 6ta (PMI, 2017).	Recurso Humano: Equipo de proyecto Materiales: Equipo de computo	Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar el acta de constitución.	Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.
2.1.5. Roles y Responsabilidades	Definir los Roles y Responsabilidades de los integrantes del equipo de proyecto.	Recurso Humano: Equipo de proyecto Materiales: Equipo de computo	Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar el acta de constitución.	Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa. Los miembros del equipo de proyecto no cuentan con dedicación exclusiva al proyecto.

Actividad	Descripción	Recursos	Supuestos	Restricciones
2.1.6. Plan de Gestión de las Comunicaciones	Desarrollar el Plan de Gestión de las comunicaciones del proyecto de acuerdo con los lineamientos de la Guía del PMBOK® 6ta (PMI, 2017).	Recurso Humano: Equipo de proyecto Materiales: Equipo de computo	Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar el acta de constitución.	Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa. Las comunicaciones a los socios de la empresa se deben realizar por medio de los canales de comunicación aprobados por la empresa. El proyecto es declarado como confidencial.
2.1.7. Matriz de Riesgos	Desarrollar la matriz de riesgos del proyecto de acuerdo con los lineamientos de la Guía del PMBOK® 6ta (PMI, 2017).	Recurso Humano: Equipo de proyecto Materiales: Equipo de computo	Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar el acta de constitución.	Los riesgos identificados se ven limitados por las capacidades y conocimientos de los miembros del equipo de proyectos.
2.1.8. Plan de Gestión de las Adquisiciones	Desarrollar el Plan de Gestión de las comunicaciones de acuerdo con los lineamientos de la Guía del PMBOK® 6ta (PMI, 2017).	Recurso Humano: Equipo de proyecto Materiales: Equipo de computo	Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar el acta de constitución.	Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.
2.1.9. Plan de Gestión de los Involucrados del Proyecto	Desarrollar el Plan de Gestión de los involucrados del proyecto de acuerdo con los lineamientos de la Guía del PMBOK® 6ta (PMI, 2017).	Recurso Humano: Equipo de proyecto Materiales: Equipo de computo	Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar el acta de constitución.	Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.
3. Contratación				

Actividad	Descripción	Recursos	Supuestos	Restricciones
3.1. Compra de Equipos				
3.1.1. Especificaciones Técnicas	Se definen las especificaciones técnicas del producto a adquirir. Esto incluye las características de producción de los equipos existentes, las características del producto a paletizar, las características del producto a adquirir, los requerimientos del equipo (eléctricos y mecánicos), requisitos de calidad y SySO, las condiciones de compra, tiempo de entrega, los servicios que debe prestar el proveedor adjudicado, la documentación, entregables y respaldo que se deben entregar, entre otros.	Recurso Humano: Equipo de proyecto, encargado de compras. Materiales: Equipo de computo	Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa para desarrollar la investigación y análisis. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar las especificaciones técnicas. Se tiene acceso a la información comercial de los oferentes de la tecnología para desarrollar las especificaciones técnicas.	Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.
3.1.2. Proceso de Licitación	Tomando como base las especificaciones técnicas y las políticas de compra de la empresa se ejecuta el proceso de licitación en el cual deben participar al menos 3 proveedores. El proceso de licitación incluye una visita en planta, un periodo de preguntas y se establece una fecha de entrega para la recepción de ofertas.	Recurso Humano: Encargado de compras. Materiales: Equipo de computo	Se cuenta con al menos 3 oferentes para participar en el proceso de licitación. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar el proceso de licitación.	Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.

Actividad	Descripción	Recursos	Supuestos	Restricciones
3.1.3. Evaluación Técnica	Se construye una matriz de evaluación de las cotizaciones en base a las especificaciones técnicas. Se evalúan las cotizaciones de cada proveedor y se otorga un puntaje por el cumplimiento de cada aspecto evaluado. La evaluación de aspectos técnicos tiene un 50% del peso de la nota final y el otro 50% se otorga según el precio ofertado.	Recurso Humano: Equipo de proyecto, encargado de compras. Materiales: Equipo de computo	Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para la evaluación técnica. Las ofertas recibidas cumplen con todos los puntos a evaluar.	Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa. Se cuenta con un presupuesto limitado de \$600.000 para el proyecto.
3.1.4. Visita al Proveedor	Una vez seleccionado un proveedor como favorable, se programa una visita a las instalaciones que el proveedor indique para evaluar proyectos idénticos o similares funcionando. Se construye un informe sobre la visita y se presenta al gerente del proyecto y al equipo de proyecto.	Recurso Humano: Ingeniero de proyecto, ingeniero de mantenimiento. Materiales: Equipo de cómputo, viáticos. Recurso Financiero: \$6.000	El oferente tiene capacidad para programar una visita para evaluar los equipos trabajando en condiciones industriales. Se cuenta con apertura por parte de empresas en el exterior para mostrarlos equipos en funcionamiento.	La visita debe incluir la observación de equipos similares operando en condiciones industriales reales. En el país no se cuenta con sistemas de paletizados de sacos, por lo tanto, la visita debe realizarse en el extranjero.
3.1.5. Adjudicación del Proveedor y Contrato	Se adjudica al proveedor vía correo electrónico y se inicia el proceso de redacción del contrato. El contrato final debe ir firmado por el Representante Legal de la empresa, el Patrocinador del Proyecto, el Gerente del Proyecto, el abogado de la empresa y el Representante Legal de la empresa Adjudicada.	Recurso Humano: Representante Legal de la empresa, Patrocinador del Proyecto, Gerente del Proyecto, Abogado Materiales: Equipo de cómputo, firma electrónica. Recurso Financiero: \$517.193	Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para la redacción y firma del contrato. Ambas partes firman el contrato.	Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.

Actividad	Descripción	Recursos	Supuestos	Restricciones
3.1.6. Fabricación de Equipos	Si bien el contrato restringe los tiempos de entrega por parte del proveedor, se debe dar seguimiento a la fabricación de los equipos para evitar atrasos en el proyecto. La detección anticipada de atrasos en fabricación permite activar contenciones para reducir el impacto al cronograma del proyecto.	Recurso Humano: Equipo de proyecto, encargado de compras. Materiales: Equipo de computo	Fábrica cuenta con la capacidad de producir en tiempo las partes solicitadas por el proveedor adjudicado. Los tiempos de entrega por parte del fabricante de partes son respetados.	Se deben respetar los tiempos estipulados en cronograma y comprometidos en el contrato.
3.1.7. Transporte y Nacionalización	Si bien los equipos se negocian bajo el incoterm DDP, se debe dar seguimiento al transporte marítimo y nacionalización de los equipos para evitar atrasos en cronograma.	Recurso Humano: Equipo de proyecto, encargado de compras. Materiales: Equipo de computo	Se cuenta con disponibilidad de transporte en tiempo.	Las partes son fabricadas en su mayoría en el extranjero.
3.2. Acometida Eléctrica				
3.2.1. Proceso de Licitación	En apego a las políticas de la empresa y por ser una compra menor, se realiza una visita en planta con al menos tres proveedores para cotizar el tiraje de la acometida eléctrica. Se define un tiempo de entrega de ofertas y se selecciona la más económica.	Recurso Humano: Equipo de proyecto, encargado de compras. Materiales: Equipo de computo	Se cuenta con al menos 3 oferentes para participar en el proceso de licitación. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar el proceso de licitación.	Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.
3.2.2. Adjudicación de Proveedor	Se comunica la adjudicación del proveedor vía correo electrónico y se emite una orden de compra. Se debe ejecutar el primer pago por concepto de adelanto.	Recurso Humano: Encargado de compras. Materiales: Equipo de cómputo Recurso Financiero: \$4.000	El proveedor acepta los términos de contratación. El servicio contratado se respalda mediante una orden de compra.	Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.

Actividad	Descripción	Recursos	Supuestos	Restricciones
3.3. Acometida Neumática				
3.3.1. Proceso de Licitación	En apego a las políticas de la empresa y por ser una compra menor, se realiza una visita en planta con al menos tres proveedores para cotizar el tiraje de la acometida neumática. Se define un tiempo de entrega de ofertas y se selecciona la más económica.	Recurso Humano: Equipo de proyecto, encargado de compras. Materiales: Equipo de computo	Se cuenta con al menos 3 oferentes para participar en el proceso de licitación. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar el proceso de licitación.	Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.
3.3.2. Adjudicación de Proveedor	Se comunica la adjudicación del proveedor vía correo electrónico y se emite una orden de compra.	Recurso Humano: Encargado de compras. Materiales: Equipo de cómputo Recurso Financiero: \$4.000	El proveedor acepta los términos de contratación. El servicio contratado se respalda mediante una orden de compra.	Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.
4. Montaje				
4.1. Acometida Eléctrica	Corresponde al montaje de la acometida eléctrica entre el cuarto de potencia y los tableros del equipo nuevo a instalar. Debe cumplir con lo estipulado en la orden de compra.	Recurso Humano: Equipo de proyecto. Materiales: Equipo de computo	Se cuenta con capacidad eléctrica suficiente para soportar la instalación de los nuevos equipos. Se cuenta con una ventana de tiempo suficiente para instalar la acometida sin afectar el programa de producción.	Se debe cumplir con los lineamientos, dimensiones y capacidad acordados en la orden de compra.
4.2. Acometida Neumática	Corresponde al montaje de la acometida neumática la tubería de aire comprimido existente en la zona de ensacado hasta la posición donde se ubica cada robot. Debe cumplir con lo estipulado en la orden de compra.	Recurso Humano: Equipo de proyecto. Materiales: Equipo de computo	Se cuenta con capacidad neumática suficiente para soportar la instalación de los nuevos equipos. Se cuenta con una ventana de tiempo suficiente para instalar la acometida sin	Se debe cumplir con los lineamientos, dimensiones y capacidad acordados en la orden de compra.

Actividad	Descripción	Recursos	Supuestos	Restricciones
			afectar el programa de producción.	
4.3. Pruebas FAT				
4.3.1. Recepción de equipos	Todos los equipos son recibidos por el proveedor en sus bodegas para la realización de las pruebas FAT. El equipo de proyecto debe realizar un seguimiento de las entregas para garantizar el cumplimiento en función del cronograma.	Recurso Humano: Equipo de proyecto. Materiales: Equipo de computo	Los equipos serán despachados en fábrica según lo estipulado en cronograma.	Las pruebas FAT deben ser una copia exacta de la distribución que se va a implementar en planta, para minimizar los riesgos en la puesta en marcha.
4.3.2. Montaje de Equipos en Fábrica	Ambas celdas de paletizado se deben montar y probar en las instalaciones del proveedor. El montaje debe ser completo y emular la instalación que se realizará en sitio. El equipo de proyecto debe realizar un seguimiento del montaje en fábrica para garantizar el cumplimiento en función del cronograma.	Recurso Humano: Equipo de proyecto. Materiales: Equipo de computo	El cliente cuenta con el espacio suficiente en sus instalaciones para realizar el montaje de las dos celdas de paletizado en simultaneo.	Las pruebas FAT deben ser una copia exacta de la distribución que se va a implementar en planta, para minimizar los riesgos en la puesta en marcha.
4.3.3. Pruebas de Equipos en Fábrica	La empresa debe suministrar al menos 120 sacos de alimentos en harina y 16 tarimas para realizar las pruebas de paletizado. Estas pruebas tienen como fin la puesta a punto de las dos líneas de paletizado. Durante las pruebas se ajustan los programas de automatización para garantizar el correcto trabajo de los robots y la optimización del proceso de paletizado automático. El equipo de proyecto debe realizar un seguimiento de las pruebas en	Recurso Humano: Equipo de proyecto. Materiales: Equipo de computo	La pruebas de las celdas de paletizado inician desde el transporte de los sacos en los conveyors hasta el despacho de estos ya paletizados sobre una tarima de madera. La muestra de sacos suministrados por la empresa cumplen con el peso, densidad y dimensiones estándar de todos los productos	Las pruebas FAT deben ser una copia exacta de la distribución que se va a implementar en planta, para minimizar los riesgos en la puesta en marcha.

Actividad	Descripción	Recursos	Supuestos	Restricciones
	fábrica para garantizar el cumplimiento en función del cronograma.		producidos en la zona de ensacado.	
4.3.4. Validación de Pruebas en Fábrica	Una vez los equipos se encuentren a punto, se realiza una visita del equipo de proyectos a las instalaciones del proveedor para ver los equipos trabajando y validar las pruebas en fábrica. Se debe ejecutar el segundo pago según lo estipulado en contrato.	Recurso Humano: Equipo de proyecto. Materiales: Equipo de computo	Las pruebas de las celdas de paletizado inician desde el transporte de los sacos en los conveyors hasta el despacho de estos ya paletizados sobre una tarima de madera. Durante la visita de validación todas las etapas del paletizado automático de sacos podrán ser evaluadas.	Las pruebas FAT deben ser una copia exacta de la distribución que se va a implementar en planta, para minimizar los riesgos en la puesta en marcha. Se deben evaluar todos los criterios técnicos solicitados en el contrato con el proveedor.
4.4. Pruebas SAT				
4.4.1. Recepción de equipos en Planta	Una vez aprobadas las pruebas FAT los equipos se envían a la planta y deben ser almacenados en el área determinada. Se debe revisar que los equipos son entregados en perfectas condiciones.	Recurso Humano: Equipo de proyecto. Materiales: Equipo de computo	Los equipos serán despachados en planta según lo estipulado en cronograma. Ningún equipo se entrega dañado o golpeado como resultado de las pruebas FAT y el traslado desde la fábrica hasta la planta.	Se debe realizar la recepción de los equipos según las políticas de la empresa.
4.4.2. Montaje de Equipos en Planta	Los equipos son montados en planta por el proveedor según se aprobó en durante las pruebas FAT. Se debe coordinar con producción para disponer del espacio necesario para instalar los equipos sin afectar los planes de producción. Por esta razón se instalará una línea de paletizado a la vez.	Recurso Humano: Equipo de proyecto. Materiales: Equipo de computo	La acometida eléctrica y neumática están disponibles. Se cuenta con el espacio suficiente para instalar ambas celdas de paletizado. Se cuenta con una ventana de tiempo suficiente para instalar la acometida sin	Se requiere realizar un levantamiento de inventario para no comprometer la disponibilidad de producto en el centro de distribución.

Actividad	Descripción	Recursos	Supuestos	Restricciones
			afectar el programa de producción.	
4.4.3. Puesta en Marcha de Equipos en Planta	Corresponde a la salida en vivo de las dos líneas de paletizado. Contempla la realización de ajustes finales en campo para garantizar el buen funcionamiento de los equipos instalados.	Recurso Humano: Equipo de proyecto, jefe de producción, jefe de calidad. Materiales: Equipo de computo	Se dispone de diferentes tipos de alimentos para probar el correcto funcionamiento de los equipos sin importar las características del alimento ensacado. Las líneas de ensacado trabajan de manera continua durante la puesta en marcha. No se sufren paros de planta.	Se debe priorizar el cumplimiento del plan de producción sobre la puesta en marcha de los equipos.
4.4.4. Validación de Puesta en Marcha	La validación de la puesta en marcha contempla el funcionamiento continuo de las líneas de paletizado automático durante al menos dos días trabajando sin interrupción y sin presentar problemas. Se debe ejecutar el pago final al proveedor.	Recurso Humano: Equipo de proyecto, encargado de compras, jefe de producción, jefe de calidad. Materiales: Equipo de computo	Se dispone de diferentes tipos de alimentos para probar el correcto funcionamiento de los equipos sin importar las características del alimento ensacado. Las líneas de ensacado trabajan de manera continua durante la validación.	Se deben evaluar todos los criterios técnicos solicitados en el contrato con el proveedor.
4.4.5. Capacitación de personal	Como parte de los entregables de la contratación, la empresa adjudicada debe capacitar al personal de la empresa en la operación y mantenimiento del equipo.	Recurso Humano: Equipo de proyecto, operadores de planta y técnicos de planta. Materiales: Equipo de computo	El personal de la empresa cuenta con las aptitudes para operar el equipo.	No se puede contratar personal adicional para la operación del equipo.
5. Cierre				

Actividad	Descripción	Recursos	Supuestos	Restricciones
5.1. Aceptación de Entregables	Una vez concluida la validación de la puesta en marcha, se formaliza la aceptación del proyecto y se documenta el cumplimiento del alcance determinado. Se deben contemplar de la aceptación de entregables, las capacitaciones al personal y la entrega de manuales y planes de mantenimiento. Se completa el formulario de aceptación de proyecto el cual debe contar con la firma del gerente de proyecto y el patrocinador.	Recurso Humano: Equipo de proyecto, Gerente de Proyecto, Patrocinador Materiales: Equipo de computo	Se cumplen en totalidad los alcances del proyecto.	Se deben evaluar todos los criterios técnicos solicitados en el contrato con el proveedor. Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.
5.2. Capitalización del Proyecto	Consiste en capitalizar los entregables del proyecto, documentar las tablas de control de gasto y devolver dinero sobrante a las cuentas de la gerencia general de la empresa.	Recurso Humano: Equipo de proyecto, Gerente de Proyecto. Materiales: Equipo de computo		La capitalización solo se puede realizar una vez concluido el proyecto. Antes de realizar la capitalización del proyecto se requiere que la totalidad de las facturas sean tramitadas. Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.
5.3. Lecciones Aprendidas	Se completa el cuadro de lecciones aprendidas y se comparte con la gerencia del proyecto y el patrocinador.	Recurso Humano: Equipo de proyecto. Materiales: Equipo de computo	El cuadro de lecciones aprendidas es un documento vivo que se completa durante todas las etapas del proyecto.	Es indispensable completar este documento para dar cierre al proyecto.
6. Gestión del Recurso Humano				

Actividad	Descripción	Recursos	Supuestos	Restricciones
6.1. Plan de Gestión del Recurso Humano	Consiste en realizar un levantamiento de las plazas a reubicar y elaborar un plan para la programación de la reubicación de los colaboradores. Se debe contemplar la fecha de comunicación del proyecto a los colaboradores y el tiempo necesario para reubicarlos sin afectar el proceso productivo y garantizando una reubicación oportuna de todos los colaboradores.	Recurso Humano: Especialista recursos humanos, jefe de producción, encargado SySO. Materiales: Equipo de computo	Todos los colaboradores muestran interés en reubicarse en otras posiciones dentro de la empresa.	Dentro del grupo de colaboradores a reubicar existen algunos con condiciones médicas particulares, por lo tanto, al reubicarse se deben respetar estas condiciones especiales. Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.
6.2. Reubicación del Personal	Corresponde al proceso de aplicaciones, entrevistas y reubicación de personal según los puestos disponibles y el interés de los colaboradores por reubicarse en el puesto ofrecido. Las condiciones laborales y el salario de los colaboradores deben mantenerse igual o mejorar en caso de que sea posible.	Recurso Humano: Especialista recursos humanos, jefe de producción, encargado SySO. Materiales: Equipo de computo	Todos los colaboradores muestran interés en reubicarse en otras posiciones dentro de la empresa. Durante el proceso de reubicación de personal los colaboradores serán despedidos y vueltos a contratar.	Dentro del grupo de colaboradores a reubicar existen algunos con condiciones médicas particulares, por lo tanto, al reubicarse se deben respetar estas condiciones especiales. Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa.

Nota: La figura 17 detalla la descripción, los recursos, supuestos y restricciones de cada uno de los paquetes de trabajo de la EDT.

4.3.4 Cronograma del proyecto

La Gestión del Cronograma es un aspecto clave dentro de la Administración de Proyecto ya que en ella se “proporciona un plan detallado que representa el modo y el momento en que el proyecto entregará los productos, servicios y resultados definidos en el alcance del proyecto y sirve como herramienta para la comunicación, la gestión de las expectativas de los interesados y como base para informar el desempeño” (PMI, 2017).

En este apartado se expone los componentes del plan de gestión del cronograma, las listas de actividades del proyecto y su secuenciamiento, la estimación en tiempo de cada actividad y por último en base a esta información, se construye el cronograma del proyecto y la ruta crítica.

4.3.4.1 Plan de gestión del cronograma

A continuación, se presenta el plan de gestión del cronograma del proyecto propuesto. Este documento presenta elementos de fondo y forma que permiten la construcción del cronograma y la ruta crítica. En él se definen aspectos como el modelo de programación, el ciclo de vida del proyecto, las unidades de medida, el mantenimiento del modelo, los umbrales de control, las reglas de medición y los formatos de informes.

Figura 18*Plan de gestión del cronograma*

Plan de gestión del cronograma del proyecto				
Historial de versiones				
Versión	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha
V1.0	Ariel Sancho	Gerente Proyecto	Patrocinador	01-01-24
Nombre del proyecto	Automatización del paletizado de sacos			
Project Manager	Ariel Sancho			
Patrocinador	Dirección Agrocomercial			
Desarrollo del modelo de programación				
<p>Como metodología se siguen los procesos y mejores prácticas indicadas en la Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK del Instituto De Administración de Proyectos (PMI), la sexta y séptima edición. Las herramientas que se utilizan son la duración más esperada (PERT), diagramas de red, diagrama de ruta crítica, diagrama de Gantt y aplicación de cómputo como MS Project.</p>				
Duración de las liberaciones y las iteraciones				
<p>Se trabaja el Proyecto mediante las diferentes fases del ciclo de vida de una metodología tradicional.</p>				
Nivel de exactitud				
<p>En este proyecto, se contempla un horario de lunes a viernes de 8:00am a 5:00pm con una hora de descanso de 12:00md a 1:00pm y se respetan los feriados establecidos por la ley. Se utilizan las duraciones esperadas mediante la formula PERT previamente considerando las duraciones optimistas, pesimistas y más probables.</p>				
Unidades de medida				
<p>La duración del Proyecto se estima en días.</p>				

Enlace del procedimiento
Se trabaja con una Línea Base estructurada en base a la EDT que contempla cada uno de los entregables y paquetes de trabajo. Cada una de las actividades tendrán una etiqueta de identificación secuenciada con su duración respectiva.
Mantenimiento del modelo de programación
Durante cada una de las fases del ciclo de vida del proyecto, se realizan reuniones semanales con el equipo de proyecto y reuniones mensuales con el patrocinador.
Umbrales de control
Se debe realizar un seguimiento constante del avance del cronograma que busque alertar al equipo de proyectos y definir atrasos o adelantos dentro de la línea base. En caso de haber modificaciones, se deberá realizar un control de cambios para identificar el impacto en la calidad, alcance y costo del proyecto.
Reglas de medición
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar el avance del proyecto con respecto a la línea base 0, 1, 2, entre otros según el control de cambios realizado en el proyecto. 2. Determinado el porcentaje completado de cada actividad. 3. Determinar la variación del cronograma (SV) y el índice de desempeño del cronograma (SPI).
Formato de informes
Se define como formato para las reuniones semanales el formato de minutas y para la presentación mensual ante el patrocinador se define el formato de indicadores de proyecto.

Nota: La Figura 18 muestra el plan de gestión con el cual se construye y administra el cronograma.

4.3.4.2 Lista de actividades

En este apartado se toman las actividades descritas en la EDT y se define la relación entre ellas. La figura 19 muestra cada una de las actividades definidas para el proyecto y sus predecesoras.

Figura 19*Lista de actividades*

Hito	Nombre de tarea	Predecesoras
No	Proyecto Automatización del Paletizado de Sacos	
No	1. Aprobación de la inversión	
No	1.1. Recopilación de Requisitos	
No	1.2. Formulario de Aprobación Inversión (FAI)	
No	1.2.1. Acta de Constitución	1,1
No	1.2.2. Presupuesto	1.2.1
No	1.2.3. Cronograma	1.2.1
SI	1.3. Aprobación del FAI	1,2,1; 1,2,2; 1.2.3
No	1.4. Traslado de Presupuesto	1,3
No	2. Planeación	
No	2.1. Plan de Gestión del Proyecto	
No	2.1.1 Plan de Gestión del Alcance	1.4
No	2.1.2 Plan de Gestión del Cronograma	2.1.1
No	2.1.3 Estimación de los Costos del Proyecto	2.1.2
No	2.1.4. Línea Base de la Calidad	2.1.3
No	2.1.5. Roles y Responsabilidades	1.4
No	2.1.6. Plan de Gestión de las Comunicaciones	1.4
No	2.1.7. Matriz de Riesgos	1.4
No	2.1.8. Plan de Gestión de las Adquisiciones	2.1.4
No	2.1.9. Plan de Gestión de los Involucrados del Proyecto	1.4
No	3. Contratación	
No	3.1. Compra de Equipos	
No	3.1.1. Especificaciones Técnicas	2.1.8
No	3.1.2. Proceso de Licitación	3.1.1
No	3.1.3. Evaluación Técnica	3.1.2
No	3.1.4. Visita al Proveedor	3.1.3
SI	3.1.5. Adjudicación del Proveedor y Contrato	3.1.4
No	3.1.6. Fabricación de Equipos	3.1.5
No	3.1.7. Transporte y Nacionalización	3.1.6
No	3.2. Acometida Eléctrica	
No	3.2.1. Proceso de Licitación	3.1.5
No	3.2.2. Adjudicación de Proveedor	3.2.1
No	3.3. Acometida Neumática	
No	3.3.1. Proceso de Licitación	3.1.5
No	3.3.2. Adjudicación de Proveedor	3.3.1
No	4. Montaje	
No	4.1. Acometida Eléctrica	3.2.2
No	4.2. Acometida Neumática	3.3.2

Hito	Nombre de tarea	Predecesoras
No	4.3. Pruebas FAT	
No	4.3.1. Recepción de equipos	3.1.7
No	4.3.2. Montaje de Equipos en Fábrica	4.3.1
No	4.3.3. Pruebas de Equipos en Fábrica	4.3.2
No	4.3.4. Validación de Pruebas en Fábrica	4.3.3
No	4.4. Pruebas SAT	
SI	4.4.1. Recepción de equipos en Planta	4.1; 4.2; 4.3.4
No	4.4.2. Montaje de Equipos en Planta	4.4.1
SI	4.4.3. Puesta en Marcha de Equipos en Planta	4.4.2
No	4.4.4. Validación de Puesta en Marcha	4.4.3
No	4.4.5. Capacitación de personal	4.4.3
No	5. Cierre	
No	5.1. Aceptación de Entregables	4.4.4
SI	5.2. Capitalización del Proyecto	5.1
No	5.3. Lecciones Aprendidas	5.1
No	6. Gestión del Recurso Humano	
No	6.1. Plan de Gestión del Recurso Humano	3.1.5
No	6.2. Reubicación del Personal	4.4.1; 6.1

Nota: La Figura 19 permite identificar el secuenciamiento de cada una de las tareas descritas en la EDT.

4.3.4.3 Estimación del tiempo

Para la estimación del tiempo requerido para cada una de las tareas de la EDT se utiliza una combinación de varias técnicas y herramientas según lo recomienda la Guía del PMBOK® (PMI, 2017). Principalmente, se emplea el juicio de expertos, la estimación paramétrica y la estimación basada en tres valores. Sobre esta última, para el cálculo de la duración esperada se utiliza la siguiente fórmula:

$$tE = \frac{tO + (4 * tM) + tP}{6}$$

Donde tE es el tiempo esperado, tO es el tiempo optimista, tM el tiempo más Probable y tP el tiempo pesimista. En la figura 20 se muestra la estimación de tiempo para cada tarea.

Figura 20

Duración de las actividades

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Dur. optimista	Dur. Esperada	Dur. Pesimista	Duración /PERT
Proyecto Automatización del Paletizado de Sacos	388 días	lun 1/1/24	mié 25/6/25					
1. Aprobación de la inversión	59 días	lun 1/1/24	jue 21/3/24					
1.1. Recopilación de Requisitos	5 días	lun 1/1/24	vie 5/1/24		3	5	7	5
1.2. Formulario de Aprobación Inversión (FAI)	6 días	lun 8/1/24	lun 15/1/24					
1.2.1. Acta de Constitución	2 días	lun 8/1/24	mar 9/1/24	1,1	1	2	3	2
1.2.2. Presupuesto	4 días	mié 10/1/24	lun 15/1/24	1.2.1	2	4	6	4
1.2.3. Cronograma	4 días	mié 10/1/24	lun 15/1/24	1.2.1	2	4	6	4
1.3. Aprobación del FAI	45 días	mar 16/1/24	lun 18/3/24	1,2,1; 1,2,2; 1.2.3	30	45	60	45
1.4. Traslado de Presupuesto	3 días	mar 19/3/24	jue 21/3/24	1,3	2	3	4	3
2. Planeación	6 días	vie 22/3/24	vie 29/3/24					
2.1. Plan de Gestión del Proyecto	6 días	vie 22/3/24	vie 29/3/24					
2.1.1 Plan de Gestión del Alcance	1 día	vie 22/3/24	vie 22/3/24	1.4	0,5	1	1,5	1
2.1.2 Plan de Gestión del Cronograma	1 día	lun 25/3/24	lun 25/3/24	2.1.1	0,5	1	1,5	1
2.1.3 Estimación de los Costos del Proyecto	1 día	mar 26/3/24	mar 26/3/24	2.1.2	0,5	1	1,5	1
2.1.4. Línea Base de la Calidad	1 día	mié 27/3/24	mié 27/3/24	2.1.3	0,5	1	1,5	1
2.1.5. Roles y Responsabilidades	1 día	vie 22/3/24	vie 22/3/24	1.4	0,5	1	1,5	1
2.1.6. Plan de Gestión de las Comunicaciones	1 día	vie 22/3/24	vie 22/3/24	1.4	0,5	1	1,5	1
2.1.7. Matriz de Riesgos	3 días	vie 22/3/24	mar 26/3/24	1.4	1	3	5	3
2.1.8. Plan de Gestión de las Adquisiciones	2 días	jue 28/3/24	vie 29/3/24	2.1.4	1	2	3	2
2.1.9. Plan de Gestión de los Involucrados del Proyecto	1 día	vie 22/3/24	vie 22/3/24	1.4	0,5	1	1,5	1
3. Contratación	240 días	lun 1/4/24	vie 28/2/25					
3.1. Compra de Equipos	240 días	lun 1/4/24	vie 28/2/25					
3.1.1. Especificaciones Técnicas	15 días	lun 1/4/24	vie 19/4/24	2.1.8	10	15	20	15
3.1.2. Proceso de Licitación	25 días	lun 22/4/24	vie 24/5/24	3.1.1	20	25	30	25

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Dur. optimista	Dur. Esperada	Dur. Pesimista	Duración /PERT
3.1.3. Evaluación Técnica	10 días	lun 27/5/24	vie 7/6/24	3.1.2	5	10	15	10
3.1.4. Visita al Proveedor	20 días	lun 10/6/24	vie 5/7/24	3.1.3	18	20	22	20
3.1.5. Adjudicación del Proveedor y Contrato	45 días	lun 8/7/24	vie 6/9/24	3.1.4	40	45	50	45
3.1.6. Fabricación de Equipos	95 días	lun 9/9/24	vie 17/1/25	3.1.5	80	95	110	95
3.1.7. Transporte y Nacionalización	30 días	lun 20/1/25	vie 28/2/25	3.1.6	15	30	45	30
3.2. Acometida Eléctrica	18 días	lun 9/9/24	mié 2/10/24					
3.2.1. Proceso de Licitación	15 días	lun 9/9/24	vie 27/9/24	3.1.5	12	15	18	15
3.2.2. Adjudicación de Proveedor	3 días	lun 30/9/24	mié 2/10/24	3.2.1	1	3	5	3
3.3. Acometida Neumática	18 días	lun 9/9/24	mié 2/10/24					
3.3.1. Proceso de Licitación	15 días	lun 9/9/24	vie 27/9/24	3.1.5	12	15	15	14,5
3.3.2. Adjudicación de Proveedor	3 días	lun 30/9/24	mié 2/10/24	3.3.1	1	3	5	3
4. Montaje	182 días	jue 3/10/24	vie 13/6/25					
4.1. Acometida Eléctrica	20 días	jue 3/10/24	mié 30/10/24	3.2.2	10	20	30	20
4.2. Acometida Neumática	20 días	jue 3/10/24	mié 30/10/24	3.3.2	10	20	30	20
4.3. Pruebas FAT	41 días	lun 3/3/25	lun 28/4/25					
4.3.1. Recepción de equipos	1 día	lun 3/3/25	lun 3/3/25	3.1.7	1	1	1	1
4.3.2. Montaje de Equipos en Fábrica	10 días	mar 4/3/25	lun 17/3/25	4.3.1	5	10	15	10
4.3.3. Pruebas de Equipos en Fábrica	20 días	mar 18/3/25	lun 14/4/25	4.3.2	15	20	25	20
4.3.4. Validación de Pruebas en Fábrica	10 días	mar 15/4/25	lun 28/4/25	4.3.3	5	10	15	10
4.4. Pruebas SAT	34 días	mar 29/4/25	vie 13/6/25					
4.4.1. Recepción de equipos en Planta	4 días	mar 29/4/25	vie 2/5/25	4.1; 4.2; 4.3.4	2	4	6	4
4.4.2. Montaje de Equipos en Planta	10 días	lun 5/5/25	vie 16/5/25	4.4.1	8	10	12	10
4.4.3. Puesta en Marcha de Equipos en Planta	15 días	lun 19/5/25	vie 6/6/25	4.4.2	5	15	25	15
4.4.4. Validación de Puesta en Marcha	5 días	lun 9/6/25	vie 13/6/25	4.4.3	1	5	9	5
4.4.5. Capacitación de personal	5 días	lun 9/6/25	vie 13/6/25	4.4.3	3	5	7	5
5. Cierre	8 días	lun 16/6/25	mié 25/6/25					
5.1. Aceptación de Entregables	3 días	lun 16/6/25	mié 18/6/25	4.4.4	1	3	5	3
5.2. Capitalización del Proyecto	3 días	jue 19/6/25	lun 23/6/25	5.1	1	3	5	3

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Dur. optimista	Dur. Esperada	Dur. Pesimista	Duración /PERT
5.3. Lecciones Aprendidas	5 días	jue 19/6/25	mié 25/6/25	5.1	1	5	9	5
6. Gestión del Recurso Humano	200 días	lun 9/9/24	vie 13/6/25					
6.1. Plan de Gestión del Recurso Humano	20 días	lun 9/9/24	vie 4/10/24	3.1.5	15	20	25	20
6.2. Reubicación del Personal	30 días	lun 5/5/25	vie 13/6/25	4.4.1; 6.1	15	30	45	30

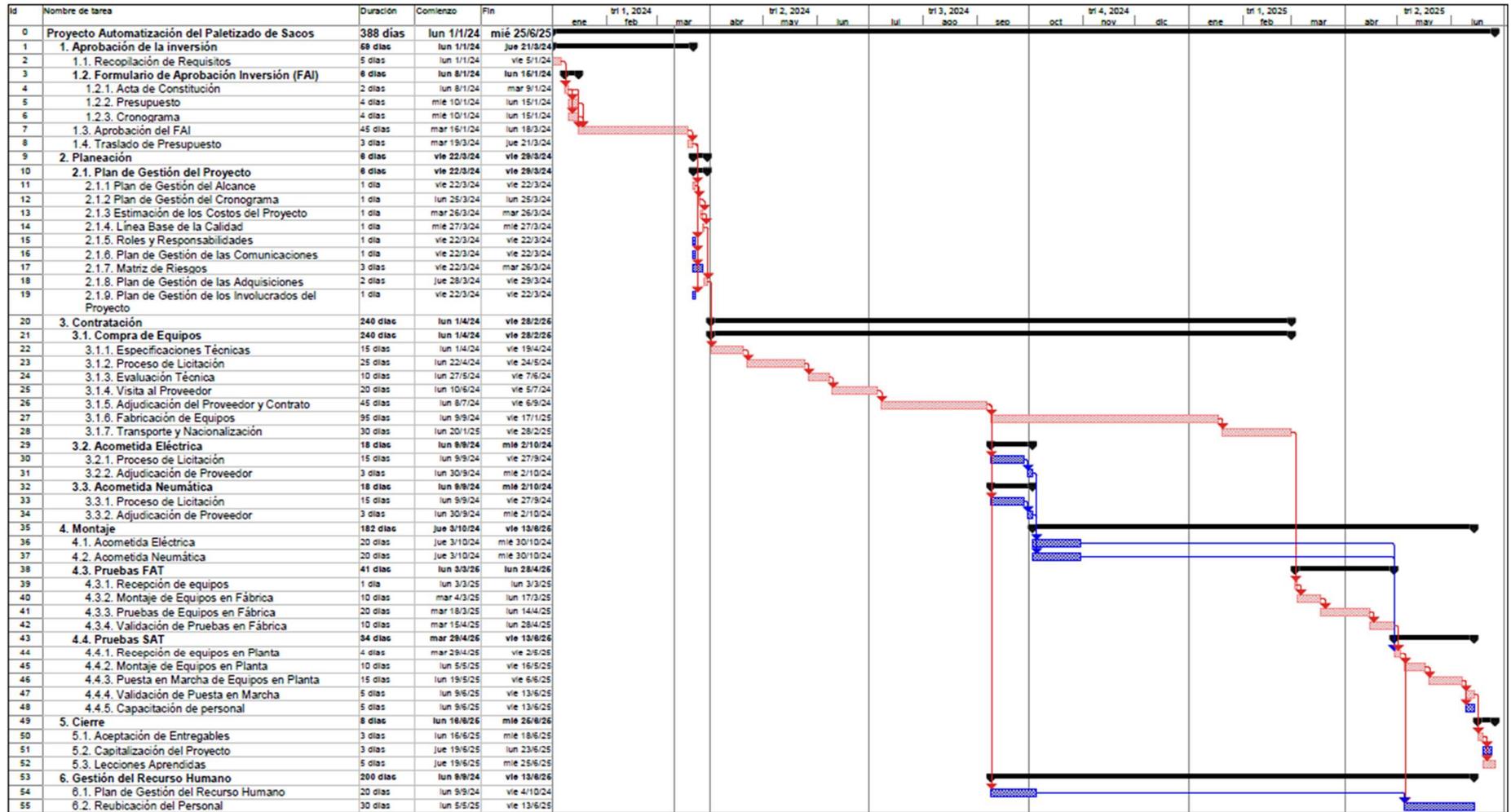
Nota: La Figura 20 muestra la duración, fecha de inicio y fecha de finalización de cada una de las tareas descritas en la EDT.

4.3.4.4 Desarrollo del cronograma y ruta crítica

Con base la información construida en la figura 20 se simula el cronograma en la herramienta MS Project y se obtiene el diagrama de Gantt que se muestra en la figura 21.

Figura 21

Diagrama de Gantt



Nota: La Figura 21 muestra el diagrama de Gantt del proyecto y la ruta crítica.

A partir de la figura 21, se puede constatar que el proyecto se comporta de manera muy lineal. Son muy pocas las tareas que se realizan en paralelo y la gran mayoría de las tareas son parte de la ruta crítica del proyecto. Esto tiene como consecuencia un alto riesgo en el cumplimiento del tiempo del proyecto ya que un atraso en cualquiera de las tareas tendría una repercusión directa en la fecha de finalización del proyecto.

4.3.5 Costos del proyecto

La gestión de los costos, según se expone en la Guía del PMBOK® (PMI, 2017), consiste en calcular los costos de los recursos necesarios para poder completar las actividades del proyecto. Este apartado tiene una importancia particular en el éxito del proyecto porque su gestión impacta directamente con el cumplimiento del presupuesto del proyecto.

La gestión de los costos se tiene que respetar una concordancia con las etapas definidas en la EDT y con el cronograma del proyecto, ya que estos son insumos para estructurar qué se está pagando y en qué momento.

Para la planificación, estimación y determinación de los costos se emplean técnicas y herramientas como lo es el juicio de expertos, el análisis de datos, las estimaciones, la revisión de información histórica y las reuniones.

En esta sección, se exponen las pautas para la planificación de la gestión de los costos, la estimación de costo, el presupuesto del proyecto y se construye la línea base de los costos del proyecto.

4.3.5.1 Planificación de la gestión de los costos

Dentro de la planificación de los costos del proyecto se definen diferentes pautas mandatorias para la construcción del plan de gestión de costos. Como unidad de medida se utiliza el dólar estadounidense pues es la moneda utilizada por la empresa para la gestión de los proyectos. El nivel de precisión elegido es el redondeo hacia arriba empleando cero

decimales según la información obtenida en las cotizaciones. El nivel de exactitud para este proyecto es de $\pm 10\%$ según se determina en las políticas y procedimientos de la empresa. El umbral de control, igualmente definido en las políticas y procedimientos de la empresa se define en una desviación máxima del 10% con respecto a la línea base, antes de que sea necesario tomar medidas. En cuanto a las reglas para la medición del desempeño, se establecen los siguientes puntos para realizar la medición de las cuentas de control:

- 3.1.5 Adjudicación del Proveedor y Contrato (para la compra del sistema de paletizado)
- 3.2.2 Adjudicación de Proveedor (para la acometida eléctrica)
- 3.3.2 Adjudicación de Proveedor (para la acometida neumática)

Adicionalmente se define la técnica del valor ganado (EV) como medida para evaluar el desempeño del proyecto. Esta se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$EV = \% \text{ Avance} * PV$$

Donde PV es el valor planeado para cada tarea de la EDT. El valor ganado indica el porcentaje de avance en la ejecución del presupuesto con respecto a lo planificado.

La metodología que se selecciona para la estimación de conclusión (EAC) es el método ascendente. La cual establece que el EAC se calcula a partir de la ecuación:

$$EAC = AC + ETC$$

Donde AC es el monto del costo real del trabajo realizado hasta el momento. Mientras que ETC es la sumatoria de los costos presupuestados de las tareas pendientes para finalizar el proyecto. Este método permite hacer una proyección del costo final del proyecto con base a lo que se ha gastado hasta el momento y lo presupuestado para finalizarlo. Con base en el valor obtenido del EAC se pueden tomar decisiones sobre el presupuesto y el trabajo pendiente para concluir el proyecto.

Para el formato de los informes, se utilizan las plantillas estándares de la empresa para la elaboración de los informes de gestión de costos. Este formato consiste en una tabla de Excel donde se muestra el monto presupuestado, el real, el comprometido y el planeado. Por último, para el financiamiento del proyecto se obtiene de fondos propios de la empresa dispuestos por la gerencia general para el desarrollo de proyectos de expansión y mejora del proceso productivo.

4.3.5.2 Estimación de los costos

“Una estimación de costos consiste en una evaluación cuantitativa de los costos probables de los recursos necesarios para completar la actividad. Es una predicción basada sobre la información disponible en un momento determinado” (PMI, 2017). Una estimación precisa del costo es fundamental para decidir si se debe asumir un proyecto, para determinar el alcance final y para evitar los sobre costos.

Para la estimación de los costos del proyecto se utilizan las técnicas de presupuestación estimación paramétrica, análisis de propuestas para licitación, análisis de reserva y el juicio de expertos. En la Figura 22 se muestra el monto presupuestado para las actividades clave de la EDT, la técnica de presupuestación utilizada en cada caso y la justificación de la elección.

Figura 22

Estimación de costos del proyecto

Código EDT	Nombre de componente	Monto Presupuestado (\$)	Técnica de presupuestación	Justificación de la técnica de presupuestación
3.1.4	Visita al Proveedor	6 000	Estimación paramétrica	Se calcula según la tabla de viáticos de la empresa para viajes en América.
3.1.5	Adjudicación del Proveedor y Contrato	517 193	Análisis de propuestas para licitaciones	Se cuenta con la cotización de los equipos.

Código EDT	Nombre de componente	Monto Presupuestado (\$)	Técnica de presupuestación	Justificación de la técnica de presupuestación
3.2.2	Adjudicación de Proveedor	4 000	Estimación paramétrica y juicio de expertos	Se obtuvo de la estimación de metros lineales de cableado eléctrico, la potencia del equipo y el costo del metro lineal de cable. Este valor se comparó con el histórico pues en la empresa se han realizado recientemente varios proyectos similares. El monto final se ajustó según el juicio de expertos.
3.3.2	Adjudicación de Proveedor	4 000	Estimación paramétrica y juicio de expertos	Se obtuvo de la estimación de metros lineales de tubería de aire comprimido y el costo del metro lineal de tubería. Este valor se comparó con el histórico pues en la empresa se han realizado recientemente varios proyectos similares. El monto final se ajustó según el juicio de expertos.
	Imprevisto	20 260	Análisis de Reserva	Por políticas de la empresa, se utiliza máximo un 5% para calcular el monto de imprevistos.

Nota: La Figura 22 muestra los costos del proyecto, la técnica de presupuestación utilizada para estimar los costos y su justificación.

4.3.5.3 Presupuesto del proyecto

Para la construcción del presupuesto, se debe tomar en consideración que la empresa, para el desarrollo de sus proyectos, subcontrata todos los trabajos, encargándose solamente de la administración del proyecto. Por esta razón en la figura 23 los montos de dinero se concentran en los paquetes de trabajo de adjudicación de proveedores, esto considerando que es el momento en que se realiza la reserva de presupuesto. Adicionalmente, los costos del recurso humano se manejan en cuentas separadas, no se consideran a la hora de presupuestar el costo del proyecto. Esto se da por el volumen de proyectos que se manejan dentro de la empresa en simultaneo y porque la mayoría de los integrantes del grupo de proyectos pertenecen a un área productiva.

Figura 23*Presupuesto del Proyecto*

Nombre de componente	Monto paquetes de trabajo	Monto cuentas de control	Monto entregables
Proyecto Automatización del Paletizado de Sacos			
1. Aprobación de la inversión			\$ -
1.1. Recopilación de Requisitos		\$ -	
1.2. Formulario de Aprobación Inversión (FAI)		\$ -	
1.2.1. Acta de Constitución	\$ -		
1.2.2. Presupuesto	\$ -		
1.2.3. Cronograma	\$ -		
1.3. Aprobación del FAI		\$ -	
1.4. Traslado de Presupuesto		\$ -	
2. Planeación			\$ -
2.1. Plan de Gestión del Proyecto		\$ -	
2.1.1 Plan de Gestión del Alcance	\$ -		
2.1.2 Plan de Gestión del Cronograma	\$ -		
2.1.3 Estimación de los Costos del Proyecto	\$ -		
2.1.4. Línea Base de la Calidad	\$ -		
2.1.5. Roles y Responsabilidades	\$ -		
2.1.6. Plan de Gestión de las Comunicaciones	\$ -		
2.1.7. Matriz de Riesgos	\$ -		
2.1.8. Plan de Gestión de las Adquisiciones	\$ -		
2.1.9. Plan de Gestión de los Involucrados del Proyecto	\$ -		
3. Contratación			\$ 531 193
3.1. Compra de Equipos		\$ 523 193	
3.1.1. Especificaciones Técnicas	\$ -		
3.1.2. Proceso de Licitación	\$ -		
3.1.3. Evaluación Técnica	\$ -		
3.1.4. Visita al Proveedor	\$ 6 000		
3.1.5. Adjudicación del Proveedor y Contrato	\$ 517 193		
3.1.6. Fabricación de Equipos	\$ -		
3.1.7. Transporte y Nacionalización	\$ -		
3.2. Acometida Eléctrica	\$ -	\$ 4 000	
3.2.1. Proceso de Licitación	\$ -		

Nombre de componente	Monto paquetes de trabajo	Monto cuentas de control	Monto entregables
3.2.2. Adjudicación de Proveedor	\$ 4 000		
3.3. Acometida Neumática		\$ 4 000	
3.3.1. Proceso de Licitación	\$ -		
3.3.2. Adjudicación de Proveedor	\$ 4 000		
4. Montaje			\$ -
4.1. Acometida Eléctrica		\$ -	
4.2. Acometida Neumática		\$ -	
4.3. Pruebas FAT		\$ -	
4.3.1. Recepción de equipos	\$ -		
4.3.2. Montaje de Equipos en Fábrica	\$ -		
4.3.3. Pruebas de Equipos en Fábrica	\$ -		
4.3.4. Validación de Pruebas en Fábrica	\$ -		
4.4. Pruebas SAT		\$ -	
4.4.1. Recepción de equipos en Planta	\$ -		
4.4.2. Montaje de Equipos en Planta	\$ -		
4.4.3. Puesta en Marcha de Equipos en Planta	\$ -		
4.4.4. Validación de Puesta en Marcha	\$ -		
4.4.5. Capacitación de personal	\$ -		
5. Cierre			\$ -
5.1. Aceptación de Entregables		\$ -	
5.2. Capitalización del Proyecto		\$ -	
5.3. Lecciones Aprendidas		\$ -	
6. Gestión del Recurso Humano			\$ -
6.1. Plan de Gestión del Recurso Humano		\$ -	
6.2. Reubicación del Personal		\$ -	
Total 1 (sumatoria de montos de entregables)			\$ 531 193
% reserva de contingencia			\$ 20 260
Total 2 Línea Base			\$ 551 453
% reserva de gestión			\$ 55 145
Total 3 Presupuesto			\$ 606 598

4.3.5.4 Línea base de los costos del proyecto

Para la construcción de la línea base de los costos se debe considerar que el método de pago utilizado en la adjudicación del contrato de la acometida eléctrica y neumática es el pago a 60 días. Para la adquisición de la solución de paletizado se utiliza un anticipo del 20%, un pago contra entrega del 70% y una reserva de 10% pagada un mes después de la puesta en marcha. Sin embargo, por políticas de la empresa, el monto total de cada compra se debe reservar desde el momento en que se coloca la orden de compra. Por esta razón se coloca como fecha para cada desembolso la fecha en que se colocan las órdenes de compra, indiferentemente del método de pago que se defina.

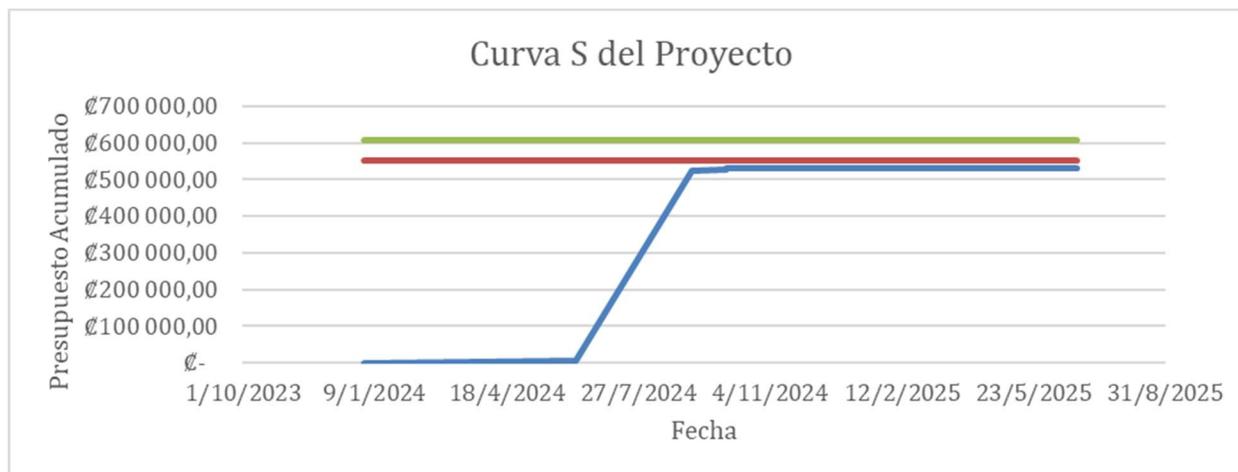
Figura 24

Línea base de costos

Fecha	Presupuesto Acumulado	Detalle
vie 10/6/24	\$ 6 000,00	Visita al proveedor
vie 6/9/24	\$ 523 193,00	Orden de compra solución paletizado
mié 2/10/24	\$ 527 193,00	Orden de compra acometida eléctrica
mié 2/10/24	\$ 531 193,00	Orden de compra acometida neumática

Nota: La Figura 24 muestra la fecha de desembolso del presupuesto.

A partir de la información suministrada en la línea base de costos se gráfica la curva S del proyecto la cual muestra cómo se consume el presupuesto en función del tiempo.

Figura 25*Curva S del Proyecto*

Al analizar la curva S del proyecto se puede constatar que los desembolsos del proyecto suceden entre setiembre y octubre del año 1. La simplicidad de la curva S del proyecto responde al tipo de contratación con la que trabaja la empresa.

4.3.6 Planificar la gestión de la calidad

La gestión de la calidad en un proyecto se aplica tanto para la gestión del proyecto como para evaluar los entregables. Por esta razón, en este apartado se estudian desde ambas perspectivas los factores que requieren llevar foco para garantizar el cumplimiento de la calidad del proyecto

4.3.6.1 Factores de éxito para la calidad

Los factores de éxito para la calidad son aquellos que contribuyen a que se cumpla a cabalidad el plan de gestión de la calidad. Para el proyecto en estudio, se identifican los siguientes factores de éxito:

- Aprobación oportuna en tiempo del FAI del proyecto para disponer de los fondos necesarios para iniciar los procesos de licitación. Para esto es fundamental que

la información de entrada se presente de forma completa al departamento financiero para que no devuelvan el caso.

- Contar con proveedores experimentados durante el proceso de licitación para adjudicar un proveedor que realmente tenga la capacidad de asumir el montaje del proyecto sin contratiempos.
- Capacitación del personal subcontratado para garantizar el entendimiento de las normas de inocuidad y Buenas Prácticas de Manufactura de la Planta.
- Colocar a tiempo órdenes de compra para poder contar con materiales de calidad a tiempo. Prepararse ante las crisis comerciales de actualidad, la disponibilidad de materiales y sus tiempos de entrega para evitar atrasos en cronograma o recortes en el alcance del proyecto.
- Realizar reuniones semanales del grupo de proyecto y recorridos en fábrica para corregir de manera oportuna cualquier no conformidad detectada.
- Garantizar la utilización de equipos de alto grado y alta calidad en la solución de paletizado, para garantizar el correcto funcionamiento y vida útil de los entregables del proyecto.
- Documentar lecciones aprendidas de forma oportuna.
- Completar y archivar toda la documentación oficial requerida para el desarrollo del proyecto.

4.3.6.2 Línea Base de la calidad

Previo a definir la línea base de la calidad del proyecto es de gran ayuda mencionar a los interesados del proyecto.

Figura 26*Involucrados del proyecto*

Código de involucrado	Involucrado	Fase en que interviene	Clasificación
A	Director agrocomercial (Patrocinador)	Todo el proyecto	Promotor
B	Gerente general de la empresa	No interviene	Promotor
C	Gerente de proyecto	Todo el proyecto	Promotor
D	Equipo de proyecto	Todo el proyecto	Promotor
E	Gerente de compras	Todo el proyecto	Promotor
F	Gerente de recursos humanos	Todo el proyecto	Promotor
G	Gerente de tecnologías de la información	Todo el proyecto	Promotor
H	Gerente de Salud y Seguridad Ocupacional	Todo el proyecto	Promotor
I	Socios de la empresa	No interviene	Promotor
J	Proveedor de equipos y servicios	Planificación, Ejecución, Seguimiento y Control	Neutral
K	Comunidad	No interviene	Neutral
L	Trabajadores de la empresa	Ejecución, Seguimiento y Control	Detractor
M	Empresas competidoras	No interviene	Detractor

Nota: La Figura 26 muestra los involucrados del proyecto, la fase en que intervienen, su clasificación y codificación.

La línea base de la calidad describe los requerimientos de calidad de cada entregable de la EDT, su criterio de aceptación y clasifica por prioridad cada uno de los entregables. Para la clasificación de la prioridad, se utilizó el juicio de expertos. Si bien existen técnicas más precisas para determinar la prioridad como lo es la matriz L, en este proyecto se empleó una técnica menos compleja debido al nivel de conocimiento que se tiene sobre cada uno de los involucrados y sobre el tipo de proyecto que se está desarrollando.

Figura 27*Línea base de la calidad*

Código	Entregable	Requerimiento	Criterio de aceptación	Prioridad
1.a.	Aprobación de la inversión	aprobación del FAI	FAI aprobado por la Gerencia Financiera y presupuesto trasladado a la cuenta del proyecto.	1
2.a.	Contratación	Proceso de licitación y adjudicación de proveedores.	Proceso de licitación concluido con al menos 3 participantes, orden de compra colocada y contratos firmados por el contratista y la cooperativa.	13
2.b.	Contratación	Planos constructivos detallados de la instalación de ambas estaciones de paletizado.	Visto bueno por parte del equipo de proyecto de los planos constructivos de las dos celdas de paletizado, donde se incluya la ubicación espacial y cotas para interpretar los planos. Deben incluirse todos los equipos solicitados en el cartel de licitación.	14
3.a.	Montaje	Instalación y puesta en marcha de dos estaciones de paletizado con brazo robótico con capacidad de paletizar sacos de 46 kg a una razón de al menos 12 sacos por minuto.	Aceptación por parte del equipo de proyecto de las pruebas FAT y SAT. Se deben poner a prueba ambas celdas de paletizado y deben cumplir con el paletizado de sacos de 46 kg a una razón de 12 sacos por minuto entregando estivas estables con 30 sacos por palet. Las pruebas se deben realizar con al menos 5 productos distintos debido a las diferencias de densidad y geometría del producto ensacado. Las tarimas con sacos a la salida del proceso deben cumplir con los lineamientos de calidad de la empresa.	3
3.b.	Montaje	Instalación y puesta en marcha de dos apiladores de tarimas con colocación de hoja de cartón con capacidad para almacenar al menos 8 tarimas cada uno.	Los apiladores de tarimas deben contar con una estructura robusta que soporte el impacto de montacargas con tarimas durante el proceso de llenado. Se requiere almacenar al menos 8 tarimas por celda de paletizado. Se debe verificar la alimentación de tarimas y la colocación de la lámina de cartón en tiempo para garantizar la velocidad de 12 sacos por minuto.	4
3.c.	Montaje	Instalación y puesta en marcha de bandas transportadoras automáticas para el transporte de tarimas desde el apilador de sacos hasta el punto de descarga de las tarimas llenas.	Los transportadores de tarimas deben ser capaces de trasladar de manera automática la tarima desde el punto de inicio hasta la descarga. Debe contar con al menos tres posiciones de descanso para tarimas llenas.	5

Código	Entregable	Requerimiento	Criterio de aceptación	Prioridad
3.d.	Montaje	Instalación y puesta en marcha de bandas para el transporte automático de sacos de alimento desde la línea de ensacado hasta el punto de recogida del brazo robótico.	Los transportadores de tarimas deben ser capaces de trasladar de manera automática el saco con producto desde la estación de ensacado y costura hasta la posición donde el saco es tomado por el brazo robótico.	6
3.e.	Montaje	Instalación y puesta en marcha de volteador de sacos para colocar el saco en posición horizontal.	El volteador de sacos debe ser capaz pasar el saco de la posición vertical a la posición horizontal con un giro de 90°. Todos los sacos deben ser volteados de forma homogénea.	7
3.f.	Montaje	Instalación y puesta en marcha de aplanador de sacos, para garantizar que los sacos lleguen al robot lo más homogéneos posible.	El aplanador de sacos debe recibir los sacos de la banda transportadora de sacos y homogenizar la geometría de los sacos para facilitar el trabajo del robot a la hora de tomar los sacos de la banda.	8
3.g.	Montaje	Instalación y puesta en marcha de dispositivos de seguridad perimétricos para garantizar la operación segura de los robots.	Los dispositivos de seguridad deben garantizar la detención total de la celda de paletizado en caso de que se presione un paro de emergencia o una persona u objeto invada el perímetro de trabajo del robot. Debe contar con sensores redundantes para la protección del perímetro. Debe ser avalado por el departamento de SySO de la empresa.	9
3.h.	Montaje	Entrega de manuales de instalación y mantenimiento de los equipos instalados y capacitación del personal operativo y de mantenimiento.	Los manuales de instalación y mantenimiento deben contar con el detalle de todo los componentes instalados y sus rutinas de mantenimiento completa. Se deben impartir al menos tres capacitaciones al personal operativo y de mantenimiento para cubrir los tres turnos de trabajo. Se deben entregar los documentos en formato PDF vía correo electrónico o plataforma virtual.	10
3.i.	Montaje	Acometida eléctrica y neumática.	La acometida eléctrica debe estar dimensionada para soportar al menos 50kW, contar con un disyuntor y cableado dimensionado para esta capacidad. Debe cumplir con la normativa eléctrica nacional.	11
3.j.	Montaje	Acometida eléctrica y neumática.	La acometida neumática debe ser capaz de suministrar al menos 7 CFM y debe fabricarse en hierro negro roscado y pintada color azul. Debe contar con soportes cada 4 m pintados en color amarillo.	12

Código	Entregable	Requerimiento	Criterio de aceptación	Prioridad
4.a.	Cierre	Documentos de finalización de proyecto	Los documentos de cierre deben estar completados y firmados por el patrocinador y gerente del proyecto según las políticas de la empresa.	15
5.a.	Gestión del Recurso Humano	Reubicación del personal afectado por la automatización del proceso productivo.	A todos los colaboradores afectados por el proyecto se le realizó al menos una propuesta de reubicación. Los colaboradores que aceptaron la propuesta fueron ubicados en un nuevo puesto de trabajo dentro de la empresa.	2

Nota: La Figura 27 muestra los requerimientos y criterio de aceptación por cada entregable de la EDT.

De acuerdo con la figura anterior se puede constatar que los dos principales entregables del proyecto son la aprobación del FAI y la reubicación del personal. Esto se da, debido a las prioridades determinadas por la empresa para la aprobación del presupuesto de inversión y por la importancia que le da la empresa a su capital humano.

4.3.6.3 Actividades de Gestión y Control de la calidad

En esta sección del plan de gestión de la calidad se define la frecuencia de las entregas de cada requerimiento y el responsable de gestionarlas. Si bien esta tabla corresponde a tareas que se deben ejecutar en la etapa del monitoreo y control del proyecto, es importante se definan desde la etapa de planificación.

Figura 28

Actividades de gestión y control de la calidad.

Código	Entregable	Requerimiento	Frecuencia	Responsable
1.a.	Aprobación de la inversión	aprobación del FAI	Una única entrega 2 mes después del inicio del proyecto	A, C y D
2.a.	Contratación	Proceso de licitación y adjudicación de proveedores.	Cada vez que el proyecto lo requiera.	C, D, E, G y H

Código	Entregable	Requerimiento	Frecuencia	Responsable
2.b.	Contratación	Planos constructivos detallados de la instalación de ambas estaciones de paletizado.	Una única entrega 1 mes después de colocada la orden de compra	C, D, E y H
3.a.	Montaje	Instalación y puesta en marcha de dos estaciones de paletizado con brazo robótico con capacidad de paletizar sacos de 46 kg a una razón de al menos 12 sacos por minuto.	Se deben llevar registros de avance y minutas de reunión semanales. El entregable final se recibe al finalizar la obra.	C, D, G, H y J
3.b.	Montaje	Instalación y puesta en marcha de dos apiladores de tarimas con colocación de hoja de cartón con capacidad para almacenar al menos 8 tarimas cada uno.	Se deben llevar registros de avance y minutas de reunión semanales. El entregable final se recibe al finalizar la obra.	C, D, G, H y J
3.c.	Montaje	Instalación y puesta en marcha de bandas transportadoras automáticas para el transporte de tarimas desde el apilador de sacos hasta el punto de descarga de las tarimas llenas.	Se deben llevar registros de avance y minutas de reunión semanales. El entregable final se recibe al finalizar la obra.	C, D, G, H y J
3.d.	Montaje	Instalación y puesta en marcha de bandas para el transporte automático de sacos de alimento desde la línea de ensacado hasta el punto de recogida del brazo robótico.	Se deben llevar registros de avance y minutas de reunión semanales. El entregable final se recibe al finalizar la obra.	C, D, G, H y J

Código	Entregable	Requerimiento	Frecuencia	Responsable
3.e.	Montaje	Instalación y puesta en marcha de volteador de sacos para colocar el saco en posición horizontal.	Se deben llevar registros de avance y minutas de reunión semanales. El entregable final se recibe al finalizar la obra.	C, D, G, H y J
3.f.	Montaje	Instalación y puesta en marcha de aplanador de sacos, para garantizar que los sacos lleguen al robot lo más homogéneos posible.	Se deben llevar registros de avance y minutas de reunión semanales. El entregable final se recibe al finalizar la obra.	C, D, G, H y J
3.g.	Montaje	Instalación y puesta en marcha de dispositivos de seguridad perimétricos para garantizar la operación segura de los robots.	Se deben llevar registros de avance y minutas de reunión semanales. El entregable final se recibe al finalizar la obra.	C, D, G, H y J
3.h.	Montaje	Entrega de manuales de instalación y mantenimiento de los equipos instalados y capacitación del personal operativo y de mantenimiento.	Se deben llevar registros de avance y minutas de reunión semanales. El entregable final se recibe al finalizar la obra.	C, D, G, H y J
3.i.	Montaje	Acometida eléctrica y neumática.	Se deben llevar registros de avance y minutas de reunión semanales. El entregable final se recibe al finalizar la obra.	C, D, H y J
3.j.	Montaje	Acometida eléctrica y neumática.	Se deben llevar registros de avance y minutas de reunión semanales. El entregable final se recibe al finalizar la obra.	C, D, H y J
4.a.	Cierre	Documentos de finalización de proyecto	Una única entrega al finalizar el proyecto.	A, C, D, E, F, G, H

Código	Entregable	Requerimiento	Frecuencia	Responsable
5.a.	Gestión del Recurso Humano	Reubicación del personal afectado por la automatización del proceso productivo.	Una única vez cuando los equipos sean despachados en planta.	C, F y H

Nota: La Figura 28 muestra la frecuencia de los entregables de cada requerimiento y los responsables que deben gestionar las entregas.

4.3.6.4 Documentos para la calidad

A continuación, se adjuntan dos documentos los cuales se utilizan para gestionar y controlar la calidad en el proyecto según se define en las políticas y procedimientos de la empresa:

Minuta de reunión

Este documento se utiliza para registrar los acuerdos tomados en las reuniones. Si bien se utiliza para dar seguimiento al proyecto en todos los aspectos, también se utiliza para registrar acuerdos que se relacionan con la calidad del proyecto o del producto. Después de completado el encabezado, se debe anotar la agenda de la reunión seguido de los temas

Figura 29

Plantilla para la Minuta de Reunión

Datos de la Minuta					
Elaborado por:		Fecha:		Hora:	
Nombre del Proyecto:					
Objetivo de la reunión:					
Participantes:					
<u>Participantes</u>			<u>Ausentes</u>		
-			-		

Agenda, temas Abordados

-

-

Pendientes

No	Acuerdo/Actividades	Responsable
1		
2		

Informe de no conformidades

Este documento se utiliza para evidenciar las no conformidades. Comúnmente se utiliza para registrar los recorridos en campo y solicitar mejoras al contratista encargado de la obra civil o del montaje electromecánico. En la sección de evidencias, se debe colocar una foto del hallazgo y en la casilla de detalle, se debe describir el hallazgo y la corrección que se espera.

Figura 30*Informe de no conformidades*

Informe no conformidades					
Elaborado por:		Fecha:		Hora:	
Nombre del Proyecto:					
Motivo					
Evidencia	Detalle				

4.3.6.5 Plan de mejora continua

A continuación, se presenta un plan de mejora para el proceso de licitación del proveedor de la solución de paletizado. Este proceso se caracteriza por ser uno de los más lentos en la empresa según se constata en las lecciones aprendidas de proyectos anteriores. Por esta razón es importante realizar un plan de mejora para facilitar el control del proceso y evitar atrasos o sobrecostos.

Figura 31*Plan de mejora continua para el proceso de licitación*

Descripción del proceso – Proceso de licitación.
1. Determinar alcance definitivo con los expertos de la empresa y el equipo de proyectos. Este proceso tiene como salida el documento de especificaciones técnicas, lo cual es un insumo trascendental para el proceso de licitación
2. Montar cartel de licitación.
3. Iniciar el proceso de licitación. Se invitan al menos a tres empresas nacionales o internacionales a participar en el proceso de licitación.
4. Realizar una visita en sitio para que los concursantes del cartel de licitación conozcan la operación y el espacio físico donde se instalarán los equipos. La participación en esta visita puede ser virtual para garantizar la participación de los proveedores internacionales.

Descripción del proceso – Proceso de licitación.	
5. Periodo de consultas y aclaraciones.	
6. Prórroga para la recepción de ofertas. Según las lecciones aprendidas, en el 72% de los proyectos los oferentes solicitan una prórroga.	
7. Analizar las ofertas y aclarar las dudas que surjan.	
8. Adjudicación del proveedor.	
9. Solicitud de contrato que regule el proceso de adquisición de los equipos nuevos.	
10. Firma de contrato y entrega de Orden de Compra al proveedor elegido.	
Inicio del proceso	Finalización del proceso
Planificación	Ejecución
Entradas del proceso	Salidas del proceso
Acta de Constitución Cronograma Presupuesto FAI	Informe de adjudicación de proveedor Orden de compra Contrato
Dueño del proceso	Otros stakeholders relacionados
Gerente del proyecto, Grupo de proyecto.	Gerencia de Compras, Departamento Legal y Proveedor Adjudicado.
Métricas relacionadas	
Índice de desempeño del costo e índice de desempeño del cronograma.	

4.3.6.6 Gestión de Cambios del Proyecto

Con el afán de controlar de forma eficaz los cambios que se generen durante el ciclo de vida del proyecto, se define un documento formal para registrar los cambios del proyecto. Este documento garantiza que los cambios sean analizados de forma correcta, se estudien sus implicaciones, sean aprobados por el gerente del proyecto y el patrocinador y sean comunicados de manera correcta a los interesados.

La figura 32 muestra el documento oficial de la empresa para documentar los cambios en los proyectos.

Figura 32*Control de Cambios*

Detalle de Cambio(s) Solicitado(s):			
Número del Cambio		Prioridad:	Seleccione Prioridad Aquí
Nombre del Cambio			
Descripción			
Justificación			
Implicaciones de no realizar el cambio			

Área del proyecto que afecta:	<input type="checkbox"/> Costo	<input type="checkbox"/> Alcance	<input type="checkbox"/> Tiempo	<input type="checkbox"/> Calidad
Impacto de aplicar el cambio en el proyecto:				
Entregable del proyecto Número del Cambio	Descripción del Impacto			Nivel de Impacto

Observaciones y/o Justificación de la decisión

Aprobación:			
Fecha:		Lugar:	San José
Aprobado por:			
_____ <Firma>		_____ <Firma>	
Patrocinador del Proyecto		Gerente del Proyecto	

Nota: La Figura 32 muestra la plantilla aprobada por la empresa para solicitar un cambio en el proyecto.

La solicitud de cambio la debe generar un miembro del equipo de proyecto, luego, el equipo de proyecto evalúa las implicaciones del cambio y las consecuencias de no aceptar el cambio. Con la información recolectada se completa la plantilla para solicitud de cambio. Esta

información se comparte con el gerente de proyecto y el patrocinador para que aprueben o rechacen la solicitud. Finalmente, si se aprueba la solicitud, la misma se implementa y se le da cierre o se descarta.

La solicitud de cambios se debe tramitar cuando se materializa un riesgo o condición que modifica el alcance, el costo, el tiempo o la calidad del proyecto. Cabe resaltar que, en el presupuesto del proyecto, se incluye una reserva de contingencia del 5% y una reserva de gestión del 10% para cubrir las variaciones en costo que sufra el proyecto.

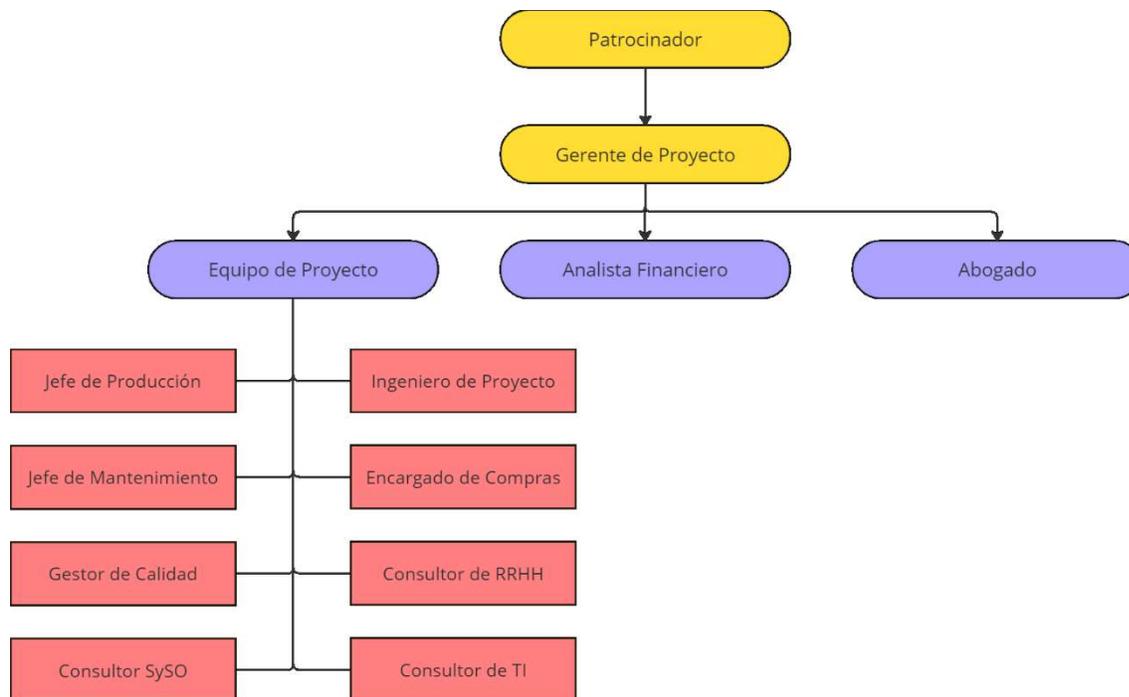
4.3.7 Recursos del proyecto

“La Gestión de los Recursos del Proyecto incluye los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto. Estos procesos ayudan a garantizar que los recursos adecuados estarán disponibles para el director del proyecto y el equipo del proyecto en el momento y lugar adecuados” (PMI, 2017).

Se debe entender por recursos, tanto recursos físicos, como tecnológicos o recurso humano y estos pueden ser recursos internos de la empresa, que solo se deben poner a disposición del proyecto en el momento que se requiera o recursos externos que deban ser adquiridos mediante un proceso de compra o alquiler.

4.3.7.1 Estructura organizacional del proyecto

Dentro de la gestión de los recursos es importante definir el recurso humano que está al servicio del desarrollo del proyecto y los momentos en que su servicio es requerido dentro de una etapa definida. Por esta razón, en la figura 33 se muestra la estructura organizacional del proyecto.

Figura 33*Estructura organizacional del proyecto*

Nota: La Figura 33 muestra la estructura organizacional del proyecto.

Como se puede evidenciar en la figura anterior, el equipo de proyecto está conformado por cuatro integrantes cuyas funciones están asociadas a la administración de la planta (jefe de producción, jefe de mantenimiento, gestor de calidad y consultor SySO) y cuatro integrantes que trabajan directamente con otras direcciones de la empresa (ingeniero de proyectos, encargado de compras, consultor de RRHH y consultor de TI). Estos ocho integrantes participan activamente en todas las reuniones semanales del proyecto y junto con el Gerente del Proyecto, son los encargados de gestionar el desarrollo del proyecto. Por aparte, se cuenta con el apoyo del analista financiero y el abogado de la empresa, los cuales participan respectivamente en la aprobación del FAI y en la redacción y negociación del contrato con los proveedores. Al estar presentes bajo demanda, no se consideran como parte del equipo de proyecto, sin embargo, están al servicio del Gerente de Proyecto cuando este lo considere

necesario. Por último, Se tiene la figura de Gerente de Proyecto, cuyo rol es asumido por el Gerente de la Planta de Producción y el Patrocinador que es el Director Agrocomercial, dirección a la cual pertenece la Planta de Producción. Todos los involucrados del proyecto fungen un rol funcional, por lo tanto, sus funciones no son exclusivas a la gestión del proyecto, también deben atender otras funciones empresariales según su puesto de trabajo.

4.3.7.2 Roles y responsabilidades

Dentro de la gestión de los recursos es importante definir las responsabilidades de cada uno de los involucrados en el proyecto siendo específico en quien es el encargado de desarrollar las tareas y quien se encarga de aprobarlas. En la figura 34 se muestran las responsabilidades de cada uno de los involucrados en la gestión del proyecto.

Figura 34

Roles y responsabilidades

Rol	Responsabilidad
Patrocinador	<ul style="list-style-type: none"> • Definir el caso de negocio y alinear el proyecto con la estrategia empresarial • Definir la visión del proyecto y la comunicación de esta al Gerente del Proyecto • Procurar el apoyo dentro de la organización y obtener los recursos que el proyecto requiera para su desarrollo • Analizar y aprobar/rechazar los cambios que afecten el alcance, el tiempo y presupuesto establecidos para el proyecto • Contribuir con la identificación de riesgos que puedan afectar el logro de los objetivos del proyecto
Gerente del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Liderar y gestionar con éxito el proyecto • Llevar control del cronograma establecido para garantizar cumplimiento en fechas • Llevar control del presupuesto del Proyecto • Levantar la mano en situaciones críticas y comunicar al patrocinador • Mantener al equipo enfocado en las tareas claves del proyecto • Mantener al equipo motivado • Liderar las reuniones de seguimiento del proyecto • Dar seguimiento a la matriz de riesgos y al cumplimiento de las acciones para mitigarlos

Rol	Responsabilidad
	<ul style="list-style-type: none"> • Centralizar las comunicaciones y asegurar el correcto flujo de la información • Llevar a cabo el control de cambios del proyecto • Preparar e informar avances al patrocinador
Equipo de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Completar la documentación requerida para la etapa de Planificación del Proyecto • Actualizar los indicadores del proyecto y tomar decisiones en base a su evolución • Coordinar la programación directa con los diferentes proveedores • Revisar y aprobar con el equipo técnico el diseño del nuevo proceso • Supervisar la adecuada instalación de los equipos • Controlar y manejar el presupuesto del proyecto y cronograma de trabajo
Consultor de Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Administrar procesos de gestión de cambio. • Gestionar la reubicación del personal afectado por el proyecto. • Generar acuerdos de confidencialidad para equipo de proyectos
Encargado de Compras	<ul style="list-style-type: none"> • Gestionar el proceso de licitación y adjudicación de proveedores • Coordinar las compras de equipos y materiales • Establecer mínimos de compra y tiempos de entrega
Consultor de TI	<ul style="list-style-type: none"> • Guiar y asesorar al Gerente de Proyecto en temas técnicos • Dar seguimiento al avance y desempeño proyecto • Velar por la disponibilidad de recursos tecnológicos para el desarrollo del proyecto • Funcionar como enlace entre el Equipo de Proyecto y Equipo TI-CSC SER
Consultor de SySO	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobar el diseño del proyecto • Velar por el cumplimiento de la normas de seguridad y salud ocupacional por parte de los contratistas y personal de Dos Pinos • Aprobar entregables del proyecto
Abogado	<ul style="list-style-type: none"> • Redactar el contrato con el proveedor adjudicado • Revisar contenido legal del proyecto
Proveedor de equipos y servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir responsabilidades adquiridas en el contrato
Analista Financiero	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el análisis financiero del proyecto • Aprobar el FAI

Nota: La Figura 34 muestra las responsabilidades de cada uno de los involucrados que interactúan durante el desarrollo del proyecto.

4.3.7.3 Matriz RACI

La Matriz RACI define para cada paquete de trabajo cual es el nivel de involucramiento y la responsabilidad asignada para cada uno de los involucrados del proyecto. Este documento

se debe revisar y validar por todos los miembros del proyecto para garantizar el entendimiento de este y que se asuma la participación de cada involucrado según corresponda.

Para la construcción de la Matriz RACI, se definen 4 tipos de responsabilidades las cuales se exponen en la figura 35.

Figura 35

Nomenclatura de responsabilidades

ID	Descripción
R	Responsable
A	Aprueba
C	Consultado
I	Informado

Para completar la Matriz RACI se indica la responsabilidad o involucramiento de cada involucrado en la gestión del proyecto dentro de cada paquete de trabajo, como se muestra en la figura a continuación.

Figura 36

Matriz RACI de los involucrados

Actividad / Roles	Patrocinador	Gerente de Proyecto	Equipo de Proyecto	Consultor de Recursos Humanos	Encargado de Compras	Consultor de TI	Consultor SySO	Abogado	Proveedor de equipos y servicios	Analista Financiero
1. Aprobación de la inversión										
1.1. Formulario de Aprobación de Inversión (FAI)	A	A	R	I	I	I	I	I	I	A

Actividad / Roles	Patrocinador	Gerente de Proyecto	Equipo de Proyecto	Consultor de Recursos Humanos	Encargado de Compras	Consultor de TI	Consultor SySO	Abogado	Proveedor de equipos y servicios	Analista Financiero
1.1.1. Acta de Constitución	A	A	R	I	I	I	I	I	I	I
1.1.2 Presupuesto	A	A	R	I	I	I	I	I	I	I
1.1.3 Cronograma	A	A	R	I	I	I	I	I	I	I
1.2. Aprobación del FAI	A	A	R	I	I	I	I	I	I	A
1.3. Traslado de Presupuesto	I	C	R	I	I	I	I	I	I	I
2. Adquisición										
2.1. Compra de Equipos										
2.1.1 Especificaciones Técnicas	I	A	R	I	C	C	C	I	C	I
2.1.2 Proceso de Licitación	I	A	R	I	R	I	I	C	C	I
2.1.3 Evaluación Técnica	I	A	R	I	C	C	C	I	I	I
2.1.4. Visita al Proveedor	I	A	R	I	C	I	I	I	C	I
2.1.5. Adjudicación del Proveedor y Contrato	I	A	I	I	R	I	I	R	C	I
2.1.6 Fabricación de Equipos	I	I	I	I	R	I	I	I	R	I
2.1.7. Transporte y Nacionalización	I	I	I	I	R	I	I	I	C	I
2.2 Acometida Eléctrica										
2.2.1. Proceso de Licitación	I	A	R	I	R	I	C	I	C	I
2.2.2 Adjudicación de Proveedor	I	A	I	I	R	I	I	I	C	I
2.3. Acometida Neumática										
2.3.1. Proceso de Licitación	I	A	R	I	R	I	C	I	C	I
2.3.2 Adjudicación de Proveedor	I	A	I	I	R	I	I	I	C	I
3. Montaje										
3.1 Acometida Eléctrica	I	I	R	I	I	I	R	I	R	I
3.2 Acometida Neumática	I	I	R	I	I	I	R	I	R	I
3.3. Pruebas FAT										
3.3.1. Recepción de equipos	I	I	I	I	I	I	I	I	R	I
3.3.2. Montaje de Equipos en Fábrica	I	I	C	I	I	I	I	I	R	I
3.3.3. Pruebas de Equipos en Fábrica	I	I	R	I	I	I	R	I	R	I
3.3.4. Validación de Pruebas en Fábrica	I	A	R	I	I	C	R	I	R	I
3.4. Pruebas SAT										
3.4.1. Recepción de equipos en Planta	I	I	I	I	I	I	I	I	R	I
3.4.2. Montaje de Equipos en Planta	I	I	C	I	I	I	I	I	R	I

Actividad / Roles	Patrocinador	Gerente de Proyecto	Equipo de Proyecto	Consultor de Recursos Humanos	Encargado de Compras	Consultor de TI	Consultor SySO	Abogado	Proveedor de equipos y servicios	Analista Financiero
3.4.3. Puesta en Marcha de Equipos en Planta	I	I	R	I	I	I	R	I	R	I
3.4.4. Validación de Puesta en Marcha	I	A	R	I	I	C	R	I	R	I
4. Cierre										
4.1. Aceptación de Entregables	A	A	R	I	C	C	C	I	C	I
4.2. Capitalización del Proyecto	I	A	R	I	I	I	I	I	I	I
4.3. Lecciones Aprendidas	I	A	R	R	C	C	C	C	C	I
5. Gestión del Recurso Humano										
5.1. Plan de Gestión del Recurso Humano	I	A	C	R	I	I	C	C	I	I
5.2. Reubicación del Personal	I	A	C	R	I	I	C	C	I	I

Nota: La Figura 36 evidencia la interacción de los involucrados con las actividades del proyecto.

Una vez definido el rol, involucramiento y responsabilidades de cada uno de los involucrados en el proyecto, es responsabilidad del Gerente de Proyectos garantizar que cada miembro cumpla con su rol asignado para garantizar que la gestión del proyecto fluya de acuerdo con lo planeado.

4.3.8 Planificar la gestión de las comunicaciones

“La Gestión de las Comunicaciones del Proyecto incluye los procesos necesarios para asegurar que las necesidades de información del proyecto y de sus interesados se satisfagan a través del desarrollo de objetos y de la implementación de actividades diseñadas para lograr un intercambio eficaz de información” (PMI, 2017 pág.365).

La gestión de las comunicaciones es una tarea exclusiva del Gerente del Proyecto, es él el encargado de compartir la información del proyecto de manera eficiente, eficaz y oportuna a los diferentes interesados basado en los intereses del proyecto y de las políticas de la empresa.

En un mundo tan globalizado, en el cual se han desarrollado una multitud de canales de comunicación es importante definir cuáles son los canales oficiales para emitir las comunicaciones formales y cuales canales se consideran como informales. En este sentido, se define que todas las comunicaciones oficiales deben acompañarse de una minuta de reunión en la cual se adjunte toda la información visual compartida. Las comunicaciones por medio de chats de mensajería de texto y reuniones de pasillo se consideran como informales y deben ser validadas en las reuniones semanales mediante el registro en una minuta.

Con el afán de organizar el flujo de la información durante el desarrollo del proyecto, se construye un Plan de Gestión de las Comunicaciones en el cual se define por cada interesado del proyecto ¿qué se comunica?, ¿cuándo se comunica?, ¿cómo se comunica? y ¿quién es el responsable de la comunicación? En la figura 37 se comparte el plan de gestión de las comunicaciones para el proyecto Automatización del Paletizado de Sacos.

Figura 37

Plan de gestión de las comunicaciones

Plan de Gestión de las Comunicaciones del Proyecto	
Nombre del Proyecto	Automatización del Paletizado de Sacos
Fecha	3/3/2024
Realizado por	Equipo de Proyecto
Aprobado por	Gerente del Proyecto

Interesado	Interés	Estrategia	Frecuencia	Responsable	Canales
Director Agrocomercial (Patrocinador)	Que el desarrollo del proyecto cumpla con el alcance, los costos y el cronograma.	Mantener informado e involucrado del estado del proyecto mediante reuniones presenciales y virtuales e informes detallados basados en los indicadores de negocio que son de su interés.	Mensual	Gerente del Proyecto	Reuniones presenciales Reuniones virtuales Informes de indicadores Acta de Proyecto
Gerente General de la Empresa	Que el desarrollo del proyecto cumpla con el alcance, los costos y el cronograma.	Mantener informado e involucrado del estado del proyecto mediante reuniones presenciales y virtuales e informes detallados basados en los indicadores de negocio que son de su interés.	Mensual	Director Agrocomercial	Reuniones presenciales Reuniones virtuales Informes de indicadores

Interesado	Interés	Estrategia	Frecuencia	Responsable	Canales
Gerente del Proyecto	Que el desarrollo del proyecto cumpla con el alcance, los costos y el cronograma. Que los riesgos materializados durante el proyecto se gestionen sin afectar los indicadores del proyecto.	Mantener informado en todo momento sobre todas las decisiones importantes que se tomen alrededor del proyecto. Establecer reuniones con el equipo de proyectos para medir el desempeño del proyecto, con el afán de compartir ideas y analizar datos para detectar desviaciones respecto a la línea base del proyecto.	Semanal	Equipo de Proyecto	Reuniones presenciales Reuniones virtuales Minutas Informes de indicadores Acta de Proyecto Dash Boards Visitas a proveedores Auditorías
Equipo de Proyecto	Expectativas relativas al cumplimiento del alcance, costos y cronograma del proyecto.	Mantener informado en todo momento mediante reuniones semanales en las que se analice a detalle el avance del proyecto, la evolución de los indicadores, que se debe hacer, quien es el responsable, cual es el costo y cuánto tiempo tiene disponible para hacerlo.	Semanal	Gerente del Proyecto	Reuniones presenciales Reuniones virtuales Minutas Informes de indicadores Acta de Proyecto Dash Boards Visitas a proveedores Auditorías
Gerente de Compras	Que en el desarrollo del proyecto se cumpla con las políticas y procedimientos de compras. Que los procesos que involucran al departamento de compras se desarrollen en tiempo, que cumplan con el alcance y	Mantener informado mediante informe de avances. Involucrar en el proceso de adquisición.	Mensual	Gerente del Proyecto	Reuniones presenciales Reuniones virtuales Informes de indicadores

Interesado	Interés	Estrategia	Frecuencia	Responsable	Canales
	generen el menor costo posible.				
Gerente de recursos humanos	Que en el desarrollo del proyecto se cumpla con las políticas y procedimientos de Recursos Humanos. Que los procesos reubicación del personal afectado por el proyecto se desarrolle en tiempo y que cumplan con el alcance y los costos proyectados.	Mantener informado mediante informe de avances. Involucrar en el proceso de reubicación de personal durante el proceso de planificación y ejecución del proyecto.	Mensual	Gerente del Proyecto	Reuniones presenciales Reuniones virtuales Informes de indicadores
Gerente de tecnologías de la información	Que en el desarrollo del proyecto se cumpla con las políticas y procedimientos de TI.	Mantener informado mediante informe de avances. Involucrar proceso de definición del alcance y en la ejecución del proyecto.	Mensual	Gerente del Proyecto	Reuniones presenciales Reuniones virtuales Informes de indicadores
Gerente de Salud y Seguridad Ocupacional	Que en el desarrollo del proyecto se cumpla con las políticas, normas y procedimientos de SySO.	Mantener informado mediante informe de avances. Involucrar en el proceso de definición del alcance del proyecto y durante la ejecución del proyecto. Involucrar inmediatamente en caso de materializarse un accidente laboral.	Mensual	Gerente del Proyecto	Reuniones presenciales Reuniones virtuales Informes de indicadores
Socios de la empresa	Que los fondos de la empresa se destinen responsablemente.	Mantener informado mediante informes ejecutivos presentados en la reunión de rendimiento de cuentas.	Semestral	Gerente general de la empresa	Reuniones presenciales de rendimiento de cuentas

Interesado	Interés	Estrategia	Frecuencia	Responsable	Canales
Proveedor de equipos y servicios	Que el desarrollo del proyecto cumpla con el alcance, los costos y el cronograma en acuerdo a las responsabilidades adquiridas al firmar el contrato que vincula ambas empresas.	Realizar reuniones de seguimiento para verificar el avance del proyecto. Realizar auditorías no anunciadas para evaluar el cumplimiento de las obligaciones contractuales	Semanal, una vez se adjudique el proveedor	Gerente del Proyecto y Equipo de Proyectos	Reuniones presenciales Reuniones virtuales Minutas Informes de indicadores Acta de Proyecto Dash Boards Visitas a proveedores Auditorías
Trabajadores de la empresa	Que se les garantice la continuidad laboral y sus garantías sociales una vez sean reubicados dentro de la empresa.	Durante el proceso de planificación el proyecto se maneja de forma confidencial para evitar rechazo de los trabajadores de la empresa. Al inicio del proceso de ejecución se mantendrán informados en cuanto al proceso de reubicación al que serán sometidos.	Semanal, una vez se realice la comunicación formal del proyecto	Gerente del Proyecto y Gerente de Recursos Humanos	Reuniones presenciales Minutas

Nota: La Figura 37 muestra el plan de gestión de las comunicaciones.

Una vez definida la estrategia de comunicaciones del proyecto, se debe definir qué información se va a comunicar, a quién y en qué momento. Para esto, se desarrolla la matriz de comunicaciones, la cual es un documento que define que información se debe comunicar, el emisor, el receptor, el mensaje, el canal y la frecuencia con que se realiza la comunicación. La figura 38 muestra esta información consolidada.

Figura 38

Matriz de comunicaciones

¿Qué comunicar?	Propósito	Método de comunicación	Responsable	Destinatario	Frecuencia
Inicio del Proyecto	Comunicar el inicio del proyecto al patrocinador	Reunión presencial o virtual Informe ejecutivo	Gerente de Proyecto	Patrocinador y directores interesados	Una única vez, al inicio del proyecto
Información de la Planificación del Proyecto	Comunicar la planificación de las diferentes áreas de conocimiento	Reunión presencial o virtual Informe ejecutivo	Gerente de Proyecto	Patrocinador y directores interesados	una única vez, al finalizar la planificación del proyecto
Resultados del Proceso de licitación	Comunicar el resultado del proceso de licitación, el proveedor elegido y el costo de la adquisición	Reunión presencial o virtual Informe detallado	Equipo de Proyecto	Gerente de Proyecto	Al finalizar la adjudicación de proveedores
		Reunión presencial o virtual Informe ejecutivo	Gerente de Proyecto	Patrocinador y directores interesados	Al finalizar la adjudicación de proveedores

¿Qué comunicar?	Propósito	Método de comunicación	Responsable	Destinatario	Frecuencia
Comunicación del proyecto a colaboradores afectados	Comunicar a los colaboradores de la existencia del proyecto y brindar información sobre el proceso de reubicación de colaboradores en otras áreas de la empresa	Reunión presencial	Gerente de Proyecto y Gerente de Recursos Humanos	Colaboradores de Planta	Semanal, una vez se realice la comunicación oficial del proyecto y sus implicaciones
Indicadores de desempeño del proyecto	Comunicar la evolución de los indicadores del proyecto.	Reunión Presencial o virtual Dash Board de indicadores de desempeño del proyecto	Equipo de Proyecto	Gerente de Proyecto	Semanal
			Gerente de Proyecto	Patrocinador y directores interesados	Mensual
Desviaciones respecto a la línea base del proyecto	Comunicar cuando se presenten desviaciones respecto a la línea base del proyecto, las implicaciones de estas y el plan de acción para corregirlas	Reunión presencial o virtual Informe detallado	Equipo de Proyecto	Gerente de Proyecto	Semanal
			Gerente de Proyecto	Patrocinador y directores interesados	Mensual
Riesgos Materializados	Comunicar cuando se materialicen riesgos, las implicaciones de estas y el plan de acción para corregirlas	Reunión presencial o virtual Informe detallado	Equipo de Proyecto	Gerente de Proyecto	Semanal
			Gerente de Proyecto	Patrocinador y directores interesados	Mensual

¿Qué comunicar?	Propósito	Método de comunicación	Responsable	Destinatario	Frecuencia
Cierre del proyecto	Comunicar el cierre del proyecto al patrocinador	Reunión presencial o virtual Informe ejecutivo	Gerente de Proyecto	Patrocinador y directores interesados	Una única vez, al cerrar el proyecto

Nota: La Figura 38 muestra la matriz de comunicaciones del proyecto.

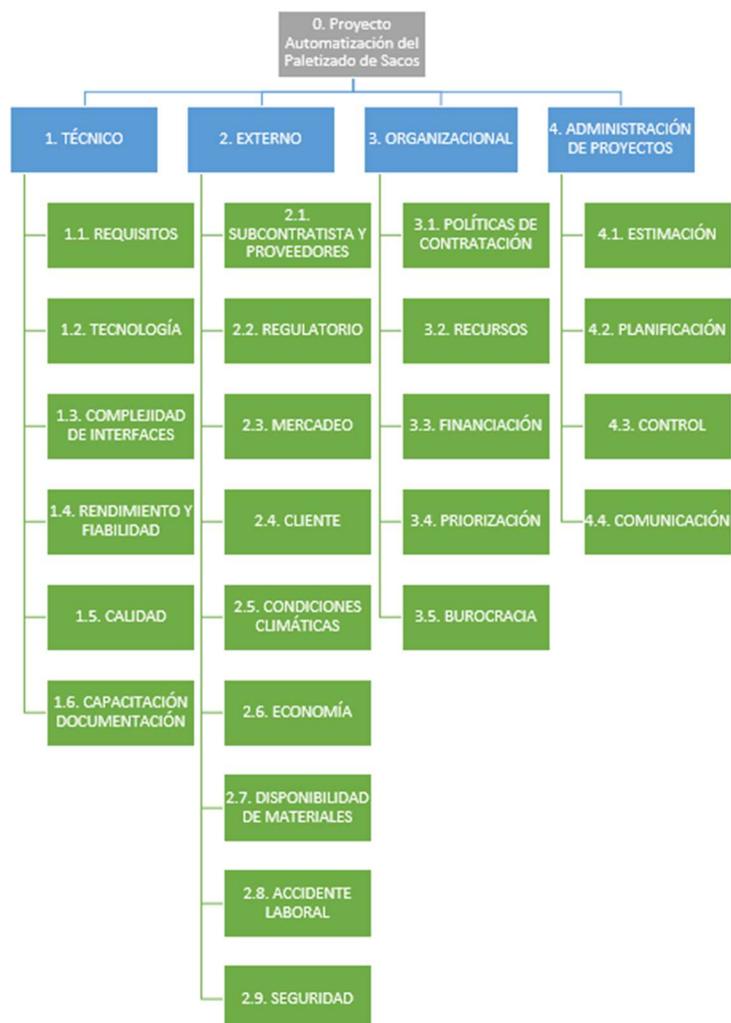
Este es un documento vivo que se puede modificar durante el desarrollo del proyecto así lo requiera el Gerente de Proyectos o el equipo de proyectos.

4.3.9 Riesgos del proyecto

La gestión de los riesgos del proyecto consiste en identificar, analizar y planificar una respuesta a los riesgos del proyecto. “Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto son aumentar la probabilidad y/o el impacto de los riesgos positivos y disminuir la probabilidad y/o el impacto de los riesgos negativos, a fin de optimizar las posibilidades de éxito del proyecto” (PMI, 2017, p 395). Esta área de conocimiento es de trascendental importancia porque prepara al equipo de proyecto para afrontar los posibles riesgos que se pueden materializar durante el desarrollo del proyecto.

Para la construcción de la matriz de riesgo, se emplearon herramientas y técnicas como el juicio de expertos, recopilación de datos, el análisis de datos, listas rápidas, categorización de riesgos y estrategias de respuesta a contingencias, entre otras. Este documento se completa con la participación de todo el equipo de proyectos y el gerente del proyecto durante las reuniones semanales.

Para lograr construir la matriz de riesgos se deben identificar los riesgos a partir de la Estructura de Desglose de los Riesgos (RBS) del proyecto (figura 39).

Figura 39*Estructura de Desglose de los Riesgos (RBS) del Proyecto*

Una vez identificados los riesgos se deben analizar de manera cualitativa y cuantitativa. Para el análisis cualitativo de los riesgos se evalúa cada riesgo de manera individual indicando la probabilidad de que se materialice el riesgo y el impacto que este tiene sobre los objetivos principales del proyecto. En la figura 40 se muestra la escala propuesta de acuerdo con la probabilidad de que un riesgo se materialice.

Figura 40*Escala de Probabilidad*

Probabilidad	Escala
Muy Probable	0.9
Bastante Probable	0.7
Probable	0.5
Poco probable	0.3
Muy poco probable	0.1

Adicionalmente, se evalúa el impacto del riesgo otorgando un valor en función del impacto que este tenga en los objetivos del proyecto.

Figura 41*Escala de Impacto*

Impacto	Escala
Muy Alto	0.8
Alto	0.4
Moderado	0.2
Bajo	0.1
Muy Bajo	0.05

La figura 42 muestra las implicaciones en el costo, el cronograma, el alcance y la calidad, según la escala de impacto que se le otorgue al riesgo.

Figura 42

Evaluación del impacto de un riesgo en los objetivos principales del proyecto

Objetivo del proyecto	Muy bajo 0,05	Bajo 0,1	Moderado 0,2	Alto 0,4	Muy alto 0,8
Costo	Insignificante incremento del costo	Incremento del costo < 5%	Incremento del costo entre 5% - 10%	Incremento del costo entre 10% - 20%	Incremento del costo > 20%
Cronograma	Insignificante variación del cronograma	Variación del cronograma < 5%	Desviación general del proyecto entre 5% - 10%	Desviación general del proyecto entre 10% - 20%	Desviación general del proyecto > 20%
Alcance	Reducción del alcance apenas perceptible	Áreas menores del alcance son afectadas	Áreas mayores del alcance son afectadas	Reducción del alcance inaceptable	El producto final del proyecto es inaceptable
Calidad	Degradación de la calidad apenas perceptible	Solo aplicaciones muy específicas son afectadas	Reducción de la calidad demanda la aprobación del cliente	Reducción de la calidad inaceptable	El producto final del proyecto es inaceptable

Nota: La Figura 42 muestra el efecto del impacto de los riesgos sobre los objetivos de costo, tiempo, alcance y calidad del proyecto.

Finalmente, los riesgos se evalúan por la resultante de multiplicar la probabilidad y el impacto de cada riesgo. Este resultado se analiza de la siguiente manera:

- Riesgo bajo: color verde
- Riesgo moderado: color amarillo
- Riesgo alto: color rojo

Figura 43*Matriz Probabilidad x Impacto*

Marcador de riesgo para un riesgo específico (Pxl)					
Impacto	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
Probabilidad	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
0,9	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
0,7	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56
0,5	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40
0,3	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24
0,1	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08

Nota: La Matriz de Probabilidad x Impacto permite clasificar los riesgos entre bajos, moderados y altos.

Una vez realizado el análisis de los riesgos se deben establecer estrategias para cada riesgo, las cuales se dividen en: eliminar, mitigar, transferir, escalar o aceptar el riesgo. Los riesgos bajos se asocian a la estrategia “aceptar el riesgo” y se establecen planes de contingencia para contrarrestar la materialización del riesgo. Para los riesgos moderados y altos se deben establecer estrategias de eliminación, mitigación, transferencia o escalamiento las cuales se acompañan de acciones preventivas y de respaldo que tienen como consecuencia una disminución de la probabilidad y el impacto asociado al riesgo. Adicionalmente, se pueden generar reservas de tiempo y económicas para hacer frente a los riesgos. En el Proyecto Automatización del Paletizado de Sacos, se contempla una reserva de contingencia del 5% y una reserva de gestión del 10% para cubrir las variaciones en costo que se generen a partir de la materialización de un riesgo.

En la figura 44, se muestra la matriz de riesgos del proyecto con la evaluación de riesgos inicial y la evaluación de riesgos post plan. Se puede constatar que, una vez aplicado el plan de acción, el riesgo general del proyecto disminuyó de 0,14 a 0,02, teniendo solamente un riesgo moderado asociado a una estrategia de transferir.

Figura 44

Matriz de Riesgos del Proyecto

ID	Causa	Descripción del Riesgo	Referencia	WBS	Prob.	Imp.	Rango	Estrategia	Acciones Preventivas	Respaldos	Plan para contingencias	Reservas T (d)	Reservas C (\$)	Disparador	Responsable	Prob. post-plan	Imp. post-plan	Rango post-plan
RA003	Personal involucrado en el proceso de enfarde se enteren del proyecto	Si el personal involucrado directamente con la operación de la línea se entera del desarrollo del proyecto, se puede provocar una baja en el rendimiento o cause problemas laborales producto de la desmotivación, poniendo en riesgo la continuidad de negocio.	Filtración de información al personal	4.4	0,5	0,8	0,4	Mitigar	1-El personal involucrado en la gestión de proyectos debe firmar acuerdos de confidencialidad. 2- Las visitas de proveedores a planta se realizan cuando las líneas de enfarde no están operando. 3- Creación del Plan de Gestión del Recurso Humano.		1-Disponibilidad de subcontratar mano de obra para realizar operación de enfarde en caso de deserción del personal.		10000	OEE de las líneas de enfarde inferior a 80% Renuncias masivas o huelgas	Jefe de Producción	0,1	0,4	0,04
RE005	Atrasos en la llegada de los Equipos	Si se dan atrasos en la llegada de los equipos debido a atrasos de los proveedores, se puede impactar negativamente la ejecución del proyecto.	Atrasos en llegada de equipos por parte de proveedores	2.1, 2.4 y 2.7	0,5	0,8	0,4	Transferir	1-Se incluyen en el contrato cláusulas de penalización económica por incumplimiento del cronograma. 2-Reuniones semanales con el contratista para verificar avance en cronograma.	1-Verificación de solvencia económica de proveedores. 2-Comprobar currículo de proveedores antes de adjudicar.			índice de desempeño del cronograma (SPI)	Equipo de proyectos/ abogado	0,3	0,1	0,03	
RA002	Desviaciones en el cumplimiento de cronograma	Si se detectan incumplimientos a requisitos por parte de los contratistas debido a incumplimientos de requisitos técnicos, se puede resultar en la detención del proyecto y atraso en el cronograma.	Incumplimiento a los requisitos por parte de contratistas	4.3	0,3	0,8	0,24	Transferir	1-Se incluyen en el contrato cláusulas de penalización económica por incumplimiento del alcance. 2-Reuniones semanales con el contratista para verificar el cumplimiento del alcance.	1-Verificación de solvencia económica de proveedores. 2-Comprobar currículo de proveedores antes de adjudicar.			Evidencia de incumplimiento del alcance en reuniones semanales y aceptación final de entregables.	Equipo de proyectos/ encargado de compras/ abogado	0,1	0,2	0,02	
RE004	Accidente/ emergencia laboral	Si se generan situaciones inseguras debido a incumplimientos de las normas y requisitos internos de Salud Ocupacional, se puede ocasionar retrasos o paro total del proyecto por un accidente o emergencia laboral.	Incumplimiento de los requisitos internos de Salud y seguridad ocupacional	2.8 y 2.9	0,3	0,8	0,24	Mitigar	1-Capacitación a contratistas en Buenas Prácticas de Manufactura, Reglas de Comportamiento Dentro de la Empresa y Normas SySO de la empresa. 2-Solicitar al contratista el Paso a Paso de las actividades que van a realizar. 3-Monitoreo constante del encargado de SySO de la empresa.	1-Solicitar al contratista que el personal que ingrese a la empresa cuente con carné de persona competente para realizar trabajos peligrosos (trabajo en alturas, corte y soldadura, trabajo en caliente, bloqueo y etiquetado) emitido por una empresa certificada en el país.			Indicador de accidentabilidad	SySO	0,1	0,4	0,04	

ID	Causa	Descripción del Riesgo	Referencia	WBS	Prob.	Imp.	Rango	Estrategia	Acciones Preventivas	Respaldos	Plan para contingencias	Reservas T (d)	Reservas C (\$)	Disparador	Responsable	Prob. post-plan	Imp. post-plan	Rango post-plan
RE003	Escasez de recursos (Materia Prima)	Si hay un incumplimiento en el tiempo de entrega de material por parte de los proveedores de materiales debido a escasez de recursos, se pueden ocasionar atrasos en el cronograma.	Tiempo de entrega	2.7	0,5	0,4	0,2	Transferir	1-Se incluyen en el contrato cláusulas de penalización económica por incumplimiento del cronograma. 2-Reuniones semanales con el contratista para verificar avance en cronograma.	1-Verificación de solvencia económica de proveedores. 2-Comprobar currículo de proveedores antes de adjudicar.	1-Aprobar compra de equipos equivalentes de otras marcas no tradicionales en la empresa con el compromiso de sustituirlos una vez lleguen los equipos solicitados inicialmente.	10		índice de desempeño del cronograma (SPI)	Equipo de proyectos	0,3	0,05	0,015
RT004	Incumplimiento del Cronograma	Si las pruebas de puesta en marcha no dan los resultados esperados debido a errores en las instalaciones o calibraciones de equipos, se puede extender el tiempo para los lanzamientos afectando el cronograma	Errores en instalación de equipos.	1.1, 1.4	0,5	0,4	0,2	Mitigar y Transferir	1-Verificación de planos de diseño. 2-Ejecución de pruebas SAT para verificar funcionamiento de equipos ambiente de prueba. 3-Se incluyen en el contrato cláusulas de penalización económica por incumplimiento del cronograma. 4-Reuniones semanales con el contratista para verificar avance en cronograma.	1-Comprobar currículo de proveedores antes de adjudicar. 2-Visita de campo para verificar proyectos similares implementados por el contratista. 3-Verificación de solvencia económica de proveedores.			índice de desempeño del cronograma (SPI)	Equipo de proyectos/encargado de compras	0,1	0,2	0,02	
RA001	Estimación de Costos	Si las adquisiciones o contrataciones superan los montos superiores al acordado debido a imprevistos, se pueden generar desviaciones en el presupuesto total del proyecto.	Imprevistos o productos fuera del alcance definido originalmente	4.1	0,3	0,4	0,12	Mitigar	1-Planificar la gestión de costos y adquisiciones. 2-Reuniones semanales para verificar el presupuesto del proyecto	1-Reserva de contingencia y reserva de gestión			índice de desempeño del costo (CPI)	Equipo de proyectos	0,1	0,2	0,02	
RE007	Inexperiencia del proveedor adjudicado	Si la empresa contratada para el montaje comete errores en la instalación mecánica debido a poca experiencia en instalaciones de este tipo, se pueden generar paros de planta e impactos en la continuidad operativa.	Inconsistencias en la instalación mecánica del equipo	2.1	0,3	0,4	0,12	Mitigar y Transferir	1-Ejecución de pruebas SAT para verificar funcionamiento de equipos ambiente de prueba. 2-Se incluyen en el contrato cláusulas de penalización económica por incumplimiento del cronograma. 3-Reuniones semanales con el contratista para verificar avance en cronograma.	1-Comprobar currículo de proveedores antes de adjudicar. 2-Visita de campo para verificar proyectos similares implementados por el contratista. 3-Verificación de solvencia económica de proveedores.			índice de desempeño del cronograma (SPI)	Equipo de proyectos/abogado	0,1	0,2	0,02	

ID	Causa	Descripción del Riesgo	Referencia	WBS	Prob.	Imp.	Rango	Estrategia	Acciones Preventivas	Respaldos	Plan para contingencias	Reservas T (d)	Reservas C (\$)	Disparador	Responsable	Prob. post-plan	Imp. post-plan	Rango post-plan
RT001	Errores en diseño	Si se detectan inconsistencias en el diseño debido a revisiones más estrictas en fases posteriores durante el proceso de aprobación de planos, se pueden generar retrasos y costos adicionales.	Inadecuada definición del alcance o información de diseño errónea/faltante.	1.2 y 1.5	0,3	0,4	0,12	Mitigar	1-Verificación de planos de diseño. 2-Ejecución de pruebas SAT para verificar funcionamiento de equipos ambiente de prueba. 3-Involucramiento de jefes de proceso para verificar alcance el proyecto.	1-Visita de campo para verificar proyectos similares implementados por el contratista y comprobar que el alcance del proyecto esté bien definido.				índice de desempeño del costo (CPI) y índice de desempeño del cronograma (SPI)	Equipo de proyectos	0,1	0,2	0,02
RT003	Diseño incompleto	Si el diseño no consideró todas las variables que se requieren para el correcto funcionamiento de la solución, como por ejemplo mal dimensionamiento de los motores, se pueden ocasionar atrasos en el inicio del proceso.	Especificaciones técnicas incompletas o mal analizadas	1.1	0,3	0,4	0,12	Mitigar	1-Verificación de planos de diseño. 2-Ejecución de pruebas SAT para verificar funcionamiento de equipos ambiente de prueba. 3-Involucramiento de jefes de proceso para verificar alcance el proyecto.	1-Visita de campo para verificar proyectos similares implementados por el contratista y comprobar que el alcance del proyecto esté bien definido.				índice de desempeño del costo (CPI) y índice de desempeño del cronograma (SPI)	Equipo de proyectos	0,1	0,2	0,02
RO00 2	Recorte de presupuesto en la Empresa	Si hay un recorte de presupuesto en la empresa debido malos resultados en los indicadores, se puede causar el congelamiento de los fondos para el proyecto.	Congelamiento de presupuesto	3.3	0,1	0,8	0,08	Escalar			1-En caso de recorte de presupuesto se debe acudir al Patrocinador para que solicite a la Dirección Financiera un presupuesto extraordinario			índice de desempeño del costo (CPI)	Gerente de proyecto	0,1	0,8	0,08
RO00 1	Términos y condiciones iniciales de contratos pueden generar renegociación.	Si hay un atraso en la formalización contractual debido a renegociaciones en términos y condiciones, se pueden impactar los tiempos de entrega del proyecto negativamente.	Atrasos en formalización de contratos	3.1	0,7	0,1	0,07	Mitigar	1-Desde el inicio del proceso de licitación se comparte el borrador de contrato para que sea de conocimiento del oferente. 2-Involucramiento de la Dirección Legal desde una etapa temprana del proyecto para que cuenten con el tiempo suficiente para tramitar los contratos.					abogado/encargado de compras	0,1	0,1	0,01	
RA004	Paros de planta por montaje y puesta en marcha	Si se materializan atrasos en el montaje y puesta en marcha de los apiladores automáticos debido a falta de control del avance en cronograma, se puede causar una afectación en producción y paros de planta.	Continuidad operativa	4.3	0,3	0,2	0,06	Transferir	1-Se incluyen en el contrato cláusulas de penalización económica por incumplimiento del alcance. 2-Reuniones semanales con el contratista para verificar el cumplimiento del alcance.	1-Verificación de solvencia económica de proveedores. 2-Comprobar currículo de proveedores antes de adjudicar.				índice de desempeño del cronograma (SPI)	Equipo de proyectos	0,1	0,05	0,005

ID	Causa	Descripción del Riesgo	Referencia	WBS	Prob.	Imp.	Rango	Estrategia	Acciones Preventivas	Respaldos	Plan para contingencias	Reservas T (d)	Reservas C (\$)	Disparador	Responsable	Prob. post-plan	Imp. post-plan	Rango post-plan
RE002	Variaciones en precios	Si el presupuesto no calza, debido a las variaciones constantes de precios en componentes electrónicos, se puede generar atrasos por falta de recursos económicos en el proyecto.	Un mal cálculo de los imprevistos del proyecto	2.6	0,3	0,2	0,06	Mitigar	1-Durante el proceso de licitación se debe solicitar una vigencia de la oferta que cubra el tiempo que demora en adjudicarse el proveedor. 2-Reuniones semanales para verificar el presupuesto del proyecto	1-Reserva de contingencia y reserva de gestión	1-Aprobar compra de equipos equivalentes de otras marcas no tradicionales en la empresa con el compromiso de sustituirlos una vez lleguen los equipos solicitados inicialmente.			índice de desempeño del costo (CPI)	Equipo de proyectos/encargado de compras	0,1	0,1	0,01
RT002	Incapacidad de verificar la calidad del equipo entregado	Si se realiza una entrega de equipo que no cumpla con los requerimientos técnicos, debido a la incapacidad de verificar su calidad, se puede impactar negativamente el presupuesto y las fechas de entrega.	Verificación de calidad del equipo	1.5	0,1	0,4	0,04	Aceptar			1-Activar cláusulas del contrato y penalidades al proveedor adjudicado.			Evidencia de incumplimiento en la calidad de los productos adquiridos	Equipo de proyectos	0,1	0,4	0,04
RE006	Robo de materiales	Si se dan robos de materiales debido a actos de vandalismo de terceros, se pueden dar impactos negativos tales como afectación al presupuesto y atrasos en el cronograma.	Robo de materiales (vandalismo)	2.9	0,1	0,2	0,02	Aceptar			1-Nueva adquisición de equipos robados.	30	10000		Equipo de proyectos	0,1	0,2	0,02
RO003	Burocracia en procesos de compras	Si no se cumple con las políticas de compras en el proceso de licitación y formalización de la compra, se pueden provocar atrasos en la adjudicación del proveedor y generar atrasos en cronograma.	Burocracia de la empresa	3.5	0,1	0,2	0,02	Aceptar			1-Corregir errores y volver a licitar.	30		índice de desempeño del cronograma (SPI)	Equipo de proyectos	0,1	0,2	0,02
RE001	Cambio constante de Personal	Si por diferentes motivos se está teniendo cambio de personal debido a insatisfacción de este puede afectar negativo la evolución del proyecto.	Contratación de Personal	2.1	0,1	0,1	0,01	Aceptar			1-Activar cláusulas del contrato y penalidades al proveedor adjudicado.			índice de desempeño del cronograma (SPI)	Equipo de proyectos	0,1	0,1	0,01
RIESGO GENERAL DEL PROYECTO							0,14	TOTAL RESERVA PARA CONTINGENCIAS					70	20000	Riesgo General del Proyecto Post-Plan			0,02

Nota: La Figura 44 muestra la matriz de riesgos del proyecto, la cual muestra la gestión que realiza el equipo de proyectos sobre los riesgos potenciales del proyecto.

4.3.10 Planificar la gestión de las adquisiciones

En el proyecto Automatización del Paletizado de sacos se deben gestionar tres adquisiciones principalmente: La solución de paletizado de sacos automática, la acometida eléctrica y la acometida neumática. Por políticas de la empresa, todos los procesos de licitación en proyectos se licitan bajo el método de llave en mano, de esta forma, se delega el trabajo de ejecutar la obra al proveedor adjudicado. Bajo este entendido el equipo de proyecto se enfoca en el monitoreo y control del avance de la obra y la evaluación de los entregables que ejecute el proveedor adjudicado. Para licitaciones que superen los \$10.000 se solicita la firma de un contrato para respaldar la relación comercial entre la empresa y el proveedor adjudicado, sin embargo, para procesos que no superan este monto, solamente se emite una orden de compra para respaldar el bien o servicio adquirido.

En la figura 45 se muestra el plan de gestión de las adquisiciones del proyecto, el cual se construye en apego a las políticas de la empresa.

Figura 45

Plan de Gestión de las Adquisiciones

Plan de Gestión de las Adquisiciones del Proyecto			
Nombre del Proyecto	Automatización del Paletizado de Sacos		
Gerente del Proyecto		Fecha	3/3/2024
Criterios de Éxito o Descripción Técnica			
<p><u>Adquisición 1:</u> Aceptación de la puesta en marcha del equipo de paletizado automático de sacos en las 2 líneas de ensacado de la fábrica. El equipo debe recibir sacos de 46 kg, tarimas de madera vacías y láminas de cartón y debe entregar tarimas estables cargadas con 30 sacos y con su lámina de cartón debidamente colocada entre la tarima y los sacos. La solución debe cumplir con todos los requisitos descritos en el cartel de licitación y reafirmados en el contrato con el proveedor a la hora de adjudicarlo.</p>			
<p><u>Adquisición 2:</u> Aceptación de la acometida eléctrica con capacidad de 50kW de potencia y en cumplimiento con la normativa eléctrica nacional. Debe cumplir con todos los requisitos descritos en el cartel de licitación.</p>			

Adquisición 3: Aceptación de la acometida neumática con capacidad de 7CFM y en tubería de hierro galvanizado de al menos 1" de diámetro. Debe cumplir con todos los requisitos descritos en el cartel de licitación.

Cronograma de las actividades de adquisición

Adquisición 1:

Inicio del proceso de licitación: 22/04/2024.

Adjudicación del proveedor: 06/09/24.

Fecha límite de la entrega final: 13/06/25.

Adquisición 2:

Inicio del proceso de licitación: 09/09/24.

Adjudicación del proveedor: 02/10/24.

Fecha límite de la entrega final: 30/10/24.

Adquisición 3:

Inicio del proceso de licitación: 09/09/24.

Adjudicación del proveedor: 02/10/24.

Fecha límite de la entrega final: 30/10/24.

Roles y Responsabilidades

Patrocinador:

- Aprobar las adquisiciones.
- Firmar el contrato con el proveedor adjudicado.

Gerente del Proyecto:

- Velar por el cumplimiento del alcance, cronograma, costos y calidad del proyecto.
- Aprobar los procesos licitación y la selección del proveedor adjudicado.
- Velar por el cumplimiento de las políticas de compras de la empresa.
- Aprobar la aceptación de los trabajos finalizados.

Equipo de Proyecto:

- Realizar la especificación técnica para cada proceso de licitación.
- Aprobar el cartel de licitación.
- Evaluar la oferta técnica de los participantes del proceso de licitación.
- Dar seguimiento a los compromisos en tiempo, alcance y calidad adquiridos por el proveedor adjudicado.
- Aceptar las pruebas FAT y SAT.
- Aceptar la entrega formal de los equipos instalados.

Encargado de compras:

- Velar por el cumplimiento de las políticas de compras de la empresa.
- Ejecutar el proceso de licitación.
- Adjudicar el proceso de licitación.
- Generar las órdenes de compra para cada adquisición.
- Dar seguimiento a los compromisos en costo, tiempo, alcance y calidad adquiridos por el proveedor adjudicado.
- Gestionar los pagos a los proveedores de acuerdo los acuerdos firmados.
- Gestionar los reclamos al proveedor.

Consultor SySO:

- Incluir los requisitos de Seguridad y Salud Ocupacional en el cartel de licitación.
- Aprobar los requisitos de SySO incluidos en las especificaciones técnicas.
- Velar por el cumplimiento de las Normas SySO de la empresa.
- Aceptar la entrega formal de los equipos instalados.

Abogado:

- Gestionar la redacción, negociación y firma del contrato de trabajo firmado con el contratista adjudicado.
- Gestionar adendas al contrato.
- Gestionar desde la perspectiva legal los reclamos por incumplimiento de contrato.

Supuestos

- El presupuesto disponible es suficiente para ejecutar las adquisiciones del proyecto.
- No se contemplan atrasos en el cronograma en función de la gestión de las adquisiciones.
- Los proveedores conocen y pre aprueban el contrato al participar en el proceso de licitación.

Restricciones

- Solo se cuenta con un proveedor nacional que puede ofrecer la solución licitada.
- Solo se cuenta con 3 proveedores interesados en participar en el proceso de licitación.
- Los proveedores deben acoplarse al modelo de pagos de la empresa.

Jurisdicción Legal y Moneda

La gestión de las adquisiciones debe desarrollarse en apego a las leyes nacionales y respetando las políticas de la empresa. La moneda oficial es el colón costarricense y su equivalente en dólares americanos según el tipo de cambio a la hora de presentar la oferta.

Estrategias de las Adquisiciones**Adquisición 1:**

Método de entrega: Llave en mano

Forma de pago: Contrato de precio fijo con 20% de anticipo, 70% contra entrega de los equipos en planta y 10% contra aceptación de la puesta en marcha.

Adquisición 2 y 3:

Método de entrega: Llave en mano

Forma de pago: Contrato de precio fijo con un único pago 60 días posterior a la aceptación de la factura.

Documentos de las Licitaciones

Especificaciones técnicas.

Normas SySO de la empresa.

Código de ética.

Solicitud de cotización (RFQ)

Criterios de Selección de Proveedores**Adquisición 1:**

Los criterios de selección de los proveedores se realizan mediante una evaluación técnica que tiene un peso del 50% y una evaluación económica con un peso del 50% restante. La evaluación económica otorga un puntaje máximo a la cotización más baja y un puntaje de cero a las cotizaciones que superen el presupuesto disponible para el proceso de licitación.

En cuanto a la evaluación técnica, se califican las ofertas en función de 5 factores:

- Cumplimiento del alcance (60%)
- Cumplimiento de los requisitos de SySO y ambientales (20%)
- Cumplimiento de los requisitos de mantenimiento y lista de repuestos (10%)
- Experiencia mínima de 5 años del proveedor desarrollando proyectos similares (5%)
- Garantía (5%)

Adquisición 2 y 3:

Estas adquisiciones por un monto inferior a los \$10.000 se adjudican por precio. Sin embargo, para que una oferta sea tomada en consideración debe contar con aprobación técnica brindada por el equipo de proyectos.

Solicitud de Cambio

Para la gestión de cambios se cuenta con un formulario para la solicitud de cambios el cual se muestra en la Figura 32 de la sección 4.3.6.6. Este documento lo completa el equipo de proyectos para solicitar un cambio que impacte el cronograma, el alcance o el costo del proyecto y lo aprueba el gerente de proyecto y el patrocinador.

Realizado por		Equipo de Proyecto
Aprobado por		Gerente del Proyecto

4.3.11 Planificar el involucramiento de los interesados

“Planificar el Involucramiento de los Interesados es el proceso de desarrollar enfoques para involucrar a los interesados del proyecto, con base en sus necesidades, expectativas, intereses y el posible impacto en el proyecto. El beneficio clave es que proporciona un plan factible para interactuar de manera eficaz con los interesados” (PMI, 2017, p.516).

Los interesados del proyecto pueden ejercer influencias positivas o negativas sobre el desarrollo del proyecto y sus entregables. Por esta razón, es que toma importancia planificar el involucramiento de los interesados.

El Plan de involucramiento de los interesados se construye clasificando los interesados por su interés y poder en el proyecto. Para esto se clasifican según 3 tipos de interés:

- Interés bajo
- Interés medio
- Interés alto

En cuanto a la importancia se definen 4 tipos de clasificación:

- **Persona Clave:** Tienen poder de decisión en el desarrollo del proyecto, tienen poder para resolver o generar trabas en la gestión del proyecto y pueden modificar positiva o negativamente el alcance del proyecto y el cumplimiento de los objetivos del proyecto.
- **Cubrir sus Necesidades:** Tienen el poder para establecer lineamientos de desarrollo, la capacidad para definir el uso de los recursos y cuentan con la jerarquía para establecer acciones que generen demora en el desarrollo del proyecto.
- **Comunicar lo necesario:** Son actores que se benefician directamente por la obtención de los resultados del proyecto, sin embargo, pueden ejercer cierta resistencia al cambio y, por lo consecuencia, oponerse al desarrollo del proyecto.
- **Mostrar consideración:** No tienen capacidad de influir en el desarrollo del proyecto, pero pueden verse afectados por la implementación del proyecto.

Con base en la información anterior se completa el plan de involucramiento de los interesados (figura 46) y se definen las estrategias de interacción con estos. Este plan tiene la función de mantener a los involucrados con una posición positiva de cara al desarrollo del proyecto para que no ejerzan una influencia negativa que generen contra tiempos en el desarrollo del proyecto.

Figura 46*Plan de involucramiento de los interesados*

Plan de Involucramiento de los interesados	
Nombre del Proyecto	Automatización del Paletizado de Sacos
Fecha	3/3/2024
Realizado por	Equipo de Proyecto
Aprobado por	Gerente del Proyecto

Criterio	Interés	Poder	Importancia	Estrategia
Socios de la empresa	Medio	Alto	Cubrir sus Necesidades	Mantener informado mediante comunicados formales emitidos por el departamento de comunicación de la empresa.
Gerente general de la empresa	Alto	Alto	Persona Clave	Mantener informado mensualmente mediante reuniones virtuales para exponer los indicadores del proyecto. Mantener informado en todo momento en caso de existir desviaciones en el alcance, los costos o en tiempo.
Director agrocomercial (Patrocinador)	Alto	Alto	Persona Clave	Mantener informado semanalmente mediante reuniones virtuales para exponer los indicadores del proyecto. Mantener informado en todo momento en caso de existir desviaciones en el alcance, los costos o en tiempo. Presentar informe de avances mensualmente.
Gerente de proyecto	Alto	Alto	Persona Clave	Mantener informado en todo momento sobre todas las decisiones importantes que se tomen alrededor del proyecto. Realizar reuniones semanales para revisar el avance el proyecto, posibles dificultades y revisar los indicadores del proyecto.
Gerente de compras	Medio	Medio	Comunicar lo necesario	Mantener informado mensualmente mediante informe de avances. Involucrar en el proceso de adquisición.

Criterio	Interés	Poder	Importancia	Estrategia
Gerente de recursos humanos	Medio	Medio	Comunicar lo necesario	Mantener informado mensualmente mediante informe de avances. Involucrar en el proceso de reubicación de personal durante el proceso de planificación y ejecución del proyecto.
Gerente de tecnologías de la información	Medio	Medio	Comunicar lo necesario	Mantener informado mensualmente mediante informe de avances. Involucrar proceso de definición del alcance y en la ejecución del proyecto.
Gerente de Salud y Seguridad Ocupacional	Medio	Medio	Comunicar lo necesario	Mantener informado mensualmente mediante informe de avances. Involucrar en el proceso de definición del alcance del proyecto. Involucrar inmediatamente en caso de materializarse un accidente laboral.
Proveedor de equipos y servicios	Alto	Bajo	Comunicar lo necesario	Realizar reuniones semanales de seguimiento para verificar el avance del proyecto. Realizar auditorías no anunciadas para evaluar el cumplimiento de las obligaciones contractuales
Trabajadores de la empresa	Alto	Bajo	Comunicar lo necesario	Durante el proceso de planificación el proyecto se maneja de forma confidencial para evitar rechazo de los trabajadores de la empresa. Al inicio del proceso de ejecución se mantendrán informados en cuanto al proceso de reubicación al que serán sometidos.
Comunidad	Bajo	Bajo	Mostrar Consideración	Mantener monitoreados y facilitar información solo si es estrictamente necesario.
Empresas competidoras	Medio	Bajo	Mostrar Consideración	Mantener monitoreados y entablar comunicación solo si es estrictamente necesario.

4.4 Recomendaciones para el grupo de procesos de Ejecución, Monitoreo y Control y Cierre

Una vez con concluidas las actividades de los grupos de procesos de inicio y planificación y teniendo como insumos los planes de gestión de cada una de las áreas de conocimiento, el proyecto puede pasar a la etapa de ejecución y monitoreo y control. En esta sección se detallan una serie de recomendaciones que el gerente del proyecto y el equipo de proyecto deben gestionar para garantizar el éxito del proyecto. Estas recomendaciones se basan en la información expuesta en la Guía del PMBOK® 6ta (2017).

4.4.1 Recomendaciones para el grupo de procesos de Ejecución

El grupo de procesos de Ejecución tiene correspondencia con las áreas de conocimiento de la Gestión de la Integración del Proyecto, la Gestión de la Calidad del Proyecto, la Gestión de los recursos del Proyecto, la Gestión de las comunicaciones del proyecto, la Gestión de los Riesgos del Proyecto, la Gestión de las Adquisiciones del Proyecto y la Gestión de los Interesados del Proyecto.

El primer proceso que se debe ejecutar es Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto. En este proceso es importante se realice el registro de incidentes utilizando el formato expuesto en la figura 47.

Figura 47*Registro de Incidentes*

Registro de Incidentes	
Nombre del Proyecto	Automatización del Paletizado de Sacos
Fecha	
Realizado por	Equipo de Proyecto
Aprobado por	Gerente del Proyecto
Tipo de incidente	
Quién planteó el incidente y cuando	
Descripción	
Prioridad	
Quien está asignado al incidente	
Fecha límite de resolución	
Estado	
Solución Final	

Nota: La Figura 47 es un registro que pretende dar trazabilidad a los incidentes del proyecto.

El registro de incidentes es una herramienta que permite darle seguimiento, gestión y trazabilidad a los problemas que se enfrenten durante la ejecución del proyecto. Este documento sirve de insumo para completar el registro de lecciones aprendidas del proyecto.

Adicionalmente, es indispensable que, de surgir la necesidad de modificar un documento, entregable o la línea base del proyecto, se gestione la solicitud de cambio empleando el formato expuesto en la Figura 32 de la sección 4.3.6.6.

El siguiente proceso corresponde a la gestión del conocimiento del proyecto y como principal recomendación se destaca el registro de las lecciones aprendidas según se muestra en la figura a continuación:

Figura 48 *Lecciones Aprendidas del Proyecto*

Lecciones Aprendidas del Proyecto

Lecciones Aprendidas				
Nombre del Proyecto	Automatización del Paletizado de Sacos			
Fecha				
Realizado por				Equipo de Proyecto
Aprobado por				Gerente del Proyecto
Fase/Actividad del Proyecto	Situación presentada	Acciones Implementadas	Resultados Obtenidos	Oportunidades de mejora
Recomendaciones:				
Comentarios:				

Nota: La Figura 48 corresponde al formulario para el registro de las lecciones aprendidas.

El registro de las lecciones aprendidas es un documento vivo que se debe completar durante todo el ciclo de vida del proyecto. No se debe cometer el error de dejar el registro para la etapa de cierre y esto es una responsabilidad que debe ejecutar el gerente del proyecto.

En cuanto a la gestión de la calidad cabe resaltar la importancia que tiene este proceso para incrementar la probabilidad de éxito del proyecto ya que permite la identificación de procesos ineficaces y de calidad deficiente. Por esta razón, se recomienda la realización de informes periódicos de calidad que incluyan recomendaciones para mejoras en los procesos, proyectos y productos, así como recomendaciones de acciones correctivas. Para el reporte de estos hallazgos se deben utilizar los documentos de calidad expuestos en la sección 4.3.6.4.

Por otra parte, se deben crear los documentos de prueba y evaluación de la calidad los cuales servirán para evaluar el resultado de las pruebas FAT y pruebas SAT descritas en el diccionario de la EDT del Proyecto.

El siguiente proceso que gestionar es el Adquirir Recursos. En este proceso el gerente del proyecto debe asignar los roles a cada miembro del equipo de proyectos según lo acordado en el proceso de Planificación. En cuanto al calendario de recursos, es común que se respeten los horarios de trabajo que tienen establecidos por rutina cada uno de los miembros del equipo de proyecto, siendo este un horario de trabajo de lunes a viernes de 730am a 430pm. En caso de requerirse, se deben realizar las gestiones para extender el horario laboral hasta las 730pm o programar trabajos de fin de semana. Estas decisiones se toman durante las reuniones semanales, analizando el avance respecto al cronograma.

Por otra parte, la empresa tiene definido un programa de evaluación del desempeño de sus colaboradores. Para los miembros del proyecto, se recomienda incluir los objetivos de los proyectos dentro de su evaluación de desempeño anual y se establecen como mínimo dos puntos de control, una evaluación de medio periodo (agosto) y una evaluación final (marzo). Como parte del proceso de desarrollar el equipo, el gerente del proyecto se puede apoyar en

esta herramienta ya establecida por varios años en la empresa, para gestionar la evaluación de desempeño del equipo.

Durante los procesos de Planificación de las comunicaciones se definieron las estrategias de comunicación (figura 37) y la Matriz de Comunicación (figura 38). Por lo tanto, es responsabilidad del gerente del proyecto, durante los procesos de comunicación, gestionar las comunicaciones en concordancia con el plan de gestión de las comunicaciones y cumplir con los acuerdos de la Matriz de Comunicaciones, donde se define que se debe comunicar. Cabe resaltar, que por ser un proyecto declarado como confidencial por la empresa, la gestión de las comunicaciones debe gestionarse con mucha cautela, para evitar que el personal de planta se entere antes de tiempo de la implementación de la solución de paletizado.

En cuanto a la implementación de la respuesta a los riesgos, tanto el gerente de proyecto, en su rol de líder, como el equipo de proyecto, deben implementar la respuesta a los riesgos en caso de que estos se materialicen. Para esto, se recomienda apoyarse en la matriz de riesgo e implementar las respuestas acordadas durante el proceso de planificación. Para esto se deben apoyar en el documento aprobado para la solicitud de cambios (figura 32) en caso de que exista una desviación en la línea base de costos, cronograma, alcance o calidad.

Un aspecto de trascendental importancia durante los procesos de ejecución es efectuar las adquisiciones, ya que se deben seleccionar los proveedores y firmar contratos con acuerdos claros y específicos. Este proyecto, por ser llave en mano, debe acuerparse con descripciones muy detalladas sobre el alcance, el costo, el tiempo y la calidad de las adquisiciones. También debe establecer penalizaciones bien definidas en caso de que se produzcan desviaciones respecto a los acuerdos del contrato. Durante este proceso es vital el apoyo brindado por la dirección de compras y la dirección legal de la empresa. El gerente de proyectos debe gestionar oportunamente el apoyo de ambas para garantizar el cumplimiento

de los objetivos de las adquisiciones en tiempo, costo y alcance, velando en todo momento por el cumplimiento de las políticas de la empresa y el reglamento de ética.

Por último, en el proceso de ejecución se debe gestionar el involucramiento de los interesados. Para este proyecto, por ser declarado como confidencial durante gran parte de su ciclo de vida, el involucramiento de los interesados se debe realizar con mucha cautela. Por ejemplo, el involucramiento de los socios, en etapas tempranas del proyecto, debe ser poco o nulo.

4.4.2 Recomendaciones para el grupo de procesos de Monitoreo y Control

El grupo de procesos de Monitoreo y control tiene correspondencia con todas las áreas de conocimiento del proyecto. A continuación, se repasan los principales aspectos que deben considerar el equipo de proyecto y el gerente de proyecto para garantizar el éxito de este grupo de procesos.

El primer proceso descrito en la guía del PMBOK® 6ta (2017), es Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto y para esto tanto el gerente del proyecto como el equipo de proyecto deben generar constantes informes de desempeño para garantizar que el avance del proyecto sea conocido por todos los miembros que participan en el proyecto. Los informes de proyecto se pueden compartir por medios electrónicos utilizando el formato de minuta de reunión según es la práctica común en la empresa (figura 29). Adicional a esta tarea, se debe realizar el control integrado de los cambios, lo cual consiste en gestionar la aprobación de los cambios e incorporarlos al desarrollo del proyecto según su efecto en el cronograma, costo o alcance.

En esta etapa, también se deben controlar y validar el alcance del proyecto. Esta tarea se recomienda que se controle diariamente, a partir del inicio de las pruebas FAT, de tal manera que el equipo de proyecto pueda controlar el avance de cada uno de los entregables del proyecto.

Para el control del cronograma y de los costos, es necesario un monitoreo semanal de los indicadores del proyecto, específicamente el SPI, el CPI y el EAC. Estos indicadores deben presentarse religiosamente en las reuniones semanales del equipo de proyectos.

En cuanto al control de la calidad, se recomienda que se verifique la calidad en los entregables y se registre en el documento de aceptación de los entregables. Estos documentos de aceptación de entregables se deben consolidar en el grupo de procesos de cierre.

Por otra parte, el gerente de proyectos debe controlar que los recursos físicos y humanos estén disponibles según lo planificado y gestionar su liberación cuando ya no sean necesarios.

En referencia a las comunicaciones, el gerente de proyectos debe “asegurar que las comunicaciones satisfagan las necesidades de información del proyecto y sus interesados” (PMI, 2017, p.388). Una de las principales comunicaciones que debe gestionar el gerente, es el momento en que se libere la información a los colaboradores que serán reubicados. Esto puede traer consecuencias a nivel productivo como en el avance del proyecto, si los colaboradores desean levantar una huelga. En esta misma línea, se debe monitorear el involucramiento de los interesados, sobre todo su reacción en el momento en que se libere la información que se ha manejado como confidencial. Este es un reto importante de este proyecto para el cual el gerente de proyecto y el equipo, deben estar muy alertas y preparados.

En cuanto al proceso de monitorear los riesgos, el equipo de proyectos debe trabajar constantemente en la implementación de los planes de respuesta acordados, identificar los riesgos y como se mencionó en el proceso de planificación, identificar y analizar riesgos nuevos que surjan durante el ciclo de vida del proyecto.

Finalmente, se deben controlar las adquisiciones, trabajo que consiste en monitorear la ejecución de los contratos y cerrar los contratos concluidos. Este trabajo, si bien lo gestiona y aprueba el gerente del proyecto, este debe delegar las tareas de control al equipo de proyecto.

Una ventaja de este proyecto es que solo se proyecta contratar entre 2 y 3 proveedores, por lo tanto, las tareas son relativamente fáciles de controlar. Se recomienda que, para este proyecto, el trabajo de controlar las adquisiciones caiga sobre el ingeniero de proyecto y el jefe de mantenimiento, pues por su formación académica son quienes cuentan con mayor experiencia para verificar el desempeño del trabajo.

4.4.3 Recomendaciones para el grupo de procesos de Cierre

Como bien lo describe su nombre, este proceso consiste en cerrar el proyecto. Es el punto donde el esfuerzo del proyecto llega a su fin y su principal tarea, es asegurarse que todos los procesos desarrollados durante el proyecto queden aceptados y cerrados. Este proceso tiende a ser más de corte administrativo, porque se deben actualizar por última vez los documentos del proyecto y se debe redactar el informe final.

La empresa tiene definidos varios documentos que se deben completar al final o terminar durante el proceso de cierre. Estos documentos son:

- El documento de lecciones aprendidas: si bien se ha construido a lo largo del ciclo de vida del proyecto, se debe realizar una revisión final para enviarlo a aprobación por parte del patrocinador.
- Retroalimentación del Patrocinador: este documento es una encuesta en la cual el patrocinador evalúa al equipo de proyecto.
- Aprobación del cierre del proyecto: este documento es el informe final del proyecto, es un resumen del desempeño del proyecto y debe contar con la aprobación del gerente del proyecto y el patrocinador. En este documento se deben mencionar y adjuntar los documentos de aceptación de entregables.

Por último, se debe realizar la capitalización de los activos y de esta manera, se le pone punto final al proyecto.

5 CONCLUSIONES

En base al trabajo realizado sobre el Proyecto Automatización del Paletizado de Sacos se destacan las siguientes conclusiones:

1. Tras la investigación y análisis de las diferentes opciones de paletizado automático en el mercado se concluye que la utilización de un robot para paletizar sacos es la única opción que cumple con el alcance y los costos del proyecto. En base al estudio y análisis desarrollado se consolida la información recaudada en un documento de requisitos preliminares del proyecto, el cual es un insumo de necesario para el desarrollo del plan de gestión del alcance.
2. El análisis financiero del proyecto nos permite constatar que el VAN es superior a cero (92 124 dólares), el TIR del 17,59%, superior a la tasa de descuento fijada en 13,75% y el periodo de recuperación de la inversión es de 4,6 años. Por lo tanto, se concluye que el proyecto es financieramente viable.
3. Con el desarrollo del grupo de proceso de inicio y planificación del proyecto se desarrolló el Acta de Constitución del Proyecto, la identificación de los involucrados, el Plan de Gestión del Alcance, la EDT del proyecto, el Plan de Gestión del Cronograma, el Diagrama de Gantt del proyecto, el Presupuesto del Proyecto, el Plan de Gestión de la Calidad y se definieron los Roles y Responsabilidades de los involucrados del proyecto y la Matriz RACI. Adicionalmente se desarrolló el Plan de Gestión de las Comunicaciones, la Matriz de Comunicaciones, la Matriz de Riesgos del Proyecto, el Plan de Gestión de las Adquisiciones y el Plan de Involucramiento de los Interesados. La obtención de todos estos documentos permite concluir que se cuanta con los insumos necesarios para pasar a la etapa de ejecución del proyecto.
4. El documento presenta una serie de recomendaciones para los grupos de procesos de Ejecución, Monitoreo y Control y Cierre del proyecto. Se crean formularios para el

registro de información y se brindan recomendaciones a manera de guía para lograr el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Por lo tanto, se puede concluir que se cumple el objetivo de generar una serie de recomendaciones que orienten en la ruta del éxito al gerente de proyecto y al equipo de proyecto para que desarrolles los grupos de proceso de Ejecución, Monitoreo y Control y Cierre del proyecto.

6 RECOMENDACIONES

A partir del trabajo realizado sobre el Proyecto de Automatización del Paletizado de Sacos se constatan una serie de recomendaciones que pueden ser de gran aporte para el desarrollo del proyecto en curso o para futuros proyectos que vaya a desarrollar la empresa. A continuación, se exponen las recomendaciones fruto del trabajo realizado:

1. Durante el desarrollo del grupo de procesos de Planificación se detallan muchos acuerdos en cuanto a la gestión del alcance, los costos y el cronograma del proyecto. Además, se definen las responsabilidades de cada miembro involucrado en la gestión del proyecto, la gestión de las comunicaciones, los interesados, los riesgos y las adquisiciones. Es de vital importancia que, durante el desarrollo de los grupos de proceso de Ejecución, Monitoreo y Control y Cierre, se respeten los acuerdos alcanzados para garantizar el éxito del proyecto en cuanto el cumplimiento del alcance, costos y tiempo.
2. Durante el desarrollo del grupo de procesos de Planificación se desarrollaron diferentes formularios para la gestión de cada una de las diferentes áreas de conocimiento. Se recomienda que la empresa incluya estas tablas dentro de su gestión documental para que sean empleadas en el desarrollo de futuros proyectos. Estos documentos son un insumo importante dentro del crecimiento de la administración de proyectos de la empresa pues aporta orden en el desarrollo del proyecto, permite gestionar de manera eficiente el proyecto y documenta de forma completa el desarrollo de un proyecto, facilitando el cumplimiento de los objetivos de los proyectos. Por último, el documentar de forma clara y completa el desarrollo de un proyecto facilita su consulta y entendimiento para el desarrollo de proyectos futuros, propiciando la mejora continua en el desarrollo de proyectos dentro de la empresa.

3. Se recomienda al gerente de proyecto, asesorarse y apoyarse del Patrocinador y de la Dirección de Recursos Humanos para generar un plan y una estrategia que permitan que la comunicación de la reubicación de personal sea tomada como positiva por parte de los afectados y demás colaboradores de la planta. Para esto se puede valer de ofrecimiento como bonos económicos para las personas que lleven a bien el proceso de reubicación.
4. Se recomienda al equipo de proyecto ser religiosos con el registro de las lecciones aprendidas. La automatización del paletizado de sacos es la puerta de entrada de la automatización con robots dentro de la empresa y si este proyecto es exitoso ya el CEO ha comentado que implementará esta tecnología en todas las plantas de la marca. Por esta razón, la robustez del registro de lecciones aprendidas será un insumo importante para los proyectos futuros.

7 VALIDACIÓN DEL TRABAJO EN EL CAMPO DEL DESARROLLO REGENERATIVO Y/O SOSTENIBLE

Durante la gestión de un proyecto es fundamental que se analice el impacto que se puede tener ante la sociedad, el medio ambiente y el progreso. Es aquí, donde conceptos como desarrollo sostenible y desarrollo regenerativo toman fuerza en el moldeo del proyecto. A continuación, se analizan estos dos conceptos y la influencia que tienen en el desarrollo del PFG.

El desarrollo sostenible implica cómo debemos vivir hoy si queremos un futuro mejor, ocupándose de las necesidades presentes sin comprometer las oportunidades de las generaciones futuras de cumplir con las suyas (ONU, 2023).

En 2015, los Estados miembros de la ONU convirtieron su visión del desarrollo sostenible en un plan para alcanzarlo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, con ambiciosas metas para 2030, abarcan las tres dimensiones del desarrollo sostenible: la economía, el desarrollo social y el medio ambiente (ONU, 2023).

En la figura 49, se muestran los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) planteados por la ONU en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Figura 49

Objetivos de Desarrollo Sostenible



Nota: Adaptado de *¿En qué consiste el desarrollo sostenible?* [Fotografía], por ONU, 2023, https://www.un.org/sustainabledevelopment/wp-content/uploads/sites/3/2023/09/En_que_consiste_el_desarrollo_sostenible.pdf.

Por otra parte, el desarrollo regenerativo es un término que se utiliza para definir procesos que restauran, reparan o regeneran los ecosistemas dañados o como principio de diseño. Trata sobre crear las condiciones adecuadas para que todo tipo de vida florezca y prospere a partir de unos principios de diseño basados en cómo se comportan los sistemas vivos (Hernández, 2021).

Según Müller (2016), para lograr implementar un desarrollo regenerativo se requiere de una aproximación holística desde el territorio y su funcionalidad, aplicando una gestión creativa, utilizando la ciencia más avanzada conjuntamente con el conocimiento local. La gobernanza debe ser participativa, con el involucramiento verdaderamente activo de la gente logrando un

desarrollo local con equidad, justicia y paz, buscando como fin último el bienestar humano, expresado no en una cifra de dólares americanos por día y sí en felicidad.

Al comparar el desarrollo regenerativo con el desarrollo sostenible, Müller (2016) indica que el desarrollo regenerativo se basa en los mismos seis pilares del desarrollo sostenible (político, social, cultural, ecológico, espiritual y económico) con un enfoque no sólo en frenar la degradación de los mismos y más bien en la regeneración en cada sector, que es más allá de la reconstrucción o restauración e implica una mejora permanente de éstos, buscando una reducción de la huella ecológica mundial.

La gran diferencia que tiene con la sostenibilidad es en su propia definición. La sostenibilidad pretende mantener lo que ya existe para el uso por parte de generaciones futuras, mientras que el diseño regenerativo va un paso más allá y que busca realmente dejar los ecosistemas mejor de lo que nos los hemos encontrado (Hernández, 2021).

Dentro de la gestión de los proyectos es muy importante que se consideren estos conceptos y desarrollar el proyecto en concordancia con los ODS y los pilares del desarrollo regenerativo porque este mundo es de todos y no podemos depositar la responsabilidad solamente en los líderes políticos. Como indica la ONU (2023) Cada persona se puede beneficiar de un mundo más próspero, inclusivo y resiliente.

A continuación, se analizará el PFG desde la perspectiva de Desarrollo Sostenible, el Análisis de Impacto del P5 y según el Desarrollo Regenerativo para constatar la huella del proyecto en la conservación y regeneración del planeta.

7.1 Relación del proyecto con los objetivos de Desarrollo Sostenible

Como se analizó en el apartado anterior, en 2015, los Estados miembros de la ONU definieron 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible dentro de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. A continuación, se explica como el proyecto de automatización del paletizado de

sacos influye en cada uno de estos objetivos y las propuestas de la empresa para contribuir con el cumplimiento de las metas 2030.

7.1.1 Fin de la pobreza

La meta de este objetivo es erradicar la pobreza extrema para todas las personas en el mundo. Adicionalmente busca poner en práctica a nivel nacional sistemas y medidas apropiadas de protección social para todos (ONU, 2015).

Si bien el proyecto propuesto por la empresa no tiene como objetivo directo colaborar con el fin de la pobreza, si se puede resaltar que la empresa garantiza el acceso a la seguridad social de todos sus colaboradores. Además, dentro de las obras de bien social que realiza la empresa, se puede destacar el aporte de ayuda a familias de escasos recurso o la donación de canasta de víveres mensual para los colaboradores en condición socioeconómica más baja. También, la empresa tiene, junto con la asociación solidarista, programas para dotar de una vivienda digna a los colaboradores más necesitados.

7.1.2 Hambre cero

Este objetivo tiene como meta poner fin al hambre y asegurar el acceso de todas las personas a una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante todo el año. También busca asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra (ONU, 2015).

El proyecto desarrollado por la empresa busca optimizar los costos de producción, para trasladar este ahorro al precio final de los alimentos balanceados que comercializa. Esta rebaja en el precio final al consumidor, que son los más de 1300 socios de la empresa, se traduce en

mejores costos productivos en las fincas de los socios, mejorando sus ingresos y aumentando la dinámica económica en las regiones donde operan. Adicionalmente, la empresa cuenta con un programa de capacitación para sus socios productores agrícolas, para fomentar prácticas sostenibles en los procesos que desarrollan en sus fincas, dentro de los que se puede destacar la producción de pastos para la alimentación animal, la generación de energías limpias y la conservación del agua. Por otra parte, la empresa cuenta con una división que produce alimentos para consumo humano, donde una gran parte de sus productos terminados forman parte de la canasta básica. Desde sus inicios, la empresa siempre ha velado porque sus productos sean asequibles para todas las familias costarricenses, inclusive las familias económicamente más limitadas. En este sentido, se puede afirmar que la empresa contribuye a nivel nacional en el cumplimiento del objetivo “hambre cero” de las Naciones Unidas (2015).

7.1.3 Salud y bienestar

El objetivo Salud y Bienestar tiene como meta reducir la tasa mundial de mortalidad materna a menos de 70 por cada 100.000 nacidos vivos (ONU, 2015).

El proyecto, al tener una componente de SySO, busca reducir la accidentabilidad en su proceso productivo y la generación de enfermedades asociadas al trabajo. Por otra parte, la empresa cuenta con un consultorio médico al servicio de todos los colaboradores y socios. Si bien estas iniciativas tienen poca o nula incidencia en la reducción de la mortalidad materna, si se constata que la empresa brinda a sus colaboradores acceso a la salud y a su bienestar.

7.1.4 Educación de calidad

Como parte del proyecto, se incluye la capacitación del personal operativo y de mantenimiento sobre los nuevos equipos instalados y la tecnología con la que cuentan. Adicionalmente, la empresa, por medio de la asociación solidarista, brinda oportunidades de estudio (becas) para que sus colaboradores puedan concluir sus estudios secundarios.

Adicionalmente brindan apoyo con donaciones o paquetes escolares, para que los hijos de los colaboradores puedan cursar sus estudios en primaria y secundaria. Por lo tanto, gracias a estas herramientas, la empresa contribuye con el objetivo de asegurar que todas las niñas y todos los niños terminen la enseñanza primaria y secundaria (ONU, 2015).

7.1.5 Igualdad de género

La meta principal de este objetivo es poner fin a todas las formas de discriminación contra todas las mujeres y las niñas en todo el mundo (ONU, 2015).

Con relación a este objetivo, la empresa, en apego al código de trabajo, cuenta con políticas de contratación que garantizan la contratación de personal basado en sus habilidades y conocimientos sin importar el género. Adicionalmente, en apego a su código de ética y políticas de igualdad de género, la empresa garantiza cero discriminaciones contra las mujeres y pone a disposición de sus colaboradores la línea de denuncias anónimas como herramienta para detectar y atacar cualquier acto de discriminación que se presente dentro de la empresa. Por último, cabe resaltar que, de los doce puestos de dirección de la empresa, cinco están ocupados por mujeres.

7.1.6 Agua limpia y saneamiento

Este objetivo tiene como meta lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos. Además, busca mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial. También, establece dentro de sus metas aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el

abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua (ONU, 2015).

El proyecto de automatización del paletizado de sacos es un proyecto seco, esto quiere decir que no requiere agua para su funcionamiento. Sin embargo, la empresa cuenta con una sólida política de utilización del recurso hídrico y trabaja constantemente en generar iniciativas para reducir el consumo de agua en sus instalaciones. En primera instancia se debe mencionar que la empresa extrae el agua de un pozo ubicado dentro de su terreno. Esta agua se potabiliza para garantizar el acceso a agua potable en todo el edificio. Todas las tomas de agua dentro de las instalaciones cuentan con rotulación que concientiza sobre el uso racional del agua. Adicionalmente ha realizado estudios para garantizar el lavado de equipos con la menor cantidad de agua posible y los programas de producción consideran dentro de sus principales factores garantizar la menor cantidad de lavados necesarios para cumplir con la producción diaria. Por otra parte, la empresa cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales que recolecta todas las aguas generadas en el proceso productivo. El agua resultante de este tratamiento es aprovechada para el riego de las zonas verdes y para lavados que no requieran de agua potable. Por último, dentro de los objetivos principales de la empresa se cuenta con un indicador de consumo de agua el cual se debe reducir año tras año para el cumplimiento de la meta.

7.1.7 Energía asequible y no contaminante

Este objetivo tiene como meta aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas y duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética (ONU, 2015).

Al ser un proyecto de alta tecnología y por política de la empresa, todos los motores son de eficiencia energética premium, esto garantiza el menor consumo eléctrico posible para la aplicación. Adicionalmente, la empresa cuenta con paneles solares para el suministro de

energía en los edificios administrativos. Por último, la empresa está trabajando en mejoras sustanciales a nivel energético para certificarse ISO 50001 en 2025. Estas son algunas de las iniciativas de la empresa para contribuir con el uso eficiente y limpio de la energía.

7.1.8 Trabajo decente y crecimiento económico

La empresa está comprometida con brindar oportunidades de trabajo decente a todos sus colaboradores, respetando la legislación laboral de Costa Rica. Como parte del proyecto, se deben reubicar 18 colaboradores porque su labor será automatizada. Sin embargo, de la mano del departamento de recursos humanos se está trabajando para reubicar a los 18 colaboradores respetando sus condiciones actuales (salario, vacaciones, entre otros). Estas son algunas de las iniciativas propuestas por el equipo de proyecto para garantizar un trabajo decente y crecimiento económico.

7.1.9 Industria, innovación e infraestructura

Dentro de las metas de este objetivo se puede destacar el modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales (ONU, 2015).

El proyecto de automatización del paletizado de sacos es un proyecto de inversión en tecnología para optimizar los costos de producción. Si este proyecto se declara exitoso, la empresa se compromete a llevar esta tecnología a otras áreas de producción donde pueda ser implementada. Esto demuestra el interés de la empresa por invertir en tecnología. Por otra parte, la empresa también se preocupa en que su proceso productivo sea sostenible y prueba de esto es que se encuentra en proceso de auditoría externa de Huella de Carbono.

7.1.10 Reducción de las desigualdades

Este objetivo tiene como meta potenciar y promover la inclusión social, económica y política de todas las personas, independientemente de su edad, sexo, discapacidad, raza, etnia, origen, religión o situación económica u otra condición. También busca garantizar la igualdad de oportunidades y reducir la desigualdad de resultados, incluso eliminando las leyes, políticas y prácticas discriminatorias y promoviendo legislaciones, políticas y medidas adecuadas a ese respecto (ONU, 2015).

Si bien el proyecto no tiene relación directa con este objetivo, la empresa potencia y promueve la inclusión social, económica y política ofreciendo salarios dignos e igualdad de oportunidades para todos sus colaboradores. Se cuenta con un departamento de Recursos Humanos muy robusto y políticas que permiten garantizar igualdad para todos sus colaboradores.

7.1.11 Ciudades y comunidades sostenibles

Este objetivo consiste en asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales (ONU, 2015).

Nuevamente, el proyecto de automatización del paletizado no aporta al cumplimiento de esta meta, sin embargo, la empresa en conjunto con la asociación solidarista de empleados tiene como objetivo dar oportunidades de financiamiento para que los colaboradores puedan optar por adquirir una vivienda e inclusive tiene un programa de selección de colaboradores más necesitados para donarles una vivienda digna con acceso a los servicios básicos.

7.1.12 Producción y consumo responsables

Dentro de las metas de este objetivo destaca el reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización (ONU, 2015).

La empresa cuenta con políticas que regulan la disposición de los desechos que se generan dentro de la empresa. Cuenta con programas de reducción, reciclado y reutilización implementados, así como indicadores que miden en kilogramos la cantidad de desechos que se generan en cada una de estas categorías. Adicionalmente, cuenta con programas de recolección de envases y empaques utilizados para la venta de sus productos, y transforma el material recolectado en pupitres y materiales de construcción que son donados a escuelas y colegios a nivel nacional. El proyecto de automatización del paletizado de sacos contempla la disposición de los desechos generados según las políticas de la empresa, por lo tanto, todos los desechos generados deben ser clasificados para su posterior tratamiento. Adicionalmente, una vez operativo el proyecto, los planes de mantenimiento de los equipos instalados contemplan un procedimiento para la disposición de los desechos generados producto de estas tareas, como por ejemplo la disposición de grasas y aceites hidráulicos.

7.1.13 Acción por el clima

Las metas de este objetivo son incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales. Además de Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana (ONU, 2015).

La empresa es consciente de la problemática del cambio climático y por esta razón ha desarrollado políticas y procedimientos para combatirlo. Adicionalmente, año a año se imparten capacitaciones a los colaboradores y socios de la empresa para concientizar sobre la importancia de mitigar el cambio climático, fomentando iniciativas que pueden aplicar en sus puestos de trabajo o en las fincas.

7.1.14 Vida submarina

Dentro de las metas de este objetivo, la empresa tiene iniciativas para gestionar y proteger sosteniblemente los ecosistemas marinos y costeros para evitar efectos adversos importantes, incluso fortaleciendo su resiliencia, y adoptar medidas para restaurarlos a fin de restablecer la salud y la productividad de los océanos (ONU, 2015).

La propiedad de la empresa es atravesada por un río el cual hace algunas décadas sufría de problemas de contaminación. Como parte de las iniciativas de la empresa, este río se ha recuperado a niveles aceptables en comparación a otros de la zona y actualmente la empresa lleva a cabo un control periódico de la calidad del agua para garantizar el resguardo del río. Adicionalmente, la empresa se ha preocupado por reducir la cantidad de plástico en sus productos terminados ya que estos terminan contaminando ríos y mares. Por ejemplo, los empaques de bebidas ahora se venden con pajillas de cartón.

7.1.15 Vida de ecosistemas terrestres

La meta del objetivo “vida de ecosistemas terrestres” es velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales (ONU, 2015).

El equipo que va a adquirir e instalar la empresa no incluye construcción de obra civil, ya que se instalará dentro del edificio de producción buscando optimizar su instalación en la menor cantidad de metros cuadrados. Por lo tanto, no se prevé un impacto al ecosistema terrestre. En cuanto a las iniciativas de la empresa, adicional a lo que se ha mencionado en los objetivos anteriores, la empresa cuenta con iniciativas anuales de limpieza de zonas verdes, ríos y playas. Adicionalmente se realiza una actividad de reforestación al año impulsada por los colaboradores.

7.1.16 Paz, justicia e instituciones solidas

Este objetivo tiene como meta poner fin al maltrato, la explotación, la trata y todas las formas de violencia y tortura contra los niños (ONU, 2015). La empresa se opone rotundamente al trato de personas y condena cualquier acto de soborno o corrupción. Por lo tanto, durante el desarrollo del proyecto se garantiza que tanto el personal de la empresa como contratistas garanticen el respeto de los derechos humanos y del trabajador de todos los colaboradores que se relaciones directa e indirectamente con el proyecto.

7.1.17 Alianzas para lograr el objetivo

Este objetivo enuncia metas relacionadas principalmente con iniciativas de estado, por lo tanto, no se identifica una relación del proyecto con el cumplimiento del objetivo. Sin embargo, como se ha manifestado en el apartado 7.2, la empresa cuenta con múltiples iniciativas que contribuyen a que el país logre sus objetivos de desarrollo sostenible para el 2030.

7.2 Análisis del proyecto de acuerdo con el Estándar P5

El Estándar P5 de GPM tiene como objetivo principal identificar los posibles impactos para la sostenibilidad, tanto positivos como negativos, que pueden ser analizados y presentados a la dirección para respaldar decisiones informadas y una asignación efectiva de recursos. El Estándar P5 es una guía para evaluar un proyecto analizando el impacto que tiene el producto y los procesos sobre las personas, el planeta y la prosperidad (GPM, 2019). Adicionalmente, el Estándar P5 se basa en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.

El estándar P5 contempla una matriz de análisis de impacto P5 (P5IA) la cual se utiliza para definir y priorizar los impactos de sostenibilidad para mejorar los beneficios esperados del proyecto, aumentar los impactos positivos y reducir los impactos negativos para la sociedad, el medio ambiente y el valor del proyecto y para contribuir a los objetivos de sostenibilidad de la organización patrocinadora (GPM, 2019). El análisis de impacto se completa identificando

eventos internos y externos que pueden ocurrir durante el proyecto o durante la vida útil del producto del proyecto para cada uno de los elementos descritos anteriormente. Luego, se describen las causas del evento y los posibles impactos de sostenibilidad de cada uno. A continuación, se califican los impactos en función de la magnitud de su efecto sobre la sostenibilidad y se identifican posibles respuestas a cada evento para minimizar el impacto de eventos negativos y maximizar el impacto de eventos positivos. Por último, se vuelve a calificar los impactos en base al supuesto de que la respuesta se implementa (GPM, 2019).

Desarrollar un proyecto aplicando el Estándar del P5 aporta una óptica al desarrollo del proyecto desde una perspectiva de sostenibilidad. Para la empresa es de suma importancia considerar este análisis de impacto por su compromiso con el medio ambiente y su voluntad de desarrollar proyectos sostenibles.

A continuación, se presenta el análisis de impacto del proyecto en la figura 50.

Figura 50

Análisis de Impacto P5

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría	Elemento						
2,1 Impactos del Producto							
2.1.1	Vida útil del producto	El equipo instalado tiene una vida útil de 12 a 14 años.	El equipo instalado no cumple la vida útil.	2	Utilizar el equipo sin exceder sus capacidades, garantizando el cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo y utilizar repuestos autorizados.	5	3
2.1.2	Mantenimiento del producto	El equipo cuenta con un plan de mantenimiento preventivo. Incluye cambios de aceite, engrase, baterías y repuestos varios.	No cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo genera una degradación temprana del equipo y daño de sus partes. Residuos de mantenimiento pueden impactar negativamente el medio ambiente.	1	Indicador de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo debe ejecutarse al 100%. La empresa cuenta con políticas de disposición de residuos peligrosos y reciclaje.	5	4
2,2 Impactos de los Procesos (de Gestión de Proyectos)							
2.2.1	Eficacia de los Procesos del Proyecto	El proyecto tiene establecido un cronograma de ejecución.	Se generan atrasos en tiempo, por lo tanto, hay un incumplimiento de los objetivos del proyecto. Esto puede tener impacto en el alcance, costo o tiempo del proyecto.	2	Indicador SPI igual o mayor que 1	4	2
2.2.2	Eficiencia de los Procesos del Proyecto	El proyecto tiene un presupuesto determinado	Se generan sobre costos en el proyecto, por lo tanto, hay un incumplimiento de los objetivos del proyecto. Esto puede tener impacto en el alcance, costo o tiempo del proyecto.	2	Indicador CPI igual o mayor que 1	4	2
2.2.3	Equidad de los Procesos del Proyecto	Durante el desarrollo del proyecto existe una interacción constante de los miembros del grupo de proyecto e interesados. Adicionalmente se deben adquirir bienes y servicios.	Tratos injustos o preferenciales a los colaboradores, procesos de compra turbios, toma de decisiones que benefician a unos pocos pueden desencadenar pérdida de entusiasmo o lealtad hacia el proyecto	1	La empresa cuenta con un código de ética, políticas y procedimientos para la contratación de personal, procesos de compra de bienes y servicios y se tiene establecidas normas de comportamiento dentro de la empresa. El cumplimiento de lo anterior es obligatorio y se tienen establecidas sanciones para el incumplimiento.	5	4
Promedio de Producto y Proceso				1,6		4,6	3,0
3 Impactos a las Personas (Sociales)							
3,1 Prácticas Laborales y Trabajo Decente							
3.1.1	Empleo y Dotación de Personal	Participación en el proyecto de personal interno y subcontratado. Tras el cierre del proyecto, 18 colaboradores perderán su puesto de trabajo.	La empresa o contratistas irrespetan la ley de empleo público. La empresa despide 18 colaboradores.	1	La empresa cuenta con un robusto departamento de Recursos Humanos (RRHH), ofrece salarios competitivos, horarios de trabajo acordes a la ley y un lugar de trabajo digno. Adicionalmente exige que todos sus contratistas respeten la legislación nacional, estén inscritos ante la CCSS, sus colaboradores cuenten con una póliza de riesgos y no excedan las 12h de trabajo diario. La empresa cuenta con un plan de reubicación de los 18 colaboradores afectados por el desarrollo del proyecto, garantizando las mismas condiciones laborales con las que cuentan actualmente.	5	4
3.1.2	Relaciones Laborales/de Gestión	los colaboradores de la empresa consultan por sus derechos legales y humanos.	La empresa no cuenta con mecanismos para abordar las disputas e irrespetan los derechos legales y humanos de los colaboradores.	1	El departamento de RRHH de la empresa cuenta con especialistas en derecho laboral y brinda asistencia legal a sus colaboradores. Adicionalmente la empresa cuenta con un sindicato de trabajadores que vela por el cumplimiento de los derechos del trabajador.	5	4

Categoría	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría						
Elemento						
3.1.3 Salud y Seguridad del Proyecto	Los colaboradores deben realizar labores peligrosas. Equipo instalado en el proyecto tiene la potencialidad de herir a un colaborador. El montaje y puesta en marcha de equipos durante el proyecto son consideradas tareas peligrosas.	Colaboradores están expuestos a constantes peligros y se tiene un alto índice de accidentes.	1	La empresa cuenta con un departamento de SySO, una brigada para la atención de emergencias, protocolos de evacuación y protocolos para trabajos peligrosos. Adicionalmente dota a todos sus colaboradores del equipo de protección personal (EPP) que se requiera para desarrollar la tarea asignada. El equipo a adquirir en el proyecto está dotado de múltiples elementos para garantizar la operación segura y el resguardo de los colaboradores. El proyecto tiene asignado un especialista en SySO quien debe autorizar los trabajos y velar por el cumplimiento de las normas SySO de la empresa.	5	4
3.1.4 Educación y Capacitación	Los colaboradores deben operar y entregar sacos de alimento en harina al equipo de paletizado. La empresa no tiene experiencia en las soluciones de paletizado automático. El equipo de proyecto no tiene experiencia en la instalación equipos de paletizado automático.	Los colaboradores no saben cómo opera el equipo nuevo. El grupo de proyectos no sabe lo que está comprando. El grupo de proyecto no sabe cómo instalar y echar a andar el equipo adquirido.	2	Como parte de los alcances del proyecto se incluye la capacitación del personal operativo y del personal de mantenimiento. El director de proyecto brinda oportunidad de capacitación a los miembros del equipo de proyecto que lo consideren necesario. Por ejemplo, se gestionaron 4 visitas a campo para ver equipos trabajando. El proyecto es una solución llave en mano, el proveedor adjudicado debe entregar el equipo instalado y operando.	5	3
3.1.5 Aprendizaje Organizacional	Como parte del desarrollo de proyectos, se consultan las lecciones aprendidas de proyectos anteriores relacionados con el mismo tema.	No se cuenta con información histórica y los miembros del equipo de proyecto son nuevos.	3	El departamento de administración de proyectos cuenta con una base de datos con lecciones aprendidas de proyectos anteriores. La documentación de las lecciones aprendidas es un requisito para el cierre de un proyecto.	5	2
3.1.6 Diversidad e Igualdad de Oportunidades	Durante el desarrollo del proyecto se requiere contratar personal nuevo o seleccionar personal clave para la participación en el equipo de proyecto.	La empresa no brinda igualdad de oportunidades y tiene un sesgo en función de la edad, género, origen étnico. La empresa no fomenta el crecimiento interno de sus funcionarios.	2	El departamento de RRHH cuenta con políticas y procedimientos que regulan los procesos de contratación y de promoción del talento.	4	2
3.1.7 Desarrollo de la Competencia Local	Las comunidades aledañas ofrecen sus servicios a la empresa	La empresa no cuenta con prácticas que benefician la economía local	3	Si bien el proyecto no tiene restricciones en cuanto al desarrollo de la competencia local, la empresa brinda oportunidades laborales a los habitantes de los cantones aledaños, cuenta con proyectos de apoyo para los vecinos más necesitados y colabora con el desarrollo comercial local y regional. Se contabilizan más de 50.000 familias que se ven beneficiadas de forma directa o indirecta gracias al trabajo de la empresa.	4	1
3,2 Sociedad y Consumidores						
3.2.1 Apoyo de la Comunidad	La comunidad busca apoyo de la empresa para su desarrollo y mejorar su calidad de vida	Descontento de la comunidad por falta de apoyo que se traduce en quejas y reclamos.	1	Este proyecto no tiene un impacto en la comunidad. Sin embargo, la empresa tiene identificados a los líderes comunales y los involucra cuando es necesario. Por otra parte, la empresa colabora con el desarrollo de infraestructura vial, apoya a los locales aledaños (pulperías, restaurantes, entre otros) con cámaras de refrigeración, pintura y rotulación. También se brinda trabajo a las personas de cantones aledaños.	5	4
3.2.2 Cumplimiento de Políticas Públicas	El proyecto debe cumplir con las políticas públicas.	Incumplimiento de políticas públicas.	2	El grupo de proyecto cuenta con un abogado que vela por el cumplimiento de las leyes y regulaciones relevantes de las jurisdicciones en las que opera el proyecto.	4	2
3.2.3 Protección para Pueblos Indígenas y Tribales	NA	NA		No existen pueblos indígenas y Tribales en los alrededores de la empresa.		

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
		3.2.4	Salud y Seguridad del Consumidor	El equipo de paletizado automático forma parte de la línea de producción de alimentos en saco	El proyecto atenta contra la inocuidad del alimento.	1	La empresa está certificada bajo la norma FSSC22000 de inocuidad alimentaria y por lo tanto el proyecto debe cumplir con lo estipulado en la norma, garantizando la inocuidad del alimento en todo momento.	5	4
		3.2.5	Etiquetado de productos y servicios	El equipo de paletizado automático forma parte de la línea de producción de alimentos en saco	El equipo daña las etiquetas del producto terminado.	2	La empresa está certificada bajo la norma FSSC22000 de inocuidad alimentaria y BPM ante SENASA, ambas normas exigen un control riguroso de trazabilidad y del control del etiquetado. El proyecto debe garantizar el cumplimiento de la norma. El equipo de proyecto cuenta entre sus miembros con el líder de calidad y debe velar por el cumplimiento de las normas de calidad e inocuidad. Adicionalmente los inspectores de calidad revisan diariamente el producto terminado, verificando entre otras cosas el correcto etiquetado de los sacos en la bodega de producto terminado.	5	3
		3.2.6	Comunicaciones de Mercadeo y Publicidad	NA	NA		El proyecto es confidencial por lo tanto no se publica de forma libre información. Por otra parte, la empresa si realiza mercadeo y publicidad con sus proyectos que impactan el medio ambiente.		
		3.2.7	Privacidad del Consumidor	NA	NA		Este proyecto no tiene relación con información privada del consumidor. La empresa respeta la ley de protección de datos vigente en el país.		
3,3 Derechos Humanos									
		3.3.1	No Discriminación	Los colaboradores involucrados en el proyecto se quejan por actos discriminatorios.	Desmotivación por parte del personal, disminución en rendimiento y deserción. Denuncias por discriminación.	5	El departamento de RRHH cuenta con el código de ética de la empresa y políticas rígidas para sancionar los actos de discriminación. Adicionalmente se cuenta con una línea de denuncias anónimas para exponer este tipo de casos. Todas las personas involucradas en el proyecto deben respetar estas políticas y velar por un ambiente de trabajo sano y digno.	5	0
		3.3.2	Trabajo de acuerdo a la edad	La empresa o contratistas emplean personal menor de edad.	Violación a los derechos laborales de los menores de edad.	5	La empresa y el director de proyectos cumplen con las regulaciones exigidas por el Ministerio de Trabajo y no contrata personal menor de edad. Adicionalmente se exige a los contratistas cumplir con la legislación nacional. Lo anterior se verifica con la inclusión de los colaboradores contratistas ante la CCSS.	5	0
		3.3.3	Trabajo Voluntario	Participación en el proyecto de personal interno y subcontratado.	Denuncias por trabajo forzado o violación de los derechos humanos.	5	La empresa cumple con las regulaciones exigidas por el Ministerio de Trabajo y solo contrata a personal voluntario. Actualmente se cuenta con un estudiante del programa de Educación Dual el cual participará en las capacitaciones para el uso y mantenimiento del equipo de paletizado automático.	5	0
3,4 Comportamiento Ético									
		3.4.1	Prácticas de Adquisiciones	Los proveedores y contratistas del proyecto no cuentan con prácticas sostenibles.	Contribución indirecta a la crisis global ambiental.	4	Los proveedores o contratistas de la empresa deben cumplir con las políticas y procedimientos ambientales de la empresa. La empresa pone a disposición su estructura de gestión ambiental y disposición de desechos. La empresa garantiza el pago oportuno y justo según sus políticas de compras.	4	0
		3.4.2	Anti-corrupción	Como parte del desarrollo del proyecto, los miembros del grupo de proyecto tienen contacto directo con proveedores de bienes y servicios.	Se evidencian sobornos y prácticas de corrupción.	5	La empresa cumple con la legislación nacional en temas de anticorrupción. La empresa repudia cualquier acto de corrupción o enriquecimiento ilícito. La empresa cuenta con políticas y procedimientos para la compra de bienes y servicios. La empresa cuenta con un departamento corporativo de auditoría que revisa constantemente las adquisiciones del proyecto. Se pone a disposición de todos los colaboradores la línea de denuncia anónima para reportar anomalías en los procesos de compra.	5	0

Categoría	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría						
Elemento						
3.4.3 Competencia Leal	Como parte del desarrollo del proyecto se deben establecer relaciones comerciales con proveedores o contratistas.	Se detectan casos de contratación colusoria o acuerdos de fijación de precios.	5	La empresa cuenta con políticas y procedimientos de compra o adquisición de bienes y servicios las cuales garantizan la competencia leal. Todos los acuerdos comerciales son auditados para garantizar el cumplimiento de las políticas y procedimientos de la empresa. La empresa brinda capacitación constante a los colaboradores para garantizar el conocimiento de sus políticas y procedimientos.	5	0
Promedio de las Personas			2,8		4,8	1,9

4 Impactos al Planeta (Ambientales)

4,1 Transporte

4.1.1 Adquisiciones Locales	En el desarrollo del proyecto se requiere la adquisición de bienes y servicios.	La empresa no prioriza la adjudicación de proveedores locales como medida para la reducción de la huella de CO2.	3	La empresa considera a proveedores locales para la participación en el desarrollo del proyecto. Sin embargo, debido a la tecnología que se busca adquirir es muy baja o nula la oferta nacional. Dentro de los posibles proveedores se considera un integrador nacional.	4	1
4.1.2 Comunicación Digital	El equipo de proyectos debe establecer un plan para la gestión de las comunicaciones.	Consumo desmedido de papel y huella de carbono asociada al desplazamiento innecesario de funcionarios y proveedores.	3	La empresa fomenta desde el departamento de gestión ambiental, la utilización de medios de comunicación digitales. Las comunicaciones se gestionan por correo electrónico y las reuniones son virtuales siempre que sea posible. Constantemente se comparten boletines informativos que fomentan estas prácticas.	5	2
4.1.3 Viajes y Desplazamientos	El equipo de proyectos debe fomentar el trabajo remoto	Huella de carbono asociada al desplazamiento innecesario de funcionarios y proveedores	3	La empresa cuenta con una política de teletrabajo que regula este tipo de trabajo. La empresa pone a disposición de sus colaboradores buses de empresa en diferentes horarios y rutas. La empresa pone a disposición bicicletas para el traslado interno dentro de las instalaciones.	5	2
4.1.4 logística	El proyecto requiere la importación de equipo	Mala logística en el envío de equipos por lo que se afecta la frecuencia de envíos.	2	Mediante el plan de gestión de las adquisiciones y el equipo de proyecto garantiza la logística de importación de equipos. Si bien no guarda relación con el proyecto, la empresa cuenta con indicadores para medir la eficiencia de su flota vehicular para la distribución de producto terminado y recolección de materias primas. Este indicador debe ser superior al 90%.	3	1

4,2 Energía

4.2.1 Consumo de Energía	El consumo de energía supera lo ofertado por el proveedor	Aumento en la facturación energética y en la huella de carbono.	2	Dentro del cartel de licitación se exige la utilización de equipos eléctricos de alta eficiencia. La empresa busca certificarse para el 2025 bajo la norma ISO 50001 de ahorro energético.	5	3
4.2.2 Emisiones CO2	El director de proyectos debe gestionar la huella de carbono.	Aumento de emisiones de carbono a la atmosfera por desplazamientos innecesarios.	2	Si bien los equipos de paletizado de sacos no emiten CO2, el director de proyectos debe garantizar la gestión de la huella de carbono del proyecto. La empresa actualmente se encuentra en proceso de auditoría para certificarse como carbono neutral.	4	2
4.2.3 Retorno de Energía Limpia	NA	NA		El proyecto no tiene oportunidades de generación de energías limpias		
4.2.4 Energía Renovable	NA	NA		El proyecto no contempla la instalación de fuentes de energía renovable. Sin embargo, en las oficinas administrativas de la empresa se cuenta con una planta de generación solar.		

4,3 Tierra, Aire y Agua

4.3.1 Diversidad Biológica	Disposición de desechos no recuperables generados en el proyecto.	Los desechos generados en el proyecto afectan la biodiversidad de la zona.	5	La empresa cuenta con políticas y procedimientos para la reutilización, reciclaje y disposición responsable de los desechos generados en su operación y en los proyectos. El equipo de proyecto y los proveedores deben velar por el	5	0
----------------------------	---	--	---	--	---	---

Categoría	Subcategoría	Elemento	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
						cumplimiento de las normativas y la correcta disposición de los desechos.		
	4.3.2	Calidad del Aire y el Agua	Disposición de desechos no recuperables generados en el proyecto.	Los desechos generados en el proyecto afectan la calidad del aire y los mantos acuíferos.	5	La empresa cuenta con políticas y procedimientos para la reutilización, reciclaje y disposición responsable de los desechos generados en su operación y en los proyectos. El equipo de proyecto y los proveedores deben velar por el cumplimiento de las normativas y la correcta disposición de los desechos.	5	0
	4.3.3	Consumo de Agua	Las personas involucradas en el proyecto generan un gasto desmedido de agua.	Consumo de agua desmedido.	5	La empresa cuenta con rotulación en todos los puntos de acceso al agua la cual concientiza sobre el uso medido del agua. La empresa cuenta con indicadores de consumo de agua mensual.	5	0
	4.3.4	Desplazamiento del Agua Sanitaria	Las aguas sanitarias se disponen correctamente	Contaminación del ecosistema por incorrecta disposición de aguas residuales y aguas negras.	5	La empresa cuenta con una red de captación de agua residuales y aguas negras la cual es dirigida a la planta de tratamiento de aguas residuales. El agua tratada en la planta de tratamiento se aprovecha para el riego de las zonas verdes de la empresa. La empresa realiza muestreo periódico de los ríos cercanos a la planta de producción para garantizar que no exista contaminación del manto acuífero.	5	0
4,4 Consumo								
	4.4.1	Reciclaje y Reutilización	El desarrollo del proyecto genera desechos reciclables y reutilizables.	Incorrecta disposición de los desechos reutilizables o reciclables	5	La empresa cuenta con políticas y procedimientos para la reutilización, reciclaje y disposición responsable de los desechos generados en su operación y en los proyectos. El equipo de proyecto y los proveedores deben velar por el cumplimiento de las normativas y la correcta disposición de los desechos.	5	0
	4.4.2	Disposición	El desarrollo del proyecto genera desechos.	incorrecta disposición de los desechos generados en el proyecto.	5	La empresa cuenta con políticas y procedimientos para la reutilización, reciclaje y disposición responsable de los desechos generados en su operación y en los proyectos. El equipo de proyecto y los proveedores deben velar por el cumplimiento de las normativas y la correcta disposición de los desechos.	5	0
	4.4.3	Contaminación y Polución	NA	NA		Los equipos instalados no generan polución o contaminación.		
	4.4.4	Generación de Residuos	El desarrollo del proyecto genera residuos	incorrecta disposición de los desechos generados en el proyecto.	5	La empresa cuenta con políticas y procedimientos para la reutilización, reciclaje y disposición responsable de los desechos generados en su operación y en los proyectos. El equipo de proyecto y los proveedores deben velar por el cumplimiento de las normativas y la correcta disposición de los desechos. La empresa cuenta con un departamento de gestión ambiental que es la encargada de velar por el desarrollo de nuevas oportunidades de aprovechamiento de los residuos.	5	0

Promedio del Planeta 3,8

4,7 0,8

Categoría	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio	
Subcategoría							
Elemento							
5 Impactos a la Prosperidad (Económicos)							
5,1 Análisis del Caso de Negocio							
5.1.1	Modelado y Simulación	Proyecto no cuenta con modelado o simulación	incumplimiento del alcance del proyecto	1	Dentro de los entregables del proyecto se debe presentar un plano del montaje del proyecto para revisar la propuesta de instalación y el acomodo de los equipos. Este ejercicio garantiza la utilización óptima del espacio disponible y la eficiencia en el paletizado de los sacos. En este ejercicio se busca que los sacos y los equipos realicen el menor movimiento posible. Adicionalmente, antes de instalarse en planta el equipo se ensambla completamente en laboratorio para garantizar el correcto funcionamiento del equipo.	5	4
5.1.2	Valor Presente	El Valor Presente no es favorable	El proyecto no es rentable	1	El proyecto tiene un VAN = 61.600.000 colones	5	4
5.1.3	Beneficios Financieros Directos	Los beneficios financieros directos no son suficientes	El proyecto no es rentable	1	El proyecto proyecta ganancias de superiores a 80 millones de colones al año después del segundo año.	5	4
5.1.4	Retorno sobre la Inversión	El ROI no es favorable	El proyecto no es rentable	1	El ROI del proyecto a 5 años es de 8% y a 10 años de 129,6%	5	4
5.1.5	Relación Beneficio-Costo	La RCB no es favorable	El proyecto no es rentable	1	El proyecto reporta un RCB = 1,17	5	4
5.1.6	Tasa Interna de Retorno	La TIR no es favorable	El proyecto no es rentable	1	El proyecto tiene un TIR = 17,59%	5	4
5,2 Agilidad del Negocio							
5.2.1	Flexibilidad/Opcionalidad	Los riesgos del proyecto se materializan.	Impacto en el alcance, costo o cronograma del proyecto.	2	El equipo de proyecto cuenta con un plan de gestión de los riesgos para minimizar el impacto de estos. El plan de acción en respuesta de los riesgos no puede ir en detrimento con la sostenibilidad del proyecto.	4	2
5.2.2	Flexibilidad del Negocio	Cambio repentino en las necesidades sociales o del medio ambiente.	El proyecto no cumple con las necesidades sociales o del medio ambiente proyectadas.	2	Por la naturaleza del proyecto y del negocio en el que opera la empresa se considera poco probable un efecto de este tipo. El proyecto contempla la instalación de un equipo de tecnología de punta, además es un proyecto innovador para en el país y aún más en el mercado en el que opera la empresa.	4	2
5,3 Estimulación Económica							
5.3.1	Impacto Económico Local	El proyecto no logra optimizar los costos de producción.	costo de producción se eleva y por lo tanto sube el precio del producto en el mercado.	1	El equipo de proyecto garantiza el cumplimiento de los ahorros comprometidos. La optimización de los costos de producción será trasladada al consumidor generando un impacto positivo en la economía local.	5	4
5.3.2	Beneficios Indirectos	El proyecto no aporta beneficios indirectos.	Pobre aprovechamiento del potencial del proyecto.	3	Dentro de los beneficios indirectos se puede señalar una mejora en el precio del producto terminado. Adicionalmente, el éxito de este proyecto es clave para que la empresa invierta en proyectos de automatización en otras secciones del proceso productivo y en las otras plantas de producción.	5	2
			Promedio de Prosperidad	1,4		4,8	3,4
			Promedio General	2,7		4,7	2,1

Nota: Plantilla de Análisis de Impacto P5 (2019), con permiso del autor.

Al completar el análisis de impacto del P5 se constata que, si bien la empresa cuenta con medidas para mitigar el impacto del producto, del proyecto, social, ambiental y económico, existen una serie de iniciativas que al implementarse permiten mejorar estos aspectos. Dentro de las iniciativas principales se destaca el manejo responsable de los residuos del proyecto, la educación sobre la utilización de los recursos naturales, promover prácticas no contaminantes (reuniones virtuales, transporte compartido, entre otros), el respeto de la legislación laboral costarricense y brindar oportunidades de trabajo a los habitantes de comunidades aledañas. El conjunto de iniciativas propuesto en el análisis de impacto del P5 permite pasar de una nota promedio de 2.7 a una nota de 4.7, por lo tanto, se comprueba el aporte positivo que brinda este análisis al desarrollo del proyecto.

7.3 Relación del proyecto con las dimensiones del Desarrollo Regenerativo

La teoría del Desarrollo Regenerativo establece 6 pilares o dimensiones sobre las cuales se enfoca de manera integral para el evaluar los conceptos de Desarrollo Regenerativo. A continuación, se analiza la relación entre el PFG y cada una de las dimensiones.

7.3.1 Dimensión Ambiental

¿Cómo mi proyecto está diseñado para restaurar lo que ya ha sido dañado a nivel ambiental?

En cuanto a la dimensión ambiental, en el proyecto de automatización del paletizado de sacos se ha considerado la instalación de equipos de alta eficiencia energética y la optimización del espacio para garantizar la menor cantidad de equipos posibles y el mayor aprovechamiento del metro cuadrado. Adicionalmente, según está establecido en las políticas ambientales de la empresa, todos los desechos generados durante el desarrollo del proyecto serán dispuestos según su categoría, siendo estas reutilizable, reciclable o residuo no recuperable. Los residuos no recuperables son clasificados como residuos ordinarios o peligrosos y se disponen con una empresa certificada que le da el tratamiento correcto para

evitar que llegue a contaminar el medio ambiente. De igual forma, la empresa cuenta con un robusto departamento de mantenimiento que debe velar por la ejecución de las tareas preventivas de los equipos instalados durante el proyecto, para garantizar que la vida útil del equipo sea mayor a la proyectada por el fabricante. Todos los desechos generados durante el mantenimiento preventivo son desechados responsablemente según se explicó anteriormente. Ahora bien, fuera del alcance del proyecto, pero como parte de las iniciativas de la empresa, se cuenta con un departamento de gestión ambiental que, dentro de sus funciones, organiza eventos de limpieza de ríos o reforestación de zonas verdes propiedad de la empresa. De esta manera se pretende reducir la huella de carbono de la empresa.

¿Cómo se afectan los límites planetarios con mi proyecto? (biodiversidad, cambio climático, acidificación de los océanos, fósforo y nitrógeno (agroquímicos), agua dulce, cambio en el uso de la tierra y el ozono).

El proyecto no tiene un efecto directo sobre los límites planetarios. No existe una afectación a la biodiversidad, en cuanto los desechos generados son dispuestos correctamente. No existe una afectación a la acidificación de los océanos, el ciclo del fosforo o el ciclo del nitrógeno. Tampoco se identifica una afectación en el cambio del uso de la tierra o afectación al ozono. En cuanto al agua dulce cabe resaltar que la empresa extrae el agua de varios pozos ubicados en su propiedad, los cuales están debidamente inscritos ante la Dirección de Aguas del Ministerio de Ambiente y Energías. Esta agua es potabilizada y puesta a disposición de los colaboradores y del proceso productivo. Finalmente, todos los desechos líquidos son recuperados y tratados en una planta de tratamiento de aguas residuales y el agua tratada es aprovechada para riego y limpieza de edificios y algunas estructuras que no requieren de agua potable para su limpieza. Por último, se puede mencionar que el proyecto tiene una afectación al cambio climático, al considerar los traslados en vehículos de combustión que deben realizar los involucrados en el proyecto. Para esto la empresa no ha desarrollado

una iniciativa, más que promover la realización de reuniones virtuales, poner a disposición buses para el transporte de empleados y exigir que todos los vehículos estén en regla con lo exigido por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

7.3.2 Dimensión Social

¿Cómo mi proyecto promueve una vida digna a todos los habitantes del planeta?

Este proyecto tiene una componente de SySO, por lo tanto, se debe mencionar que uno de sus objetivos es eliminar una condición insegura dentro del proceso productivo.

Adicionalmente, el proyecto cuenta con una componente de gestión del cambio, puesto que 18 colaboradores van a ser reubicados garantizando, al menos, las mismas condiciones laborales con las que cuentan actualmente. También, cabe destacar que la empresa vela por que todos los involucrados en el desarrollo del proceso (colaboradores, proveedores y contratistas) tengan inscritos a sus empleados ante la Caja Costarricense del Seguro Social, se encuentren al día en el pago de sus cuotas y que todos cuenten con una póliza de riesgo al trabajador. Finalmente, la empresa garantiza a todos sus trabajadores un espacio de trabajo digno, un salario competitivo, acceso a salud, entre otros.

7.3.3 Dimensión Económica

¿Cómo mi proyecto incorpora desde su diseño la generación de beneficios a las personas menos favorecidas?

Este proyecto cuenta con una componente de optimización del costo del proceso productivo, por lo tanto, a partir del quinto año el proyecto va a generar un ahorro de 100.000 dólares anuales, los cuales serán trasladados en gran medida el costo final del producto, dando mejores condiciones a los socios que son los clientes finales de la empresa.

Por otra parte, cabe destacar que, dentro de su cadena de valor, la empresa contribuye directa e indirectamente a la generación de trabajo de al menos 50.000 familias, por lo tanto, se

puede constatar el aporte que tiene el trabajo de la empresa en la economía de muchas familias de todas las clases sociales.

Finalmente, la empresa cuenta con programas de ayuda social y junto a la asociación solidarista dan oportunidad de crédito a todos los colaboradores e inclusive ayudas económicas que van desde una canasta de víveres hasta la donación de una casa para los colaboradores en condiciones más desfavorables.

¿Cómo mi proyecto disminuye la brecha económica?

Como se comentaba anteriormente, la empresa tiene un rol muy importante en la dinamización de la economía del país. Sus productos son distribuidos a lo largo y ancho del territorio nacional y cuentan con líneas de producto que forman parte de la canasta básica a precios muy asequibles. El proyecto de automatización del paletizado afecta solamente la línea de producción de sacos de alimento balanceado, sin embargo, busca reducir el costo de este producto terminado para brindar mejores oportunidades a los socios productores. Por último, este proyecto es la primera incursión de la empresa en automatización del paletizado, y una vez finalizado, la empresa planea llevar esta tecnología a otros procesos productivos para continuar con la optimización de costos de producción.

¿Cómo mi proyecto utiliza medios de intercambio distintos a las monedas tradicionales?

Respecto a este punto, la empresa no cuenta con ninguna iniciativa de utilización de monedas distintas a las tradicionales. No es una opción que se haya desarrollado hasta el momento.

7.3.4 Dimensión Espiritual

¿Cómo mi proyecto propicia el contacto de los seres humanos con la naturaleza?

La política de disposición de los desechos sólidos que se debe practicar durante el desarrollo del proyecto es una forma de concientizar a colaboradores y contratistas de la importancia de cuidar la naturaleza. Adicionalmente, durante la capacitación a colaboradores y

contratistas se tocan temas de conservación del medio ambiente y cuidados que se deben tener dentro de la empresa para garantizar la sostenibilidad del proyecto.

¿Cómo mi proyecto propicia el contacto de los seres humanos con otros seres humanos para compartir en condición de iguales, sin juicios y escucha activa el uno del otro?

La empresa cuenta con un código de ética y políticas que definen el comportamiento que deben optar las personas que se encuentran dentro de las instalaciones. Adicionalmente se definen 6 valores de la empresa: humildad, integridad, compromiso, excelencia, solidaridad y gratitud. La empresa, realiza capacitaciones constantes a sus líderes y colaboradores para garantizar la vivencia, respeto y promulgación de los valores. También, la empresa garantiza el respeto de los Derechos Individuales de cada colaborador y de sus socios comerciales. Todo lo mencionado debe respetarse en el desarrollo del proyecto, tanto por colaboradores como personal externo.

¿Cómo mi proyecto fomenta espacios de descanso y meditación?

Si bien el proyecto no cuenta con una componente relacionada directamente con este tema, la empresa cuenta con espacios de recreo dentro de la empresa para colaboradores, contratistas y visitas los cuales constan de espacios de comida, espacios de zona verde, espacios para el desarrollo de deportes como futbol, básquet, pool, tenis de mesa y fútbolín. Adicionalmente fomenta que las personas salgan a correr dentro de las instalaciones y cuenta con una carrera para colaboradores la cual se realiza dentro de las instalaciones. Por otra parte, cada colaborador cuenta con tres pausas dentro de su jornada laboral, dos de 15 minutos y una de 1 hora, la cual puede ser aprovechada por el colaborador como él disponga. Adicionalmente la empresa facilita instalaciones para que las personas que deseen desarrollen prácticas religiosas como eucaristía o sesiones de meditación.

¿Cómo mi proyecto propicia espacios de reflexión para mirar hacia adentro y mejorar mis habilidades esenciales?

Todos los integrantes del equipo de proyecto han participado en capacitaciones de liderazgo para el desarrollo de sus habilidades blandas y fomentar un liderazgo asertivo dentro de la empresa. Adicionalmente la empresa se preocupa por el desarrollo profesional de sus colaboradores, poniendo a disposición cursos en línea propios o externos enfocados en el desarrollo de habilidades blandas y crecimiento profesional. En la empresa, el departamento de recursos humanos realiza una labor importante en el desarrollo integral de todos los colaboradores.

7.3.5 Dimensión Cultural

¿Cómo mi proyecto fortalece o afecta las expresiones artísticas y/o culturales del país o la Región en la que se desarrolla?

Si bien el proyecto no tiene influencia en expresiones artísticas y culturales del país, la empresa si invierte recursos en la celebración de las fechas importantes como la independencia, el día del trabajador, día de la madre y día del padre, entre muchas otras. Adicionalmente la empresa es patrocinadora de muchos eventos culturales y artísticos en el país. Por ejemplo, patrocina eventos como transitarte, el festival de la luz, la selección nacional de futbol, entre otros. Dentro de la estrategia de mercadeo de la empresa se le da mucha importancia al estar presente en los principales eventos del país.

¿Cómo se involucra o excluye el conocimiento de las personas adultas mayores?

La empresa y el proyecto son respetuosos de todas las personas sin importar la edad que tengan. Dentro de los asesores de la empresa se cuenta con personas adultas mayores que han aportado con su conocimiento, muchas ideas importantes para el negocio. La empresa es consciente y respetuosa del conocimiento de las personas adultas mayores.

¿Cómo mi proyecto protege o afecta el entorno visual y auditivo del lugar donde se desarrolla?

Dentro del diseño del proyecto se contempla una optimización del espacio para fomentar una distribución estética y funcional de los equipos. Adicionalmente, por ser un proyecto de alta tecnología se considera que su aporte visual es muy positivo. En cuanto a la afectación auditiva, no se prevé mayor afectación en cuanto a que los equipos no emiten mucho ruido. Igualmente, el proceso de montaje y puesta en marcha no involucra maquinaria pesada, por lo tanto, la contaminación visual y auditiva será nula. Finalmente, amparado en las políticas ambientales de la empresa, se considera que el movimiento de equipos y la generación de desechos no tendrán efecto en el entorno visual externo de la empresa.

¿Cómo mi proyecto respeta o invade costumbres propias de las poblaciones en las que se desarrolla?

El proyecto no contempla afectación a las costumbres de la población en la cual se desarrolla. A todos los involucrados se les garantiza que culturalmente puedan seguir desarrollándose como lo han venido haciendo.

7.3.6 Dimensión Política

¿Cómo mi proyecto beneficia que los ciudadanos tengan una participación activa en el diseño de su propio futuro?

Este proyecto, por ser una iniciativa privada no contempla la participación activa de la ciudadanía, sin embargo, se puede mencionar que la empresa da oportunidades de desarrollo profesional para todos sus colaboradores y brinda oportunidades de crecimiento para que los colaboradores accedan a puestos mejor pagados o en mayor concordancia con su desarrollo profesional.

¿Cómo mi proyecto empodera a mujeres y jóvenes para tomar posiciones de liderazgo?

El proyecto y la empresa son conscientes del rol fundamental que tienen las mujeres y los jóvenes en el desarrollo del negocio. Por ejemplo, dentro del equipo de proyecto se cuenta con la participación de 6 mujeres y 5 personas menores de 35 años.

¿Cómo mi proyecto involucra o excluye la voz de las personas autóctonas de la zona en la que se desarrolla sin importar su nivel o clase social?

Si bien la empresa se ubica en una zona densamente industrializada, dentro de la fuerza laboral se ubican muchas personas que provienen de cantones cercanos. Al ser una empresa con más de 4000 empleados, es normal que se cuente con colaboradores de muchas zonas geográficas del país, sin embargo, la empresa se ha encargado de brindar oportunidades a las personas de la zona, siempre y cuando cumplan con las capacidades de desenvolverse en su puesto de trabajo. El proyecto no es una excepción dentro de este tema, la gran mayoría de los integrantes del equipo de proyecto viven a menos de 20 km del lugar de trabajo.

Lista de Referencias

- ABB Robotics. (2019) *FlexGripper – Claw Palletizing gripper*. Recuperado el 6 de setiembre de 2023 de:
<https://library.e.abb.com/public/490afd71c9af45cdb4b90f719373f908/FlexGripperClaw-datasheet-9AKK107045A8893-revD.pdf>
- Asana (noviembre 2022). *Las 6 restricciones de un proyecto y cómo abordarlas para tener éxito*. Recuperado el 4 de octubre de 2023 de: <https://asana.com/es/resources/project-constraints>.
- Boehm, B. (2004). *Equilibrando Agilidad y Disciplina: Una Guía para los Perplejos*. Addison-Wesley. Recuperado el 4 de octubre de 2023 de: https://doi.org/10.1007/978-3-540-24675-6_1
- Crawford, L., & Pollack, J. (2004). *Proyectos Duros y Blandos: Un Marco Para el Análisis*. Revista internacional de gestión de proyectos. Recuperado el 6 de setiembre de 2023 de: 645-653. 10.1016/j.ijproman.2004.04.004
- Gallego, J, Juncà, M (julio 2019) *Fuentes y servicios de información*. Universitat Oberta de Catalunya. Recuperado el 4 de octubre de 2023 de:
https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/241/5/Fuentes%20de%20informaci%c3%b3n%20I_M%c3%b3dulo%201_Fuentes%20y%20servicios%20de%20informaci%c3%b3n.pdf
- Gido, J., Clements, J. (2020). *Gestión Exitosa de Proyectos*. Cengage Learning. Recuperado el 6 de setiembre de 2023 de:https://issuu.com/cengagelatam/docs/gido_issuu

GPM Global. (2019). *El Estándar P5TM de GPM para la Sostenibilidad en la Dirección de Proyectos*. Versión 2.0. GPM Global. Recuperado el 13 de octubre de 2023 de: <https://omeka.campusuci2.com/biblioteca/files/original/8fa0fa94101fb6d82143414369641c7f.pdf>

Gray, C., Larson, E. (2018). *Project management: The managerial process*. McGraw-Hill Education.

Gutiérrez J, Olvera MD (2017). *El uso del método Delphi como herramienta de evaluación consensuada en la didáctica de la traducción: el perfil del traductor-localizador*. Congreso Universitario Internacional sobre la comunicación en la profesión y en la Universidad de hoy: Contenidos, Investigación, Innovación y Docencia. Recuperado el 4 de octubre de 2023 de: <https://digibug.ugr.es/handle/10481/48752>.

Hernández, L. (2021). *Qué es y quién hay detrás del diseño regenerativo*. El País. Recuperado el 14 de octubre de 2023 de: <https://elpais.com/planeta-futuro/alterconsumismo/2021-12-22/que-es-y-quien-hay-detras-del-diseno-regenerativo.html>

Highsmith, J. (2013). *Liderazgo Adaptativo en la Gestión de Proyectos Ágiles*. Pearson. Recuperado el 6 de setiembre de 2023 de: <https://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780133598445/samplepages/9780133598445.pdf>

International Project Management Association (IPMA). (2015). *Acerca de International Project Management Association (IPMA)*. Recuperado el 4 de octubre de 2023 de: <http://www.ipma.world/about/>

- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). *El Cuadro de Mando Integral: Traducir la Estrategia en Acción*. Prensa Empresarial de Harvard. Recuperado el 6 de setiembre de 2023 de: <https://id.lib.harvard.edu/alma/990070813210203941/catalog>
- Kendall, G. I., & Rollins, S. C. (2003). *Gestión Avanzada de Carteras de Proyectos y PMO: Multiplicar el ROI a Gran Velocidad*. Publicación J. Ross.
- Kerzner, H. (2017). *Gestión de Proyectos: Un Enfoque Sistémico para la Planificación, Programación y Control*, Wiley.
- Kloppenborg, T. J. (2019). *Gestión de Proyectos Contemporánea*. Cengage Learning.
- LHH (enero 2023). *Supuestos del proyecto: qué son y cómo gestionarlos*. Recuperado el 4 de octubre de 2023, de: <https://www.lhh.com/es/es/insights/supuestos-del-proyecto-que-son-y-como-gestionarlos/>.
- Lifeder. (12 de noviembre de 2022). *Fuentes de información*. Recuperado el 6 de setiembre de 2023 de: <https://www.lifeder.com/fuentes-de-informacion/>.
- Lledó, P. (2017). *Director de Proyectos: Cómo aprobar el exámen del PMP sin morir en el intento*. Victoria, BC, Canadá. Recuperado el 4 de octubre de 2023 de: http://pablolledo.com/content/indices/dp_lledo_5.9.pdf.
- Losantos, M. (2007). *Fuentes de información tipos y características*. Recuperado el 1 de octubre de 2023 de: http://www.pregunte.es/manuales/M_dul01_Fuentes_Informaci_n_ML_PR_GM.pdf
- Meredith, J. R., & Mantel Jr, S. J. (2012). *Gestión de Proyectos: un Enfoque Gerencial*. Wiley.

Morano, MA (mayo 2023). *Introducción a los aspectos ergonómicos y a otros factores de riesgos derivados del uso de robots, exoesqueletos y drones*. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P. Madrid. Recuperado el 6 de setiembre de 2023 de:

<https://www.insst.es/documents/94886/375206/Folleto+Introducci%C3%B3n+a+los+aspectos+ergon%C3%B3micos+y+a+otros+factores+de+riesgos+derivados+del+uso+de+robots+exoesqueletos+y+drones+2023.pdf/7d3007cd-c68c-096e-b59b-5c3632fa1307?t=1686556816558>

Muller, E. (2016). *Desarrollo regenerativo ante el cambio global, garante de un futuro económico, social y ambiental*. Universidad para la Cooperación Internacional. Recuperado el 14 de octubre de 2023 de:

<https://laliniciativablog.files.wordpress.com/2017/03/uci-desarrollo-regenerativo-centroamecc81rica-05-2016-1.pdf>

Obando, F., Barrantes, I. (2013). *DAJ-AE-011-13*. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Recuperado el 27 de setiembre de 2023 de:

<https://www.mtss.go.cr/elministerio/estructura/direccion-asuntos-juridicos/pronunciamientos/daj-ae-011-13%20Jose%20Monge%20Salud%20Ocupacional.pdf>

Organización Internacional del Trabajo (2022). *Convenio sobre el peso máximo*. Recuperado el 4 de octubre de 2023 de:

https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:13101:0::NO::P13101_COMMENT_ID:2699780#:~:text=A%20este%20respecto%2C%20la%20Comisi%C3%B3n%20se%20B1ala%20a%20la%20atenci%C3%B3n%20del,trabajadores%20adultos%20de%20sexo%20masculino.

Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 20 de octubre de 2023 de:

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

PAYPER Bagging. (16 de diciembre de 2021) #Low_Level_Infeed Palletizer, gripper type: 900 bags/ hour [Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=ukK1Qe7XGJc>

Pressman, R. S. (2014). *Ingeniería de Software: el Enfoque de un Profesional*. McGraw-Hill Education.

Project Management Institute, Inc. (2017). *La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. Project Management.

Project Management Institute, Inc. (2021). *La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. Project Management.

Project Management Institute, Inc. (2023). *Process Groups: A Practice Guide*. Project Management.

Ramos Chagoya Ena. (2008). *Métodos y técnicas de investigación*. Recuperado el 6 de setiembre de 2023 de: <http://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>

Redondo, A. (2017). *Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK 6a Edición)*. Recuperado el 6 de setiembre de 2023 de: <http://alredsa.blogspot.com/2017/11/area-de-conocimiento-de-la-direccion-de.html>.

Rodríguez, A., Pérez, J. y Alipio, O. (2017). *Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento*. Revista Escuela de Administración de Negocios. Doi 10.21158/01208160.n82.2017.1647

Schwaber, K. (2004). *Gestión Ágil de Proyectos con Scrum*. Microsoft Press.

Schwalbe, K. (2018). *Gestión de Proyectos de Tecnología de la Información*. Cengage Learning.

Schwalbe, K. (2019). *Gestión de Proyectos de Tecnología de la Información*. Cengage Learning.

TAWI (junio, 2021). *¿Qué es un manipulador por vacío y cómo funciona?*. Recuperado el 26 de setiembre de 2023 de: <https://www.tawi.com/es/insights/que-es-un-manipulador-por-vacio-y-como-funciona/>

Tecnococo S.A. de C.V. (28 de julio del 2018). *Manipulador y elevador de sacos por vacío* [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=QSgWUcrt1hA>

Wallace, W. (2014). *Gestión de Proyectos. Edimburgo, Reino Unido*. Recuperado el 6 de setiembre de 2023 de: <https://www.ebsglobal.net/documents/course-tasters/spanish/pdf/pr-bk-taster.pdf>

Ward, J. Daniel, E. (2012). *Gestión de Beneficios: Cómo Aumentar el Valor Empresarial de sus Proyectos de TI*. Chichester: John Wiley & Hermanos.

Anexos**Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG****ACTA DE LA PROPUESTA DE
PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)**

1. Nombre del (de la) estudiante

Ariel Sancho Cordero

2. Nombre del PFG

Propuesta de plan de gestión del proyecto para la automatización del paletizado de sacos en una planta de alimentos en harina.

3. Área temática del sector o actividad

Industria Alimentaria

4. Firma de la persona estudiante



5. Nombre de la persona docente SG

Álvaro Mata Leitón

6. Firma de la persona docente

7. Fecha de la aprobación del Acta:

8. Fecha de inicio y fin del proyecto

Marzo 2024

Agosto 2025

9. Pregunta de investigación

Cómo se debe elaborar un plan de gestión del proyecto, organizado por grupo de procesos para la automatización del paletizado de sacos en una planta de alimentos en harina.

10. Hipótesis de investigación

Es posible elaborar un plan de gestión del proyecto para la automatización del paletizado de sacos en una planta de alimento y organizarlo en grupos de procesos.

11. Objetivo general

Elaborar un plan de gestión del proyecto para la automatización del paletizado de sacos en una planta de alimentos en harina, con el fin de optimizar los costos del proceso.

12. Objetivos específicos

1. Realizar una investigación y análisis de las diferentes opciones en el mercado para recomendar la tecnología más adecuada para la aplicación con el fin de obtener la mejor cadencia y calidad de paletizado al menor costo inicial, operativo y de mantenimiento.
2. Realizar un análisis financiero para garantizar la viabilidad del proyecto.
3. Desarrollar procesos descritos en el grupo de procesos de inicio y planificación con el fin de garantizar la mayor probabilidad de éxito del proyecto, el cumplimiento de los costos, la ejecución en tiempo y el cumplimiento del alcance.
4. Proponer recomendaciones de técnicas y herramientas para dar seguimiento a la ejecución, monitoreo, control y cierre del proyecto con el fin de cumplir con el alcance, cronograma y presupuesto del proyecto.

13. Justificación del PFG

El proceso de paletizado de la Planta se realiza actualmente de forma manual. Se cuenta con 18 colaboradores que reciben los sacos de 46kg en el hombro y los colocan sobre una tarima. Este proceso es considerado de alto riesgo por parte del departamento de Salud y Seguridad Ocupacional (SySO) ya que es generador de enfermedades y accidentes laborales. Adicionalmente, estas 18 plazas generan costos asociados a las garantías sociales de los colaboradores (horas extras, subvenciones, uniformes, entre otros). Dentro de los principales beneficios esperado con este proyecto se puede destacar un ahorro potencial de 180mil dólares anuales asociados a las 18 plazas, una disminución del 30% en los tiempos muertos de las líneas de ensacado, un aumento de la producción de sacos en un 15% respecto a la actualidad y una disminución en la accidentabilidad de la planta.

14. Estructura de desglose de trabajo (EDT). En forma tabular, que describa el entregable principal y los secundarios -productos o servicios que generará el PFG-.

1.	PFG
1.1.	Seminario de Graduación
1.1.1.	Inicio de Seminario de Graduación
1.1.2.	Entregables
1.1.2.1.	Acta de Proyecto
1.1.2.2.	Acta de Proyecto-EDT-Cronograma
1.1.2.3.	Marco Teórico I parte
1.1.2.4.	Marco Teórico II parte
1.1.2.5.	Marco Metodológico
1.1.2.6.	Introducción
1.1.2.7.	Documento Integrado
1.1.3.	Revisión Documento Integrado
1.1.4.	Seminario de Graduación Aprobado
1.2.	Tutoría de Desarrollo
1.2.1.	Tutor
1.2.1.1.	Asignación
1.2.1.2.	Comunicación
1.2.2.	Desarrollo del PFG
1.2.2.1.	Revisión del tutor
1.2.2.2.	Avances
1.2.2.2.1.	Investigación y análisis de las diferentes opciones de paletizado automático en el mercado
1.2.2.2.2.	Desarrollo del grupo de procesos de Inicio
1.2.2.2.3.	Desarrollo del grupo de procesos de Planificación
1.2.2.2.4.	Análisis financiero
1.2.2.2.5.	Recomendaciones para el grupo de procesos de Ejecución
1.2.2.2.6.	Recomendaciones para el grupo de procesos de Monitoreo y Control
1.2.2.2.7.	Recomendaciones para el grupo de procesos de Cierre
1.2.2.2.8.	Conclusiones
1.2.2.2.9.	Recomendaciones
1.2.2.2.10.	Lista de Referencias
1.2.2.2.11.	Anexos
1.2.2.2.12.	Aprobación del Tutor
1.3.	Lectores
1.3.1.	Solicitud de Asignación
1.3.1.1.	Asignación
1.3.1.2.	Comunicado de Asignación
1.3.1.3.	Envío del Proyecto Final de Graduación a Lectores
1.3.2.	Trabajo de lectores
1.3.2.1.	Lector 1
1.3.2.1.1.	Revisión del Proyecto Final de Graduación
1.3.2.1.2.	Envío de Informe de Lectura
1.3.2.2.	Lector 2
1.3.2.2.1.	Revisión del Proyecto Final de Graduación
1.3.2.2.2.	Envío de Informe de Lectura

- | | |
|--------|--|
| 1.4. | Tutorías de Ajuste |
| 1.4.1. | Mejoras del Proyecto Final de Graduación e Informe de Revisión |
| 1.4.2. | Proyecto Final de Graduación Corregido Enviado a Lectores |
| 1.4.3. | Segunda Revisión de lectores |
| 1.5. | Evaluación |
| 1.5.1. | Aprobación de Lectores |
| 1.5.2. | Calificación del Tribunal |
| 1.5.3. | Aprobación Final del Proyecto Final de Graduación |

15. Presupuesto del PFG

Al ser un esfuerzo personal no se requiere de un presupuesto para la realización de este proyecto. Toda la información requerida se obtendrá de fuentes electrónicas, mediante consultas a los proveedores que distribuyen esta tecnología (no representa un costo) y por consultas a los colaboradores de la compañía.

16. Supuestos para la elaboración del PFG

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> a. Se tiene acceso a la información necesaria de la empresa para desarrollar el trabajo. b. Se tiene acceso a la información comercial de los oferentes de la tecnología para desarrollar el PFG. c. Se cuenta con el apoyo del personal clave de la empresa para desarrollar el PFG. d. Se tiene acceso a la tecnología necesaria para desarrollar el proyecto. e. El tiempo del investigador para el PFG será de al menos 10 horas por semana durante el tiempo de tutoría. |
|---|

17. Restricciones para la elaboración del PFG

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> a. El tiempo máximo para terminar el PFG es de 12 semanas. b. Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa. c. El proyecto debe desarrollarse en apego a la legislación nacional y las políticas de gestión ambiental de la empresa para garantizar el resguardo de los recursos naturales. d. Se cuenta con solo 15h efectivas por semana para avanzar en el PFG. e. En el país solo existe una empresa especializada en soluciones de paletizado con robot. |
|---|

18. Descripción de riesgos de la elaboración del PFG

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> a. Si no se cumple con el tiempo establecido para cada tarea, se puede ver afectada la finalización del PFG teniendo un impacto severo en el cronograma. b. Si no se logra conseguir información sobre soluciones para paletizado de sacos, el tiempo de investigación se puede extender afectando el cronograma. c. Si no se consiguen proveedores a nivel local de soluciones de paletizado automático, se deberá buscar proveedores extranjeros, esto puede aumentar la dificultad en la comunicación con ellos atrasando el tiempo de investigación y cotizaciones. d. Si no se cuenta con el PFG finalizado para mayo 2024, puede existir una pérdida de interés por parte del patrocinador y se decida invertir el presupuesto en otro proyecto. |
|---|

- e. Una declaratoria de pandemia o estado de emergencia a nivel nacional podría impedir la recolección de información, lo que podría generar atrasos en los entregables, impactando el plazo del proyecto.

19. Principales hitos del PFG

Entregable	Fecha estimada de finalización
1.1. Seminario de Graduación	26/10/23
1.1.1. Inicio de Seminario de Graduación	31/08/23
1.1.2. Entregables	19/10/23
1.1.3. Revisión Documento Integrado	26/10/23
1.1.4. Seminario de Graduación Aprobado	26/10/23
1.2. Tutoría de Desarrollo	05/03/24
1.2.1. Tutor	03/11/23
1.2.2. Desarrollo del PFG	05/03/24
1.3. Lectores	01/04/24
1.3.1. Solicitud de Asignación	13/03/24
1.3.2. Trabajo de lectores	01/04/24
1.4. Tutorías de Ajuste	30/04/24
1.4.1. Mejoras del Proyecto Final de Graduación e Informe de Revisión	15/04/24
1.4.2. Proyecto Final de Graduación Corregido Enviado a Lectores	16/04/24
1.4.3. Segunda Revisión de lectores	30/04/24
1.5. Evaluación	07/05/24
1.5.1. Aprobación de Lectores	02/05/24
1.5.2. Calificación del Tribunal	07/05/24
1.5.3. Aprobación Final del Proyecto Final de Graduación	07/05/24

20. Marco teórico

20.1 Estado de la cuestión

La empresa, en su final de línea de producción cuenta con dos líneas de ensacado la cual entrega sacos de 46 kg a una razón de 12 sacos por minuto cada una. En la actualidad, el entarimado del producto se realiza de forma manual. Por lo tanto, se tienen 18 operadores por jornada, distribuidos en los 3 turnos de trabajo, que se encargan de recibir el saco sobre el hombro, desde una banda transportadora y lo colocan en la tarima. Esta condición se considera como un acto inseguro y generador de accidentes y enfermedades laborales, razón por la cual la empresa se dispone a cambiarlo.

Como parte de las mejoras investigadas se seleccionan dos tecnologías para el paletizado automático de sacos. La primera consiste en un robot industrial de la marca ABB el cual se encarga de tomar los sacos, gracias a una herramienta de agarre acoplada en el extremo del robot y los coloca sobre la tarima. La otra tecnología investigada, consiste en un apilador cartesiano de sacos totalmente automatizado, desarrollado por la empresa Payper, el cual realiza la función de armado de las tarimas con producto y las despacha totalmente formadas

para que las tome un montacargas. Ambas tecnologías tienen capacidad de paletizar 12 y 15 sacos por minuto, respectivamente, por lo que se consideran viables como solución para el proyecto. En el proceso de investigación, se descartó una tercera tecnología, un manipulador de sacos con ventosa, porque su operación es muy lenta y no representa un ahorro en los costos productivos de la operación.

Dentro de las metodologías de investigación que se realizan se destaca la revisión de documentos en línea y materiales audiovisuales, entrevistas con expertos y observaciones de campo realizados en visitas a plantas que tienen estas soluciones implementadas, para realizar una inspección ocular del funcionamiento de los equipos. Esta información aporta elementos fundamentales para la selección de la mejor tecnología para la aplicación, así como información adicional a considerar donde destacan equipos periféricos a considerar dentro de la implementación, cumplimiento de normas de seguridad y salud ocupacional (SySO) e información sobre la legislación nacional aplicada a este proyecto. Adicionalmente se consultaron libros, documentos y artículos sobre Administración de Proyectos para enriquecer el desarrollo del PFG y el proyecto de fondo.

20.2 Marco conceptual básico

Los conceptos básicos que se van a incluir en este documento son los siguientes:

- Administración de Proyectos
- Paletizado de sacos.
- Sistema automático de paletizado.
- Robot industrial no colaborativo.
- Paletizado de sacos con un sistema cartesiano automatizado.
- Manipulador de sacos con ventosa.
- Normativa Nacional sobre el traslado de sacos
- Normativas SySO.
- Equipos periféricos para un sistema automático de paletizado.
- Sostenibilidad

21. Marco metodológico

Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Métodos de investigación	Herramientas	Restricciones
<p>1. Realizar una investigación y análisis de las diferentes opciones en el mercado para recomendar la tecnología más adecuada para la aplicación con el fin de obtener la mejor cadencia y calidad de paletizado al menor costo inicial, operativo y de mantenimiento.</p>	<p>Investigación y análisis de las diferentes opciones de paletizado automático en el mercado</p>	<p>Primarias:</p> <p>Procedimientos propios de la empresa. Información del caso propio de la empresa. Entrevistas con expertos en soluciones de paletizado de sacos. Entrevistas con expertos de producto de los proveedores. Entrevista con usuarios e integradores de soluciones de paletizado automatizado.</p> <p>Secundarias:</p> <p>Artículos sobre seguridad en soluciones robóticas. Libros y artículos sobre AP.</p>	<p>Método analítico-sintético. Método inductivo-deductivo. Método de recopilación y análisis de datos.</p>	<p>Juicio de expertos, reuniones, análisis de datos, toma de decisiones, y análisis del producto.</p>	<p>En el país solo existe una empresa especializada en soluciones de paletizado con robot. La tecnología seleccionada para el proyecto debe cumplir con los estándares de automatización y TI de la empresa. Se cuenta con un presupuesto limitado de \$600.000 para el proyecto.</p>

Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Métodos de investigación	Herramientas	Restricciones
2. Realizar un análisis financiero para garantizar la viabilidad del proyecto.	Análisis financiero.	<p>Primarias:</p> <p>Procedimientos propios de la empresa. Entrevista con experto financiero de la empresa.</p> <p>Secundarias:</p> <p>Libros y artículos sobre AP.</p>	<p>Método analítico-sintético. Método inductivo-deductivo. Método de recopilación y análisis de datos.</p>	<p>Juicio de expertos, reuniones, análisis de datos, toma de decisiones, revisar la información histórica, conciliación del límite de financiamiento y financiamiento.</p>	<p>Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa. El proyecto debe desarrollarse en apego a la legislación nacional y las políticas de gestión ambiental de la empresa para garantizar el resguardo de los recursos naturales. Para realizar el análisis financiero, la empresa exige contar con información detallada y justificada del costo del proyecto, ahorros generados y costos adicionales (mantenimiento, personal, entre otros). La empresa cuenta con tasas de descuento previamente establecidas que se deben respetar a la</p>

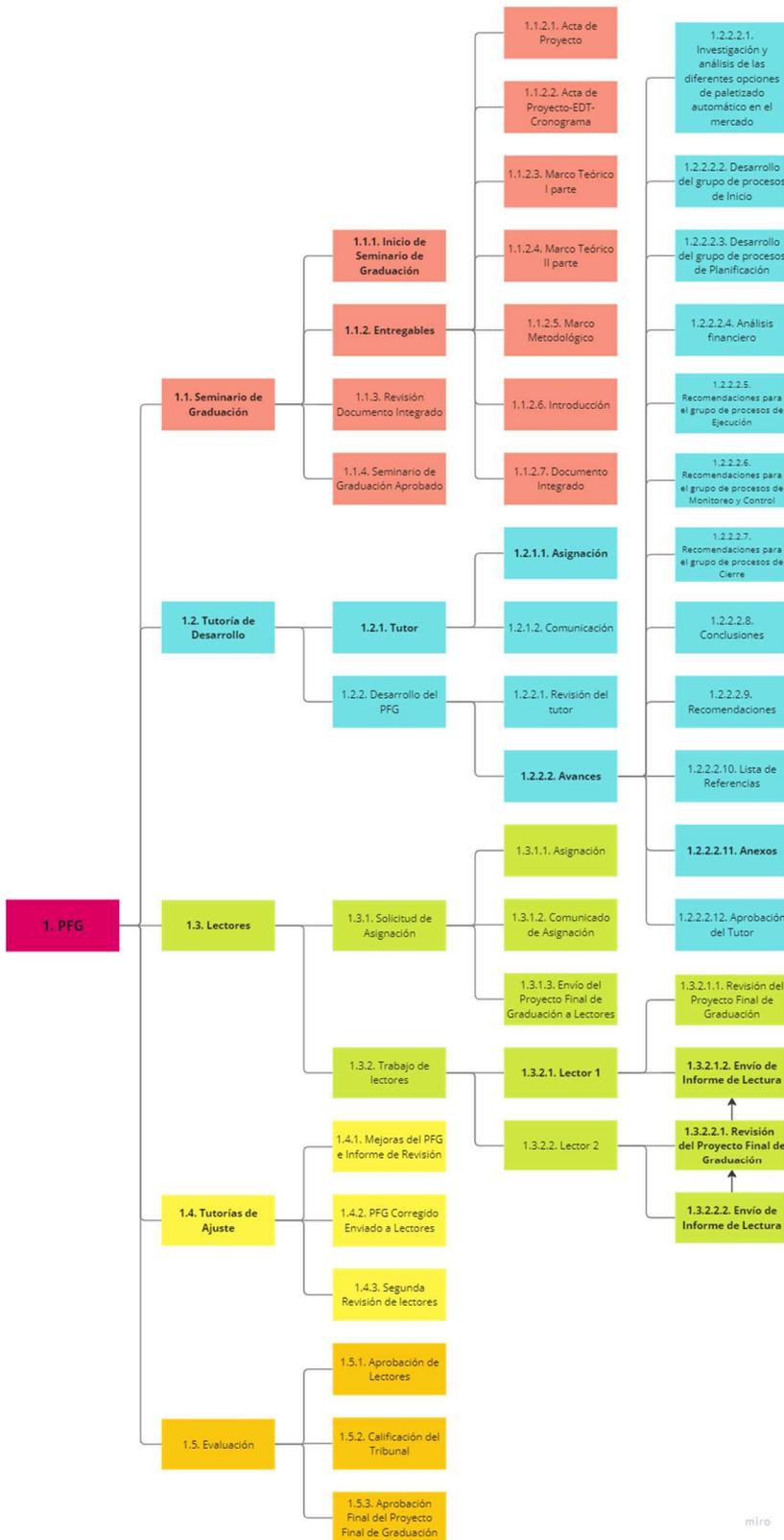
Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Métodos de investigación	Herramientas	Restricciones
					hora de realizar el análisis financiero.
3.Desarrollar procesos descritos en el grupo de procesos de inicio y planificación con el fin de garantizar la mayor probabilidad de éxito del proyecto, el cumplimiento de los costos, la ejecución en tiempo y el cumplimiento del alcance.	Desarrollo del grupo de procesos de Inicio. Desarrollo del grupo de procesos de Planificación.	<p>Primarias:</p> <p>Procedimientos propios de la empresa. Entrevistas con expertos en soluciones de paletizado de sacos. Entrevistas con expertos de producto de los proveedores. Entrevista con usuarios e integradores de soluciones de paletizado automatizado. Entrevistas con expertos de la empresa.</p> <p>Secundarias:</p> <p>Libros y artículos sobre AP.</p>	Método analítico-sintético. Método inductivo-deductivo. Método de recopilación y análisis de datos.	Juicio de expertos, reuniones, análisis de datos, toma de decisiones, análisis del producto, descomposición, sistemas de información para la dirección de proyectos, método de la ruta crítica y planificación de pruebas e inspección.	Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa. El proyecto debe desarrollarse en apego a la legislación nacional y las políticas de gestión ambiental de la empresa para garantizar el resguardo de los recursos naturales.

Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Métodos de investigación	Herramientas	Restricciones
<p>4. Proponer recomendaciones de técnicas y herramientas para dar seguimiento a la ejecución, monitoreo, control y cierre del proyecto con el fin de cumplir con el alcance, cronograma y presupuesto del proyecto.</p>	<p>Recomendaciones para el grupo de procesos de Ejecución. Recomendaciones para el grupo de procesos de Monitoreo y Control. Recomendaciones para el grupo de procesos de Cierre.</p>	<p>Primarias:</p> <p>Procedimientos propios de la empresa. Entrevistas con expertos en soluciones de paletizado de sacos. Entrevistas con expertos de producto de los proveedores. Entrevista con usuarios e integradores de soluciones de paletizado automatizado. Entrevistas con expertos de la empresa.</p> <p>Secundarias:</p> <p>Libros y artículos sobre AP.</p>	<p>Método analítico-sintético. Método inductivo-deductivo.</p>	<p>Juicio de expertos, reuniones, análisis de datos, toma de decisiones, herramientas de control de cambios, inspección, sistemas de información para la dirección de proyectos y presentación de informes del proyecto.</p>	<p>Se deben respetar las políticas y procedimientos de la empresa. El proyecto debe desarrollarse en apego a la legislación nacional y las políticas de gestión ambiental de la empresa para garantizar el resguardo de los recursos naturales.</p>

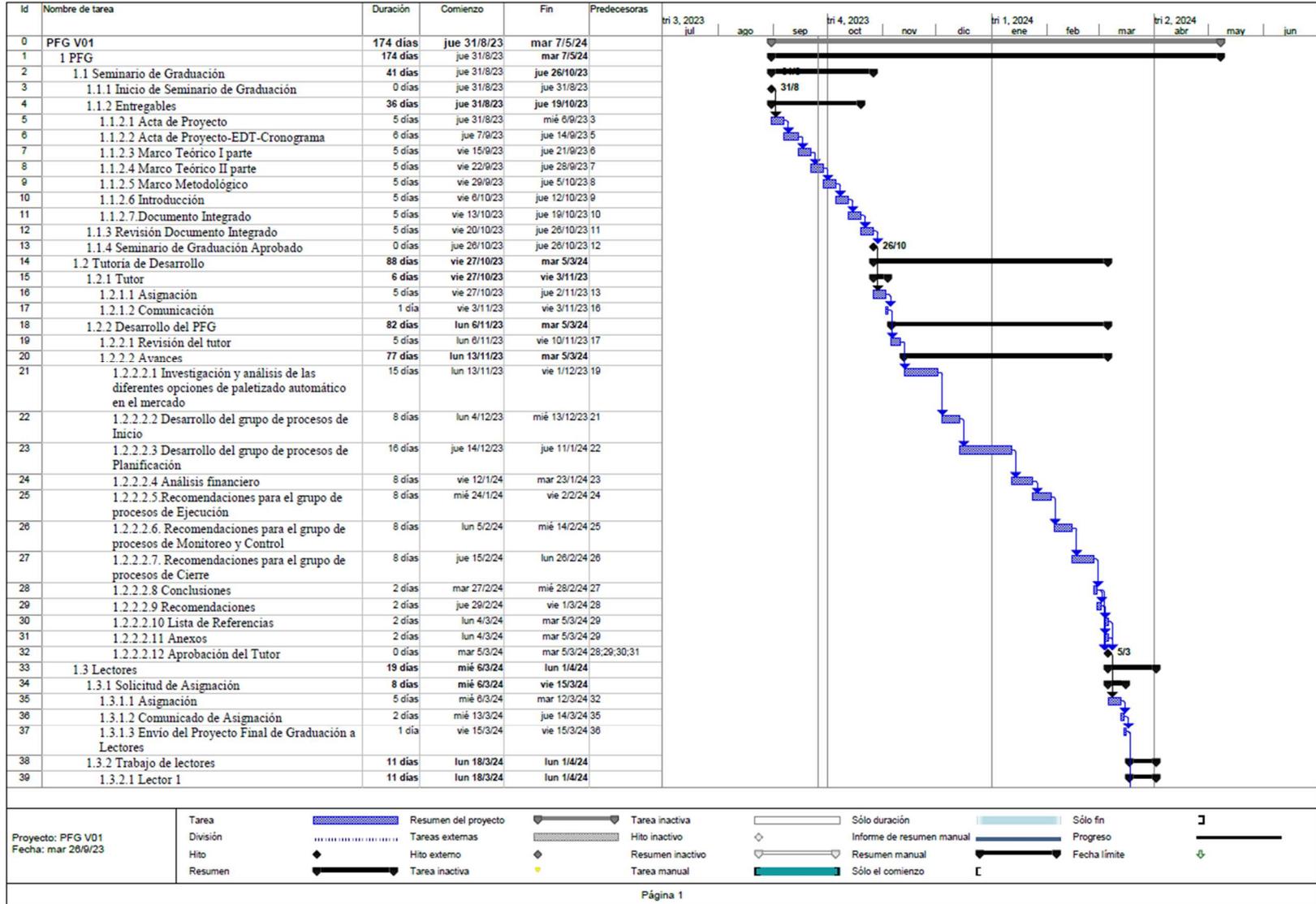
22. Validación del trabajo en el campo del desarrollo regenerativo y desarrollo sostenible

El PFG, blindado por las políticas y procedimientos de la empresa, cumplirá con los conceptos del desarrollo regenerativo y desarrollo sostenible en cuanto ya se tiene establecida una política ambiental que define el trato que se le deben dar a los desechos líquidos y sólidos que se generen durante el desarrollo del proyecto. Adicionalmente, la empresa es respetuosa de las garantías sociales de los trabajadores y va más allá ofreciendo oportunidades de acceso a la salud, a ayudas económicas y desarrollo intelectual y profesional, las cuales están a disposición de los colaboradores. Este proyecto aporta al desarrollo regenerativo y al desarrollo sostenible en cuanto busca optimizar los costos de producción para trasladar este ahorro al precio final de su producto terminado. Por lo tanto, los 1300 socios de la empresa, quienes son los clientes finales de la planta, tendrán una ventaja económica respecto a sus competidores, permitiéndoles un mayor margen de ganancia en la gestión de sus fincas. Adicionalmente, la empresa beneficia directa e indirectamente a más de 50.000 familias, dinamizando la economía del país a lo largo y ancho de su territorio. Como parte de los indicadores de gestión ambiental del proyecto se destacan los kilogramos de desechos sólidos generados por dólar invertido y el cálculo de la huella de carbono del proyecto. En cuanto al proyecto, se monitorea el indicador SPI y CPI para garantizar el correcto aprovechamiento de los recursos asignados a la gestión y desarrollo del proyecto.

Anexo 2: EDT del PFG.



Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG



Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	tri 3, 2023			tri 4, 2023			tri 1, 2024			tri 2, 2024		
						jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun
40	1.3.2.1.1 Revisión del Proyecto Final de Graduación	10 días	lun 18/3/24	vie 29/3/24	37												
41	1.3.2.1.2 Envío de Informe de Lectura	1 día	lun 1/4/24	lun 1/4/24	40												
42	1.3.2.2 Lector 2	11 días	lun 18/3/24	lun 1/4/24													
43	1.3.2.2.1 Revisión del Proyecto Final de Graduación	10 días	lun 18/3/24	vie 29/3/24	37												
44	1.3.2.2.2 Envío de Informe de Lectura	1 día	lun 1/4/24	lun 1/4/24	43												
45	1.4 Tutorías de Ajuste	21 días	mar 2/4/24	mar 30/4/24													
46	1.4.1 Mejoras del Proyecto Final de Graduación e Informe de Revisión	10 días	mar 2/4/24	lun 15/4/24	41,44												
47	1.4.2 Proyecto Final de Graduación Corregido Enviado a Lectores	1 día	mar 16/4/24	mar 16/4/24	46												
48	1.4.3 Segunda Revisión de lectores	10 días	mié 17/4/24	mar 30/4/24	47												
49	1.5 Evaluación	5 días	mié 1/5/24	mar 7/5/24													
50	1.5.1 Aprobación de Lectores	2 días	mié 1/5/24	jue 2/5/24	48												
51	1.5.2 Calificación del Tribunal	3 días	vie 3/5/24	mar 7/5/24	50												
52	1.5.3 Aprobación Final del Proyecto Final de Graduación	0 días	mar 7/5/24	mar 7/5/24	51												

Proyecto: PFG V01 Fecha: mar 28/9/23	Tarea		Resumen del proyecto		Tarea inactiva		Sólo duración		Sólo fin	
	División		Tareas externas		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Progreso	
	Hito		Hito externo		Resumen inactivo		Resumen manual		Fecha límite	
	Resumen		Tarea inactiva		Tarea manual		Sólo el comienzo			

Página 2

Anexo 4: INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA PRELIMINAR

ABB Robotics. (2019) *FlexGripper – Claw Palletizing gripper*. Recuperado el 6 de setiembre de 2023 de:

<https://library.e.abb.com/public/490afd71c9af45cdb4b90f719373f908/FlexGripperClaw-datasheet-9AKK107045A8893-revD.pdf>

Justificación: Este equipo es un final del brazo robótico sugerido para la manipulación de sacos. Es parte de los accesorios que tendrá la solución de automatización seleccionada.

ABB Robotics. (2020) *Especificaciones del product IRB 660*. Recuperado el 6 de setiembre de 2023 de:

<https://library.e.abb.com/public/bae636f92e2e49478e801c6f277e326d/3HAC023932%20PS%20IRB%20660-es.pdf?x-sign=teDKIV227NqPuG/FpcWeRp1BnBrz+eX7606tawmE45jwLQOwzuw1GI9638anieAV>

Justificación: Este documento presenta las características del brazo robótico de la marca ABB disponible para la solución. Su análisis es parte fundamental para la búsqueda de la mejor solución de automatización para el paletizado de sacos.

ABB Robotics. (20 de enero de 2021) *Robotic palletizing cell with IRB 660 and SafeMove2*

[Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=DBHLQ95afJg>

Justificación: Este video muestra el robot de ABB en funcionamiento, por lo tanto, es un ejemplo gráfico de una posible solución para el paletizado de sacos.

Cordano Packaging. (04 de setiembre de 2021) *Technipes WINTECH-ABB Robotic Palletizer*

[Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=jtU-n7CZt5U>

Justificación: Este video muestra una solución de paletizado de sacos de la marca Cordano en funcionamiento, por lo tanto, es un ejemplo gráfico de una posible solución para el paletizado de sacos.

IA abierta. (2023). ChatGPT (versión del 5 de setiembre) [Modelo de lenguaje grande].

<https://chat.openai.com/chat>

Justificación: ChatGPT es una herramienta novedosa que permite realizar investigaciones sobre soluciones de paletizado de una manera intuitiva y ágil. Además, arroja información valiosa sobre la comparación de las diferentes soluciones propuestas según diferentes enfoques, como costo inicial, costo de mantenimiento, disponibilidad de espacio, entre otros.

Lifeder. (12 de noviembre de 2022). *Fuentes de información*. Recuperado el 6 de setiembre de

2023 de: <https://www.lifeder.com/fuentes-de-informacion/>

Justificación: Este documento da información valiosa sobre la identificación y clasificación de las fuentes de información. Es necesario tener clara esta información para el desarrollo del PFG.

Morano, MA (mayo 2023). *Introducción a los aspectos ergonómicos y a otros factores de*

riesgos derivados del uso de robots, exoesqueletos y drones. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P. Madrid. Recuperado el 6 de setiembre de 2023 de:

<https://www.insst.es/documents/94886/375206/Folleto+Introducci%C3%B3n+a+los+aspectos+ergon%C3%B3micos+y+a+otros+factores+de+riesgos+derivados+del+uso+de+robots+exoesqueletos+y+drones+2023.pdf/7d3007cd-c68c-096e-b59b-5c3632fa1307?t=1686556816558>

Justificación: Este documento contiene las recomendaciones de salud y seguridad ocupacional que se deben tener en consideración al instalar robots en la industria. Este documento es realizado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, uno de los entes más importantes de Europa.

PAYPER Bagging. (16 de diciembre de 2021) *#Low_Level_Infeed Palletizer, gripper type: 900 bags/ hour* [Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=ukK1Qe7XGJc>

Justificación: Este video muestra una solución alterna a la instalación de robots pero que también permite el paletizado de sacos de forma eficiente. Parte del proceso de investigación que se debe realizar es la comparación de ambas tecnologías.

PAYPER Bagging. (16 de diciembre de 2021) *Low Level Infeed Palletizer, LLP - 1,000 bags/hour PAYPER* [Video]. Youtube.

<https://www.youtube.com/watch?v=Ux95fjO07K0&t=6s>

Justificación: Este video muestra una solución alterna a la instalación de robots pero que también permite el paletizado de sacos de forma eficiente. Parte del proceso de investigación que se debe realizar es la comparación de ambas tecnologías.

Rodríguez, A. y Pérez, AO (2017). *Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento*. Revista Escuela de Administración de Negocios, (82), 175–195.

<https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>

Justificación: Este documento explica la teoría y aplicación del método científico de indagación, por lo tanto, es de gran ayuda para buscar y analizar información sobre las soluciones presentes en el mercado para la automatización del paletizado de sacos.

Rosen, PA, Heinold, E., Fries-Tersch, E., Moore, P., Wischniewski, S. (2022) *Advanced robotics, artificial intelligence and the automation of tasks: definitions, uses, policies and strategies and Occupational Safety and Health*. <https://doi.org/10.2802/681779>

Justificación: Este documento contiene las recomendaciones de salud y seguridad ocupacional que se deben tener en consideración al instalar robots en la industria. Este documento es realizado por la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA), institución de mayor prestigio en temas de salud y seguridad ocupacional en Estados Unidos.